

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ  
ПОЛИТИКИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ  
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ВЫЯВЛЕНИЯ, ПОДДЕРЖКИ И РАЗВИТИЯ  
СПОСОБНОСТЕЙ И ТАЛАНТОВ У ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ «Орион»  
(ГАУ ДО ВО «Региональный центр «Орион»)

РАССМОТРЕНО  
на заседании  
Экспертного совета  
ГАУ ДО ВО «Региональный центр»  
«Орион»  
Протокол № 7  
от «06» октября 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор  
ГАУ ДО ВО «Региональный центр»  
«Орион»  
  
Н.И. Голева

**«Физическая химия. Законы термодинамики»**  
дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
(с применением электронного обучения и дистанционных образовательных  
технологий)

Направленность: естественнонаучная  
Профиль: химия  
Тип программы: модифицированная  
Возраст обучающихся: 14-18 лет  
Срок реализации: 16 часов  
Уровень освоения: стартовый

г. Воронеж  
2020 г.

**Пояснительная записка**  
**к дополнительной общеобразовательной общеразвивающей**  
**программе естественнонаучной направленности**  
**«Физическая химия. Законы термодинамики»**

Физическая химия - наука, объясняющая химические явления и устанавливающая их закономерности на основе общих принципов физики.

Термохимия определяет и изучает тепловые эффекты реакций, а также устанавливает их взаимосвязей с различными физико-химическими параметрами.

Термодинамика в применении к химии помогает определить возможность осуществления химических реакций и предел их протекания, выход целевых продуктов того или иного взаимодействия, то есть предельно возможную степень превращения реагентов в продукты реакций и сопровождающие их тепловые эффекты. С помощью термохимических расчетов удастся определить значения энергии связей между различными атомами. Знание этих величин представляет не только научный, но и практический интерес, поскольку позволяет определить количество энергии, необходимой на разрушение (разрыв) и образование тех или иных химических связей в реакции.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая модифицированная программа естественнонаучной направленности **«Физическая химия. Законы термодинамики»** предназначена для обучающихся, имеющих углубленные знания по химии и проявляющих особый интерес к учебно-исследовательской и соревновательной видов деятельности.

Основополагающими для разработки программы стали следующие нормативные документы:

- Закон об образовании в РФ. ФЗ от 29.12.2012 г. № 273
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 09.11.2018г. № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»
- Концепция развития дополнительного образования детей» (утв. распоряжением Правительства РФ от 04.09.2014 N 1726-р)
- Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей СанПин 2.4.4.31 74-14 (Постановление от 04.07.2014 г.)

- Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций и других объектов социальной инфраструктуры для детей и молодежи в условиях распространения дополнительного образования детей в условиях распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19) СП 3.1/2.4 3598-20 (Постановление от 30.06.2020 г.)

- Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы). (письмо Министерства образования и науки Российской Федерации № 09-3242 от 18.11.15г.)

- Положение об организации образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным общеразвивающим программам ГАУ ДО ВО «Региональный центр «Орион» (приказ директора № 226 от 29.12.2019г)

- Устав ГАУ ДО ВО «Региональный центр «Орион» (новая редакция), утвержденный департаментом образования, науки и молодежной политики Воронежской области от 24.09.2019 г. №1125)

Программа реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Область деятельности обучающегося включает: физическая и общая химия.

**Актуальность** программы «Физическая химия. Законы термодинамики» состоит в том, что она способствует получению большего объема знаний в плохо освещаемой в школьной программе междисциплинарной области физическая и общая химия. Полученные знания на занятиях по данной программе позволят показать обучающимся высокие результаты на химических олимпиадах.

**Отличительной особенностью и новизной программы** является то, что в данной программе приоритет отдан глубокому пониманию теории, выстраиванию естественнонаучной логики выводов одних фактов и теорий из других, введению системы основных физических законов, описывающих химические явления. Полученные знания и умения позволят безопасно использовать вещества и материалы в быту, сельском хозяйстве и на производстве, предупреждать явления, наносящие вред здоровью человека и окружающей среде, а также решать практические задачи в повседневной жизни.

