



Подготовка к ВсОШ по химии  
Программа учебно-тренировочных семинаров для 10–11 классов  
Аналитическая и физическая химия

№	Тема занятия	Тип занятия	Содержание занятия
1	Константы равновесия. Равновесие в растворе	Семинар	Входной тест (45 минут). Константа равновесия ( $K_c$ , $K_p$ , $K_x$ ). Пересчёт констант. Равновесие в растворе. Уравнение материального баланса. Общая и равновесная концентрация. Уравнение электронейтральности раствора.
	<b>Материалы методического сопровождения:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А. Начала химии: для поступающих в вузы — 16-е изд. Глава 6. Физико-химическая теория растворов электролитов. Растворы неэлектролитов;</li><li>Еремин В.В. Теоретическая и математическая химия для школьников. Подготовка к химическим олимпиадам. Глава 3. Химическая термодинамика. § 4. Химическое равновесие. § 5. Ионные равновесия в растворах;</li><li>Большова Т.А. и др. Основы аналитической химии. В. 2 т. Т. 1. Глава 4. Химическое равновесие в реальных растворах;</li><li>видеолекция по теме «Теоретические основы аналитической химии» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе).</li></ul>		
2	Кисотно-основное равновесие. Водородный показатель	Семинар	Положения теории Брёнстеда — Лоури. Автопротолиз воды. Константы кислотности и основности, их связь. Связь степени диссоциации и константы кислотности. Расчёт мольной доли компонента в растворе. Логарифмы. Расчёт рН растворов сильной кислоты (основания),





разбавленного раствора сильной кислоты с учётом диссоциации воды.

**Материалы методического сопровождения:**

- Еремин В.В. Теоретическая и математическая химия для школьников. Подготовка к химическим олимпиадам. Глава 3. Химическая термодинамика. § 4. Химическое равновесие. § 5. Ионные равновесия в растворах;
- Большова Т.А. и др. Основы аналитической химии. В. 2 т. Т. 1. Глава 5. Основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии (§ 5.2. Кислотно-основные реакции);
- Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 томах. Том 1. Глава 7. Кислотно-основное равновесие;
- видеолекция по теме «Физико-химические основы аналитической химии» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе);
- видеолекция по теме «Электролитическая диссоциация» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе);
- видеолекция по теме «Кислотно-основные равновесия» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе).

Расчёт pH. Кислотно-основное титрование

Семинар

Расчёт pH растворов слабой кислоты (основания). Расчёт pH растворов амфолитов, буферных систем. Кислотно-основное титрование: основные приемы и расчёты. Кислотно-основные индикаторы.

3

**Материалы методического сопровождения:**

- Большова Т.А. и др. Основы аналитической химии. В. 2 т. Т. 1. Глава 7. Химические методы анализа (7.2. Титриметрические методы);
- Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 томах. Том 1. Глава 8. Кислотно-основные титрования;
- дополнительный видеоматериал «Определение концентрации вещества в растворе методом титриметрии» (просмотр на платформе YouTube, канал «НИЯУ МИФИ»: <https://youtu.be/37luOKWp2M>);





	<ul style="list-style-type: none"><li>дополнительный видеоматериал «КОТ. Техника работы с мерной посудой. Основы титриметрического анализа» (просмотр на платформе YouTube, канал «DusyaChem»: <a href="https://youtu.be/gQJhkJf2_Y">https://youtu.be/gQJhkJf2_Y</a>);</li><li>дополнительный видеоматериал «Расчет pH растворов сильных и слабых кислот» (Карпова Е.В.) (просмотр на платформе YouTube, канал «Дистанционные курсы для абитуриентов Химфака МГУ»: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=zRIQS88FOsl">https://www.youtube.com/watch?v=zRIQS88FOsl</a>);</li><li>видеолекция по теме «Титрование» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе);</li><li>видеолекция по теме «Кислотно-основное титрование. Выбор кислотно-основных индикаторов» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе).</li></ul>		
4	Гетерогенное равновесие	Семинар	Равновесие «осадок — раствор». Растворимость. Произведение растворимости. Решение расчётных задач на растворение (выпадение) осадка в зависимости от концентрации ионов в растворе и pH.
	<b>Материалы методического сопровождения:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Большова Т.А. и др. Основы аналитической химии. В. 2 т. Т. 1. Глава 5. Основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии (§ 5.5. Реакции образования малорастворимых соединений);</li><li>видеолекция по теме «Равновесие «осадок — раствор» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе).</li></ul>		
5	Равновесие комплексообразования	Семинар	Основные комплексообразователи. Константа устойчивости комплекса. Комплексометрическое титрование: основные приёмы и расчёты.
	<b>Материалы методического сопровождения:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Большова Т.А. и др. Основы аналитической химии. В. 2 т. Т. 1. Глава 5. Основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии (§ 5.3. Реакции комплексообразования);</li><li>видеолекция по теме «Комплексные соединения» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе).</li></ul>		





