

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Урусинская гимназия» Ютазинского муниципального района Республики Татарстан

Рассмотрено: МО ЕНЦ  
Тимербаев Р.З.  
Протокол №1 от 29.08.2023 г.

Согласовано:  
Заместитель директора по  
учебной работе

Шамсуллина А.Ф.

Утверждаю

Директор МБОУ «Урусинская гимназия»

Г.Н.Белалова

Приказ №162 от 29.08.2023 г.



Программа внеурочной деятельности по естественно-научному направлению

Возраст обучающихся - 14-17 лет

Срок реализации программы - 1 год

Автор программы:

Юнусова Р.Р.

**«ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

## **Пояснительная записка**

Курс внеурочной деятельности «Физическая химия» предназначен для учащихся старшей школы, выбравших естественно-научный, физико-математический, физико-химический профили или проявивших повышенный интерес к изучению химии. Данный курс — курс интегрированный, содержательно он связан с курсом химии, физики, математики основной школы. Изучение предлагаемого элективного курса направлено на углубление и обобщение знаний школьников о химическом процессе, в частности о его термодинамике, кинетике, состоянии равновесия, а также о поверхностных явлениях.

Несмотря на то что отдельные вопросы термодинамики и кинетики рассматриваются в учебниках химии и физики, представленной в них информации недостаточно для объективной оценки и понимания сути происходящих процессов. Полное их осмысление возможно лишь на стыке этих двух наук. К тому же на уровне микрочастиц деление процессов на физические и химические является довольно условным. Физическая химия изучает химические процессы, опираясь на физические теории и используя физические методы.

**Общая характеристика курса.** Предлагаемый элективный курс посвящён рассмотрению таких тем физической химии, как химическая термодинамика, химическая кинетика, химическое равновесие и поверхностные явления. Значительная часть элективного курса отведена практическим работам, большая часть которых имеет исследовательский характер.

### **Цели курса:**

- расширение, углубление и обобщение знаний о химическом процессе, причинах и механизме его протекания;
- развитие познавательных интересов и творческих способностей учащихся через практическую направленность обучения химии и интегрирующую роль химии в системе естественных наук.

### **Задачи курса:**

- развитие приёмов умственной деятельности, познавательных интересов, склонностей и способностей учащихся;

- формирование естественно-научного мировоззрения учащихся;
- углубление внутренней мотивации учащихся, формирование потребности в получении новых знаний и применение их на практике;
- расширение, углубление и обобщение знаний по химии и физике;
- использование межпредметных связей химии с физикой, математикой, биологией, историей, экологией, рассмотрение значения данного курса для успешного освоения смежных дисциплин;
- совершенствование экспериментальных умений и навыков в соответствии с требованиями правил техники безопасности;
- рассмотрение связи химии с жизнью, с важнейшими сферами деятельности человека;
- развитие у учащихся умения самостоятельно работать с дополнительной литературой и другими средствами информации;
- формирование у учащихся умений анализировать, сопоставлять, применять теоретические знания на практике;
- формирование умений по решению экспериментальных и теоретических задач.

#### **Основные идеи курса:**

- единство материального мира;
- внутри- и межпредметная интеграция;
- взаимосвязь науки и практики;
- взаимосвязь человека и окружающей среды.

**Учебно-методическое обеспечение курса:** оборудование центра Точки роста с использованием системы Releon, программа внеурочной деятельности, учебник «Неорганическая химия» (автор Н.С.Ахметов)

Курс содержит большое количество демонстрационных экспериментов и практических работ. По желанию учителя и в зависимости от оснащённости кабинета некоторым практическим работам можно придать исследовательский характер.

Использование в учебном процессе практических работ способствует обобщению учебного материала, расширяет возможности индивидуального и дифференцированного подходов к обучению, повышает творческую активность школьников, расширяет их кругозор. Включение таких работ в элективный курс прививает учащимся исследовательский подход к их выполнению, помогает в

овладении доступными для учащихся научными методами исследования, формирует и развивает творческое мышление, повышает интерес к познанию химических явлений и их закономерностей. Предлагаемые практические работы включают определение не только качественных, но и количественных характеристик процессов. Систематическое выполнение экспериментальных задач по количественной характеристике процессов развивает у учащихся аккуратность, вырабатывает навыки точности при оценке результатов эксперимента.