**Цель:** научить обучающихся приёмам решения нестандартных физикохимических расчетных задач, в том числе, часто встречающихся в олимпиадных заданиях.

Для осуществления этой цели ставятся следующие **задачи:**

**Образовательные:**

-формирование важнейших знаний об основных понятиях, физико-химических теориях, доступных обобщений мировоззренческого характера на основе выполнения задач и упражнений повышенной сложности;

- формирование навыков решения нестандартные задачи олимпиадного типа;

-формирование навыков применения дедукции и индукции к различным фактам и теориям.

**Развивающие:**

-развитие познавательных интересов и интеллектуальных способностей в процессе изучения теоретических вопросов, самостоятельного приобретения знаний в соответствии с возникающими жизненными потребностями;

-усиление интереса к приобретению знаний

**Воспитательные:**

-воспитание отношения к химии как к одному из фундаментальных компонентов естествознания и элементу общечеловеческой культуры;

- создание позитивного опыта в изучении химии и естественно-научных дисциплин;

- формирование и укрепление у учащихся бережного отношения к природе и экологии.

**Педагогическая целесообразность** программы заключается в том, что при освоении материала и выполнении заданий, у обучающихся формируются границы личной ответственности перед самим собой. Химия – наука очень сложная в плане понимания, необходимо развивать абстрактное мышление. Поэтому для решения задач детям необходимо учиться использовать и прокачивать мягкие навыки (Soft skills – унифицированные навыки и личные качества, которые отвечают за успешное участие в рабочем процессе, высокую производительность, повышают эффективность работы и взаимодействия с другими людьми) и жесткие навыки (Hard skills – навыки, связанные с техникой исполнения чего-либо, которые можно наглядно продемонстрировать, например в решении задач).

Программа рассчитана на 16 часов, срок ее реализации 1 месяц.

Состав группы: постоянный, разновозрастный

Возраст обучающихся: 14-18 лет

Форма занятий: индивидуально-групповая.

Количество занятий: 2 раза в неделю по 2 академических часа.

Количество обучающихся: 50 человек.

**Возрастные особенности детей, участвующих в реализации программы.** В юношеском возрасте (от 14 до 18 лет) происходит интенсивное физиологическое и психическое развития. Особое значение в юношеском возрасте приобретает моральное воспитание, основные виды деятельности — учение и посильный труд, увеличивается диапазон социальных ролей и обязательств. Психическое развитие личности в юношеском возрасте тесно связано с обучением, трудовой деятельностью и усложнением общения со взрослыми. В связи с началом трудовой деятельности отношения между личностью и обществом значительно углубляются, что приводит к наиболее четкому пониманию своего места в жизни и повышению мотивации к получению новых знаний.

В целях реализации программы используются следующие **педагогические технологии:**

- Личностно-ориентированное развивающее обучение
- Проблемное обучение
- Технологии уровневой дифференциации
- Обучение в сотрудничестве
- Технология интенсификации обучения на основе схемных и знаковых моделей учебного материала.

Также для развития личностных результатов используются следующие **методы воспитания:**

- убеждение (рассказ, разъяснение, внушение, лекция, беседа, диспут, дискуссия и т.д.);
- метод положительного примера;
- метод упражнений (приучения);
- методы одобрения и осуждения;
- метод требования;
- метод контроля, самоконтроля и самооценки;
- метод переключения.

Основными **формами** учебной деятельности являются: лекции (оффлайн), практикумы (онлайн), самостоятельная работа – решение олимпиадных задач.

В ходе обучения по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе «Физическая химия. Законы термодинамики» применяются следующие **методы учебной деятельности:**

- по источнику знаний (словесные, наглядные);

-по степени взаимодействия педагога и учащегося (изложение, беседа, самостоятельная работа);

-по дидактическим задачам (подготовка к восприятию, объяснение, закрепление материала);

-по характеру познавательной деятельности (объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, проблемный, частично-поисковый, исследовательский).

При реализации образовательного процесса используются общие **принципы:** непрерывность образовательного процесса, создание ситуации успешности для обучающихся, наглядность, активность и самостоятельность.

К концу освоения программы учащиеся приобретают комплекс взаимосвязанных знаний, умений, определённый навык и опыт решения олимпиадных задач.