	Окислительно-восстановительное равновесие	Семинар	Электрохимический потенциал. Уравнение Нернста. Расчёты по уравнению Нернста. Влияние pH раствора и комплексообразования на электрохимический потенциал. Окислительно-восстановительное титрование: основные приемы и расчёты.
6	<b>Материалы методического сопровождения:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● Большова Т.А. и др. Основы аналитической химии. В. 2 т. Т. 1. Глава 5. Основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии (§ 5.4. Окислительно-восстановительные реакции). Глава 7. Химические методы анализа (§ 7.2. Титриметрические методы);</li><li>● Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 томах. Том 1. Глава 14. Окислительно-восстановительное и потенциометрическое титрование;</li><li>● видеолекция по теме «Окислительно-восстановительные реакции» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе);</li><li>● видеолекция по теме «Окислительно-восстановительное титрование» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе).</li></ul>		
	Качественный анализ. Гравиметрия	Семинар	Качественный анализ: избранные реакции повышенной сложности. Качественный анализ смесей веществ. Гравиметрия: основные этапы практического выполнения, расчёты.
7	<b>Материалы методического сопровождения:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● Большова Т.А. и др. Основы аналитической химии. В. 2 т. Т. 1. Глава 5. Основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии (§ 5.5. Реакции образования малорастворимых соединений). Глава 7. Химические методы анализа (§ 7.3. Гравиметрические методы);</li><li>● видеолекция по теме «Качественный анализ анионов» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе);</li></ul>		





	<ul style="list-style-type: none"><li>• видеолекция по теме «Качественный анализ катионов» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе).</li></ul>		
8	Обзор некоторых инструментальных методов анализа	Семинар	Спектрофотометрия: основные принципы метода. Закон Бугера — Ламберта — Бера. Выполнение спектрофотометрического определения. Расчётные задачи. Масс-спектрометрия: инструментальное оформление и области применения метода. Пики ионов в масс-спектре.
	<b>Материалы методического сопровождения:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Алов Н.В. и др. Основы аналитической химии. В. 2 т. Т. 2. Глава 10. Спектроскопические методы (§ 10.4. Молекулярная спектроскопия; § 10.5. Радиоспектроскопические методы). Глава 19. Анализ конкретных объектов;</li><li>• Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Практическое руководство;</li><li>• видеолекция по теме «Современные методы аналитической химии» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе).</li></ul>		
9	Математический аппарат физической химии. Производная	Семинар	Функция. Графическое изображение функции. Производная функции. Дифференциал. Физический и геометрический смысл производной. Производная функции многих переменных. Частная производная. Взятие табличных производных. Свойства смешанных производных. Функции состояния в химической термодинамике и их особенности.
	<b>Материалы методического сопровождения:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Еремин В.В. Теоретическая и математическая химия для школьников. Подготовка к химическим олимпиадам. Глава 1. Элементарная математика в химии.</li></ul>		





10	Интегралы. Дифференциальные уравнения	Семинар	Первообразная, интеграл. Определенный интеграл, формула Ньютона — Лейбница. Взятие табличных интегралов. Физический и геометрический смысл интегрирования. Решение дифференциальных уравнений методом разделения переменных. Нахождение зависимости концентрации вещества от времени в реакции первого порядка.
<b>Материалы методического сопровождения:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Еремин В.В. Теоретическая и математическая химия для школьников. Подготовка к химическим олимпиадам. Глава 1. Элементарная математика в химии.</li></ul>			
11	Термохимия	Семинар	Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса. Теплота образования и сгорания. Энергия связи. Потенциал ионизации. Цикл Борна — Габера. Расчёты по термохимическим уравнениям.
<b>Материалы методического сопровождения:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Еремин В.В. Теоретическая и математическая химия для школьников. Подготовка к химическим олимпиадам. Глава 3. Химическая термодинамика. § 1. Тепловые эффекты химических реакций;</li><li>• видеолекция по теме «Тепловой эффект реакции» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе).</li></ul>			
12	Химическая термодинамика	Семинар	Основные понятия термодинамики. Уравнение состояния идеального газа, уравнение Ван-дер-Ваальса. Первый