Каждая практическая работа включает краткие теоретические сведения и экспериментальную часть. Работы проводятся в группах по 3–4 человека. Выполнение исследований требует предварительной подготовки: перед проведением эксперимента учитель работает отдельно с каждой группой учащихся.

**Формы контроля:** отчёты по практическим работам, самостоятельные творческие работы, тесты, итоговые учебно-исследовательские проекты. Итоговое занятие проходит в виде научно-практической конференции или круглого стола, где заслушиваются доклады учащихся по выбранной теме исследования, которые могут быть представлены в форме реферата или отчёта по исследовательской работе.

## **Содержание курса**

### **Тема 1. Химическая термодинамика (18 ч)**

Первый закон термодинамики. Термохимия. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Зависимость теплового эффекта от температуры. Второй закон термодинамики. Энтропия. Определение возможности и предела протекания процесса. Энергия Гиббса. Энергия Гельмгольца. Зависимость энтропии и энергии Гиббса от температуры.

*Практическая работа № 1 «Калориметрия»*

### **Тема 2. Химическая кинетика (16 ч)**

Скорость химической реакции и влияющие на неё факторы. Влияние концентрации реагентов на скорость реакции. Основной постулат химической кинетики. Кинетические уравнения

односторонних реакций. (Формальная кинетика простых реакций.)  
Методы определения кинетического порядка реакции. Влияние температуры на скорость химической реакции. Каталитические реакции.

*Практическая работа № 2 «Зависимость скорости химической реакции от концентрации реагентов».*

*Практическая работа № 3 «Зависимость скорости реакции от температуры».*

*Практическая работа № 4 «Каталитические реакции».*

*Практическая работа № 5 «Экспериментальное определение скорости химической реакции»*

### **Тема 3. Химическое равновесие (9 ч)**

Обратимые и необратимые химические реакции. Виды химического равновесия. Закон действующих масс. Константа равновесия. Влияние различных факторов на состояние равновесия.

*Практическая работа № 6 «Химическое равновесие».*

### **Тема 4. Поверхностные явления (25 ч)**

Поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Смачивание и не-смачивание. Когезия и адгезия. Адсорбция. Адсорбция на поверхности жидкости. Адсорбция на поверхности твёрдых тел. Хроматография.

*Практическая работа № 6 «Измерение поверхностного натяжения жидкостей».*

*Практическая работа № 7 «Сравнение поверхностной активности растворов веществ одного гомологического ряда».*

*Практическая работа № 8 «Сравнение эффективности моющих средств».*

*Практическая работа № 9 «Адсорбция карбоновых кислот активированным углём».*

*Практическая работа № 10 «Обнаружение катионов металлов с помощью бумажной хроматографии».*

### **Тема 5. Научно-практическая конференция (2 ч)**

Защита рефератов, практических работ исследовательского характера.

Подведение итогов (круглый стол).

## Тематическое планирование

Курс рассчитан на 70 ч в год ( 2 ч в неделю)

Тема	Основное содержание	Количество часов
		70
<b>Тема 1. Химическая термодинамика (18 ч)</b>		
Первый закон термодинамики	Первый закон термодинамики Внутренняя энергия, теплота работа, энтальпия	2
Термохимия. Закон Гесса	Термохимия. Закон Гесса. Расчёт теплового эффекта реакции мето дом комбинирования	2
Следствие из закона Гесса	Первое следствие из закона Гесса стандартная энтальпия образова ния вещества. Второе следствие из закона Гесса, стандартная энталь пия сгорания вещества	2
Зависимость теплового эффекта от температуры. Уравнение Кирхгофа	Закон Кирхгофа, молярная тепло ёмкость вещества, зависимость те плоёмкости и теплового эффекта от температуры	2
<i>Практическая работа № 1 «Калориметрия»</i>	Опыт 1. «Определение теплового эффекта реакции нейтрализации» Опыт 2. «Определение теплового эффекта при растворении соли» Обработка полученных результатов и оформление отчёта	4
Второй закон термодинамики. Энтропия	Самопроизвольные и несамопроиз вольные процессы. Энтропия. Рас чёт изменения энтропии при хи мических реакциях	2