### **1. Личностные результаты:**

-саморазвитие, самореализация;

-личностное самоопределение по выбору будущей профессии, социализация.

### **2. Метапредметные результаты:**

-освоение основных методик решения задач и поиска метапредметных взаимосвязей;

- освоение основ смыслового чтения и работа с текстом;

-владением культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;

-умение логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь;

-умение использовать нормативно-правовые документы в своей деятельности;

-стремление к саморазвитию и адаптации к жизни;

-умение критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков;

-осознание сущности и значения информации в развитии современного общества; владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации;

-имение навыки работы с компьютером как средством управления информацией;

-приобретение **универсальных учебных действий** в самостоятельном исследовании природных объектов:

*регулятивные:*

- учащиеся научится самостоятельно анализировать условия достижения цели на основе учета выделенных педагогом ориентиров действий в области физической химии;

- учащиеся получит возможность научиться самостоятельно определять цели и оценивать свои возможности и достижения.

*коммуникативные:*

- учащиеся научится задавать вопросы, осуществлять взаимный контроль, работать в группе, эффективно сотрудничать, использовать приемы поиска информации в сети Интернет;

- учащиеся получит возможность научиться последовательно и полно передавать партнеру необходимую информацию, вступать в диалог;

*познавательные:*

- учащиеся научится под руководством педагога дополнительного образования создавать и преобразовывать модели и схемы действий при решении задач;

- учащиеся получают возможность научиться ставить проблему, аргументировать ее актуальность, выдвигать гипотезы о взаимосвязях в химии, делать выводы.

К концу освоения программы учащиеся должны **знать:**

- основные физические законы природы, влияющих на протекание химических процессов;

- первый закон термодинамики;

- второй закон термодинамики;

- энтропию;

- знать об энергии Гиббса;

- константу равновесия.

Учащиеся будут **уметь:**

- применять количественные следствия из законов и формул для описания химических реакций;

- выполнять расчеты реальных процессов, в том числе промышленных, из физико-химических данных;

- решать задачи на законы термодинамики;

- решать задачи на энтропию;

- решать задачи с применением энергии Гиббса;

- решать задачи с изотермами химической реакции.

Учащиеся будут **владеть** следующими навыками:

- навыками логического рассуждения в ходе решения задач.

- способностью применять алгоритмы решений задач повышенной сложности в реальных олимпиадах;

- способностью осуществлять анализ теоретических данных;

- готовностью использовать современные информационные технологии;

-готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области физической химии.

Для контроля учащихся на соответствие их персональных достижений разработана система оценочных средств, включающие типовые задания олимпиадного типа, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

На первом занятии проводится **входной контроль** знаний, умений и навыков учащихся, который позволяет определить их образовательную траекторию в виде устного опроса.

В конце курса проводится **итоговый контроль**, в виде комплексной проверочной работы, который позволяет оценить уровень освоения программного материала.

**Учебно-тематический план дополнительной общеобразовательной  
общеразвивающей программы  
«Физическая химия. Законы термодинамики»**

№ п/п	Название темы	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1.	Первый закон термодинамики. Входной контроль.	4	2	2
2.	Второй закон термодинамики. Энтропия.	4	2	2
3.	Энтропия и энергия Гиббса. Третий закон термодинамики.	4	2	2
4.	Константа равновесия. Изотерма химической реакции. Итоговый контроль.	4	2	2
<b>ИТОГО</b>		<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

**Содержание учебно-тематического плана  
дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы  
Физическая химия. Законы термодинамики»**

**Тема 1. Первый закон термодинамики. (4 ч.)**

***Теория (2 ч.)***

Входной контроль – опрос обучающихся. Первый закон термодинамики. Выводы из первого закона.

***Практика (2 ч.)***



Решение задач.

## **Тема 2. Второй закон термодинамики. Энтропия. (4 ч.)**

### ***Теория (2 ч.)***

Понятие об энтропии. Вывод второго закона термодинамики.

### ***Практика (2 ч.)***

Решение задач.

## **Тема 3. Энтропия и энергия Гиббса. Третий закон термодинамики. (4 ч.)**

***Теория (2 ч.)*** Энтропия и энергия Гиббса. Использование энергии Гиббса в решении задач олимпиадного типа.

### ***Практика (2 ч.)***

Решение задач.