		закон термодинамики. Внутренняя энергия, теплота, работа, теплоемкость. Закон Кирхгофа.
	<b>Материалы методического сопровождения:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Еремин В.В. Теоретическая и математическая химия для школьников. Подготовка к химическим олимпиадам. Глава 3. Химическая термодинамика;</li><li>• видеолекция по теме «Физическая химия. Химическая термодинамика» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе).</li></ul>	
13	Термодинамическое равновесие	Семинар
		Второй закон термодинамики. Понятие об энтропии. Статистическое определение энтропии. Термодинамические потенциалы. Условия термодинамического равновесия. Оценка возможности протекания химической реакции при заданных условиях по табличным данным. Константа равновесия реакций с участием газов. Изотерма химической реакции.
	<b>Материалы методического сопровождения:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Еремин В.В. Теоретическая и математическая химия для школьников. Подготовка к химическим олимпиадам. Глава 3. Химическая термодинамика. (§ 2. Второй закон термодинамики. § 4. Химическое равновесие);</li><li>• видеолекция по теме «Равновесие в химической реакции» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе);</li><li>• видеолекция по теме «Термодинамическое описание химического равновесия» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе).</li></ul>	





14	Фазовое равновесие	Семинар	Условия фазового равновесия. Правило фаз. Уравнение Клаузиуса — Клапейрона. Диаграммы состояния однокомпонентных систем (вода, сера, фосфор, углерод). Фазовые и мембранные равновесия в двухкомпонентных системах (криоскопия, эбулиоскопия, осмос). Диаграммы $p-x$ ( $T = \text{const}$ ), отклонения от идеальности в системе. Диаграммы $p-x$ ( $T = \text{const}$ ), $T-x$ ( $p = \text{const}$ ) в двухкомпонентных системах.
<b>Материалы методического сопровождения:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Еремин В.В. Теоретическая и математическая химия для школьников. Подготовка к химическим олимпиадам. Глава 3. Химическая термодинамика. (§ 3. Фазовое равновесие и фазовые переходы)</li></ul>			
15	Термодинамика растворов	Семинар	Основные понятия термодинамики растворов. Закон Рауля и закон Генри. Термодинамическая активность. Химические равновесия в растворах. Константы равновесия для реакций в растворах при разном выборе стандартных состояний.
<b>Материалы методического сопровождения:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Еремин В.В. Теоретическая и математическая химия для школьников. Подготовка к химическим олимпиадам. Глава 3. Химическая термодинамика. (§ 8. Термодинамические свойства растворов.)</li></ul>			
16	Химическая кинетика	Семинар	Скорость химической реакции. Закон действующих масс. Константа скорости. Простые и сложные реакции. Молекулярность и порядок реакции. Способы







		экспериментального определения порядка. Прямая и обратная кинетические задачи.
	<b>Материалы методического сопровождения:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Еремин В.В. Теоретическая и математическая химия для школьников. Подготовка к химическим олимпиадам. Глава 4. Химическая кинетика. (§ 1. Закон действующих масс. § 2. Зависимость скорости реакции от температуры. § 3. Сложные реакции);</li><li>• видеолекция по теме «Физическая химия. Кинетика» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе).</li></ul>	
17	Химическая кинетика в описании реакций	Семинар
	<b>Материалы методического сопровождения:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Еремин В.В. Теоретическая и математическая химия для школьников. Подготовка к химическим олимпиадам. Глава 4. Химическая кинетика. (§ 3. Сложные реакции);</li><li>• видеолекция по теме «Химическая кинетика в описании сложных реакций» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе).</li></ul>	Кинетика необратимой реакции первого порядка. Кинетика необратимой реакции нулевого, первого и произвольного ( $n$ ) порядка. Параллельные реакции первого и второго порядка. Принцип независимости протекания. Обратимая реакция первого порядка. Скорость и сродство химической реакции. Константы скорости и константы равновесия.





18	Катализ в химии	Семинар, контрольная работа	Последовательные реакции первого порядка. Метод Боденштейна. Зависимость константы скорости от температуры. Уравнение Аррениуса. Катализ в химии. Теории катализа. Ферментативный катализ. Уравнение Михаэлиса — Ментен. Итоговый тест (45 минут).
	<b>Материалы методического сопровождения:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Еремин В.В. Теоретическая и математическая химия для школьников. Подготовка к химическим олимпиадам. Глава 4. Химическая кинетика. (§4. Катализ);</li><li>• видеолекция по теме «Ферментативные реакции» (доступ предоставляется на электронной образовательной платформе).</li></ul>		