Тема	Основное содержание	Количество часов
		70
<p>Определение возможности и предела протекания процесса. Энергия Гиббса. Энергия Гельмгольца</p>	<p>Изменение энтропии, энергии Гиббса, энергии Гельмгольца — критерии возможности и предела протекания реакции. Расчёт стандартной энергии Гиббса химической реакции</p>	2
<p>Зависимость энтропии и энергии Гиббса от температуры</p>	<p>Определение возможности самопроизвольного протекания реакции в заданных условиях с использованием уравнения Гиббса–Гельмгольца</p>	2
<p><b>Тема 2. Химическая кинетика (16 ч)</b></p>		
<p>Скорость химической реакции и влияющие на неё факторы</p>	<p>Скорость химической реакции. Механизм химической реакции. Элементарная реакция, молекулярность реакции. Факторы, влияющие на скорость реакции</p>	2
<p>Зависимость скорости реакции от концентрации исходных продуктов</p>	<p>Основной постулат химической кинетики. Константа скорости. Порядок реакции. Формальная кинетика реакций целого порядка</p>	2



<p>Методы определения кинетического порядка реакции</p>	<p>Основные методы определения кинетического порядка реакции: метод начальных скоростей, метод определения порядка реакции по периоду полупревращений (метод Освальда), метод подстановки, метод Вант-Гоффа</p>	<p>2</p>
<p><i>Практическая работа № 2 «Зависимость скорости химической реакции от концентрации реагентов»</i></p>	<p>Проведение практической работы: «Определение кинетического порядка реакции разложения тиосерной кислоты». Обработка полученных результатов и оформление отчёта</p>	<p>2</p>

Тема	Основное содержание	Количество часов
		70
Зависимость скорости реакции от температуры	Правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса. Энергия активации	2
<i>Практическая работа № 3 «Зависимость скорости реакции от температуры»</i>	Проведение практической работы. Обработка полученных результатов и оформление отчёта	2
Каталитические реакции	Катализ: гомогенный и гетерогенный. Механизм протекания каталитических реакций	2
<i>Практическая работа № 4 «Каталитические реакции»</i>	Опыт 1. «Активность различных катализаторов в реакции разложения пероксида водорода». Опыт 2. «Каталитическое восстановление ионов железа (III)». Опыт 3. «Кинетика каталитического разложения пероксида водорода». Обработка полученных результатов и оформление отчёта	2
<b>Тема 3. Химическое равновесие (9 ч)</b>		

<p>Химическое равновесие. Обратимые и необратимые химические реакции. Виды химического равновесия</p>	<p>Кинетически необратимые реакции. Кинетически обратимые реакции. Истинное химическое равновесие. Заторможенное химическое равновесие</p>	<p>2</p>
<p>Закон действующих масс. Константы равновесия</p>	<p>Закон действующих масс. Константы равновесия, выраженные через равновесные парциальные давления, равновесные концентрации, равновесные мольные доли</p>	<p>2</p>

Тема	Основное содержание	Количество часов
		70
Влияние различных факторов на состояние равновесия	Влияние катализатора, концентрации веществ — участников равновесия, температуры, общего давления на состояние равновесия. Принцип подвижного равновесия Ле Шателье–Брауна	2
<i>Практическая работа № 5 «Химическое равновесие»</i>	Опыт 1. «Влияние изменения концентраций компонентов и добавок посторонних веществ на положение химического равновесия». Опыт 2. «Изучение химического равновесия гомогенной реакции». Обработка полученных результатов и оформление работы	3
<b>Тема 4. Поверхностные явления (25 ч)</b>		
Поверхностная энергия. Поверхностное натяжение	Особое состояние молекул поверхностного слоя. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Некоторые методы измерения поверхностного натяжения. Пути самопроизвольного снижения поверхностной	2

	энергии. Влияние химической природы веществ на их поверхностное натяжение	
<i>Практическая работа № 6 «Измерение поверхностного натяжения жидкостей»</i>	Проведение практической работы. Обработка полученных результатов и оформление отчёта	2
Смачивание и несмачивание. Растекание	Капиллярные явления — результат смачивания или несмачивания в тонких трубках и узких зазорах. Краевой угол. Уравнение Юнга	2

Тема	Основное содержание	Количество часов
		70
Когезия и адгезия	Когезия и работа когезии, адгезия и работа адгезии. Уравнение Дюпре–Юнга. Адгезия и когезия в природе, технике и повседневной жизни человека	2
Адсорбция. Адсорбция на поверхности жидкости	Адсорбция, адсорбент, адсорбат. Физическая и химическая адсорбция. Поверхностно-активные и по-верхностно-инактивные вещества	2
<i>Практическая работа № 7 «Сравнение поверхностной активности растворов веществ одного го-мологического ряда»</i>	Проведение практической работы. Обработка полученных результатов и оформление отчёта	2
<i>Практическая работа № 8 «Сравнение эффективности моющих средств»</i>	Проведение практической работы. Обработка полученных результатов и оформление отчёта	2