## **Тема 4 Константа равновесия. Изотерма химической реакции. (4ч.)**

### ***Теория (2 ч.)***

Константа равновесия. Изотерма химической реакции. Вывод, использование в решении задач.

### ***Практика (2 ч.)***

Решение задач. Итоговый контроль.

## **Организационно-педагогические условия реализации программы: (учебно-информационное обеспечение, методическое обеспечение, материально-техническое обеспечение)**

### Учебно-информационное обеспечение

- интернет–ресурсы
- справочная литература
- научная литература

### Методическое обеспечение программы

- планы и конспекты занятий;
- периодическая система химических элементов - таблица Менделеева;
- дидактические карточка с расчетными олимпиадными задачами различного уровня сложности;
- справочные таблицы по химии;
- сборники задач по химии для поступающих в ВУЗы;
- методики по решению задач.

## Материально-техническое обеспечение программы

- видеокамера
- петличный микрофон
- компьютер
- проектор
- экран
- штатив
- стеклянная доска
- маркеры

## **Литература для педагогов**

1. Гринвуд Н.Н. Химия элементов в двух томах. Том 1 / Н.Н. Гринвуд, А. Эрншо. -М.: БИНОМ, 2008. – 601 с.
2. Гринвуд Н.Н. Химия элементов в двух томах. Том 1 / Н.Н. Гринвуд, А. Эрншо. -М.: БИНОМ, 2008. – 666 с.
3. Лидин Р.А. Химические свойства неорганических веществ. Учеб. пособие для вузов/ Р.А. Лидин, В.А. Молочко, Л.Л. Андреева. – М.: Химия, 2000. — 480 с.
4. Николаенко В.К. Решение задач повышенной сложности по общей и неорганической химии/ В.К. Николаенко -Киев: БМК,- 1990 г.-345 с.
5. Электронный ресурс. Школьные олимпиады по химии. – [Режим доступа]: <http://www.chem.msu.ru/rus/olimp/>
6. Электронный ресурс. Всесибирская открытая олимпиада школьников по химии. – [Режим доступа]: <https://sesc.nsu.ru/vsesib/>
7. Электронный ресурс. Московская олимпиада школьников по химии. – [Режим доступа]: <http://moschem.olimpiada.ru/>
8. Электронный ресурс. Олимпиады Приволжского Федерального Университета. – [Режим доступа]: <https://admissions.kpfu.ru/про>
9. Электронный ресурс. Санкт-Петербургская олимпиада школьников по химии. – [Режим доступа]: <http://chemspb.3dn.ru/>
10. Электронный ресурс. Турнир имени М.В. Ломоносова – [Режим доступа]: <https://turlom.olimpiada.ru/>
11. Электронный ресурс. Олимпиада нанотехнологии -прорыв в будущее – [Режим доступа]: <https://enanos.nanometer.ru/>
12. Электронный ресурс. Российский совет олимпиад школьников – [Режим доступа]: <http://rsr-olymp.ru/>

13. Электронный ресурс. Материалы по предметам Всероссийская олимпиада школьников по химии – [Режим доступа]: <http://vserosolymp.rudn.ru/mm/mpp/>
14. Электронный ресурс. Занимательные опыты по химии – [Режим доступа]: [simplescience.ru/video/about:chemistry/](http://simplescience.ru/video/about:chemistry/)
15. Электронный ресурс. Королевское химическое общество Великобритании – [Режим доступа]: <https://www.rsc.org/>
16. Электронный ресурс. Российское химическое общество имени Д.И. Менделеева – [Режим доступа]: <http://www.chemsoc.ru/>