<p>Адсорбция на поверхности твёрдых тел</p>	<p>Основные адсорбенты: активированный уголь, силикагель. Иониты, обменная ёмкость ионитов. Ионообменная адсорбция. Жёсткость воды</p>	<p>2</p>
<p><i>Практическая работа № 9 «Адсорбция карбоновых кислот активированным углём»</i></p>	<p>Проведение практической работы. Обработка полученных результатов и оформление отчёта</p>	<p>2</p>
<p>Хроматография</p>	<p>История открытия хроматографии. Сущность хроматографии. Хроматографическая колонка. Подвижная фаза, неподвижная фаза.</p>	<p>2</p>

Тема	Основное содержание	Количество часов
		70
	Классификация хроматографических методов. Практическое применение хроматографии	
<i>Практическая работа № 10 «Обнаружение катионов металлов с помощью бумажной хроматографии»</i>	Опыт «Обнаружение катионов $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ с помощью бумажной хроматографии». Обработка полученных результатов и оформление отчёта	2
Резервное время	Решение задач, подготовка к научно-практической конференции	3
<b>Тема 5. Научно-практическая конференция (2 ч)</b>		
Итоговое занятие в форме научно-практической конференции	Защита рефератов, практических работ исследовательского характера	2

### Планируемые результаты освоения курса

В результате изучения элективного курса на уровне среднего общего образования у учащихся будут сформированы следующие **предметные результаты**.

*Учащийся научится:*

- раскрывать на примерах роль физической химии в формировании современной научной картины мира и в практической деятельности че-



ловека, взаимосвязь между химией и другими естественными науками;

- устанавливать зависимость скорости химической реакции и смещения химического равновесия от различных факторов с целью определения оптимальных условий протекания химических процессов;
- проводить расчёты теплового эффекта реакции на основе уравнения реакции и термодинамических характеристик веществ;
- прогнозировать возможность и предел протекания химических процессов на основе термодинамических характеристик веществ;
- соблюдать правила безопасного обращения с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии;
- осуществлять поиск химической информации по названиям, идентификаторам, структурным формулам веществ;
- критически оценивать и интерпретировать данные, касающиеся химии, в сообщениях средств массовой информации, ресурсах Интернета, научно-популярных статьях с точки зрения естественно-научной корректности;
- устанавливать взаимосвязи между фактами и теорией, причиной и следствием при анализе проблемных ситуаций и обосновании принимаемых решений на основе химических знаний.

*Учащийся получит возможность научиться:*

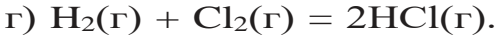
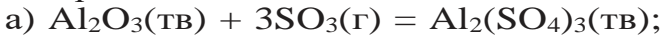
- формулировать цель исследования, выдвигать и проверять экспериментально гипотезы о состоянии равновесия химических систем, энергетических эффектах процессов на основе термодинамических расчётов, о свойствах поверхности различных тел;
- самостоятельно планировать и проводить физико-химические эксперименты с соблюдением правил безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием;
- интерпретировать данные о тепловом эффекте, скорости реакции и влиянии на неё различных факторов, о состоянии равновесия, поверхностном натяжении, адсорбции, полученные в результате проведения физико-химического эксперимента;
- прогнозировать возможность протекания различных химических реакций в природе и на производстве.

### **Оценка достижений планируемых результатов усвоения курса (пример)**

1. Какие термодинамические величины связывает первый закон тер-

модинамики? Сформулируйте его.

2. Как связаны изобарный ( $DH$ ) и изохорный ( $DU$ ) тепловые эффекты химических реакций? Могут ли они быть равны? Если да, то в каких условиях? Из приведённых реакций выберите те, для которых  $DH = DU$ :



Обоснуйте свой выбор.

3. Рассчитайте тепловой эффект процесса превращения графита в алмаз, используя тепловые эффекты следующих процессов:



Выделяется или поглощается теплота в ходе превращения графита в алмаз? Как называются такие процессы?