### Литература для учащихся

1. Кузьменко Н.Е. Начала химии. Современный курс для поступающих в ВУЗы / Н.Е. Кузьменко, В.В. Еремин, В.А. Попков. -М.: БИНОМ, 2015.-863 с.
2. Еремин В.В: Теоретическая и математическая химия для школьников. Подготовка к химическим олимпиадам/ В.В. Еремин.- М:Бином, 2016.-640 с.
3. Кузьменко Н.Е. Олимпиады и конкурсные экзамены по химии в МГУ/ Н.Е. Кузьменко.- - М:Бином, 2017.- 667 с.
4. Лисицын А. З., Очень нестандартные задачи по химии / А. З. Лисицын , А. А. Зейфман .- М.: МЦНМО, 2015. -190 с. Третьяков Ю.Д. Практикум по неорганической химии. / В.А. Алешин, К.М. Дунаева, Ю.Д. Третьяков. – М.: Академия, 2004.-384 с.
5. Электронный ресурс. Школьные олимпиады по химии. – [Режим доступа]: <http://www.chem.msu.ru/rus/olimp/>
6. Электронный ресурс. Всесибирская открытая олимпиада школьников по химии. – [Режим доступа]: <https://sesc.nsu.ru/vsesib/>
7. Электронный ресурс. Московская олимпиада школьников по химии. – [Режим доступа]: <http://moschem.olimpiada.ru/>
8. Электронный ресурс. Олимпиады Приволжского Федерального Университета. – [Режим доступа]: <https://admissions.kpfu.ru/про>
9. Электронный ресурс. Санкт-Петербургская олимпиада школьников по химии. – [Режим доступа]: <http://chemspb.3dn.ru/>
10. Электронный ресурс. Турнир имени М.В. Ломоносова – [Режим доступа]: <https://turlom.olimpiada.ru/>
11. Электронный ресурс. Олимпиада нанотехнологии -прорыв в будущее – [Режим доступа]: <https://enanos.nanometer.ru/>

12. Электронный ресурс. Российский совет олимпиад школьников – [Режим доступа]: <http://rsr-olymp.ru/>
13. Электронный ресурс. Материалы по предметам Всероссийская олимпиада школьников по химии– [Режим доступа]: <http://vserosolymp.rudn.ru/mm/mpp/>
14. Электронный ресурс. Королевское химическое общество Великобритании – [Режим доступа]: <https://www.rsc.org/>
15. Электронный ресурс. Российское химическое общество имени Д.И. Менделеева – [Режим доступа]: <http://www.chemsoc.ru/>

## Контрольно-измерительный материал

### Итоговый контроль

1. Газ, расширяясь от 10 до 16 л при постоянном давлении 101.3 кПа, поглощает 126 Дж теплоты. Определите изменение внутренней энергии газа.
2. Определите изменение внутренней энергии, количество теплоты и работу, совершаемую при обратимом изотермическом расширении азота от 0.5 до 4 м<sup>3</sup> (начальные условия: температура 26.8 оС, давление 93.2 кПа).
3. Один моль идеального газа, взятого при 25 оС и 100 атм, расширяется обратимо и изотермически до 5 атм. Рассчитайте работу, поглощенную теплоту,  $\Delta U$  и  $\Delta H$ .
4. Рассчитайте изменение энтальпии кислорода (идеальный газ) при изобарном расширении от 80 до 200 л при нормальном атмосферном давлении.
5. Какое количество теплоты необходимо для повышения температуры 16 г кислорода от 300 до 500 К при давлении 1 атм? Как при этом изменится внутренняя энергия?
6. Объясните, почему для любой термодинамической системы  $C_p > C_v$ .
7. Приведите пример термодинамического процесса, который может быть проведен как обратимо, так и необратимо. Рассчитайте изменение энтропии системы и окружающей среды в обоих случаях.
8. Проверьте неравенство Клаузиуса для циклического процесса, представленного в задаче 2.14.
9. Рассчитайте мольную энтропию неона при 500 К, если при 298 К и том же объеме энтропия неона равна 146.2 Дж/(моль · К).
10. Рассчитайте изменение энтропии при нагревании 11.2 л азота от 0 до 50 оС и одновременном уменьшении давления от 1 атм до 0.01 атм.
11. Один моль гелия при 100 оС и 1 атм смешивают с 0.5 моль неона при 0 оС и 1 атм. Определите изменение энтропии, если конечное давление равно 1 атм.
12. Рассчитайте изменение энтропии при образовании 1 м<sup>3</sup> воздуха из азота и кислорода (20 об. %) при температуре 25 оС и давлении 1 атм.