4. Сформулируйте следствия из закона Гесса для расчёта тепловых эффектов химических реакций на основе: а) энтальпий образования; б) энтальпий сгорания веществ — участников реакций. Используя эти следствия, рассчитайте тепловой эффект реакции:



$D_f^0 H_{298}^0$  кДж/моль 0                      — 393,5   — 110,5

$D_c^0 H_{298}^0$  , кДж/моль                      — 393,5 0                      — 283,0

Необходимые для расчётов справочные данные приведены под формулами веществ. Сравните полученные результаты. Экзо- или эндотермической является данная реакция?

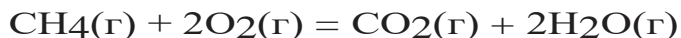
5. Не проводя расчёта, определите знак изменения энтропии в результате реакции, протекающей в нейтрализаторе автомобилей:



Обоснуйте свой вывод. Какое свойство термодинамической системы характеризует энтропия?

6. Рассчитайте изменение энтропии ( $D_r S_{298}^0$ ) в результате реакции сго-

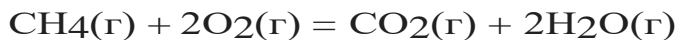
рания метана.



$Q_{298\text{S}}$ , Дж/(моль · К)    186,2    205,0    213,7    188,7

Необходимые для расчётов справочные данные приведены под формулами веществ. Проанализируйте полученный результат. Учитывая стремление термодинамических систем к максимальному беспорядку, отметьте, выгодна или невыгодна данная реакция с этой точки зрения.

7. Рассчитайте стандартную энергию Гиббса химической реакции:



$D H^0$ , кДж/моль — 74,80            — 393,5    — 241,8

$f$             298

$Q_{298\text{S}}$ , Дж/(моль · К)    186,2    205,0    213,7    188,7

Справочные значения стандартных теплот образования и энтропии веществ — участников реакции приведены под формулами веществ. Возможно ли самопроизвольное протекание этой реакции при 298 К?

8. Для следующей реакции  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$  в результате экспериментов, проведённых при постоянной температуре, получены следующие данные о скорости реакции:

Номер эксперимента	Начальная концентрация $\text{SO}_3$ , моль/л	Начальная концентрация $\text{H}_2\text{O}$ , моль/л	Начальная скорость, моль/(л·с)
1	0,1	0,01	0,013
2	0,2	0,01	0,052
3	$x$	0,02	0,234
4	0,1	0,03	0,039

- Определите порядок этой реакции по веществам  $\text{SO}_3$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , а также общий порядок реакции.
  - Рассчитайте константу скорости. Приведите кинетическое уравнение реакции.
  - Чему равна концентрация  $x$  в опыте 3?
9. Для реакции первого порядка  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{г}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{г}) + 1/2\text{O}_2(\text{г})$  определены константы скорости:  $k_1 = 4,75 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$  при  $T_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $k_2 = 0,00203 \text{ с}^{-1}$  при  $T_2 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определите энергию активации этой реакции ( $E_a$ ) и температурный коэффициент скорости реакции ( $g$ ).
10. Равновесие гетерогенной реакции  $2\text{FeO}(\text{тв}) + \text{CO}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{тв}) + \text{CO}(\text{г})$ , протекающей при некоторой температуре, установилось при следующих концентрациях газообразных участников процесса:  $[\text{CO}_2] = 2,40 \text{ моль/л}$ ;  $[\text{CO}] = 0,24 \text{ моль/л}$ .
- Запишите выражение константы равновесия  $K_C$  данной реакции и рассчитайте её значение.
  - Определите изменение энергии Гиббса ( $\Delta DG^0$ ) в результате реакции.

- Рассчитайте новые равновесные концентрации  $\text{CO}_2$  и  $\text{CO}$ , если первоначально установившееся равновесие было нарушено увеличением концентрации  $\text{CO}$  на 1,20 моль/л.
  11. Почему капельки жидкостей при соприкосновении сливаются? Как изменится площадь поверхности при слиянии двух одинаковых капель? Ответ подтвердите расчётом.
  12. Что такое ПАВ? На чём основано их применение? Приведите примеры практического использования ПАВ.
  13. Каким требованиям должен удовлетворять хороший адсорбент? Приведите примеры адсорбентов и области их применения.
  14. В аптеках продают таблетки активированного угля. Предположите, в каких случаях целесообразно их использование и каков их принцип действия.
  15. Вода, используемая в пищевой промышленности для приготовления соков, лимонадов и других напитков, проходит обработку ионитами. Что такое иониты и какова цель такой обработки

