

## **Рабочая программы дисциплины «Общая химия»**

### **1. Общая химия**

#### **2. Лекторы.**

**2.1.** Доктор физико-математических наук, профессор кафедры физической химии химического факультета Еремин Вадим Владимирович, [vadim@educ.chem.msu.ru](mailto:vadim@educ.chem.msu.ru), (495) 939-12-86.

**2.2.** Доктор химических наук, профессор кафедры неорганической химии химического факультета Шевельков Андрей Владимирович, [shev@inorg.chem.msu.ru](mailto:shev@inorg.chem.msu.ru), (495) 939-34-33.

**2.3.** Доктор химических наук, профессор кафедры органической химии химического факультета Магдесиева Татьяна Владимировна, [tvm@org.chem.msu.ru](mailto:tvm@org.chem.msu.ru)

#### **3. Аннотация дисциплины.**

Курс общей химии предназначен для формирования у физиков представления об основных понятиях и законах химии, свойствах органических и неорганических веществ, химических реакциях и способах управления ими. По сути, этот курс представляет основы химической грамотности. Главные цели курса – показать физикам особенности химического подхода к изучению окружающего мира, дать представление об образе мышления профессиональных химиков, научить физиков применять химию в будущей научной работе.

Курс состоит из трех разделов. В первом вводятся основные понятия и законы химии, второй и третий посвящены изучению свойств неорганических и органических веществ.

Предполагается, что уровень химической эрудиции студентов – очень низкий. Благодаря тому, что в старших классах физико-математических школ химии практически нет, студенты 1-го курса имеют, в лучшем случае, некий минимальный уровень остаточной химической грамотности. Но при этом они обладают логическим мышлением и понимают причинно-следственные связи, что позволяет показать им логическую структуру химии и объяснить движущие силы химических процессов и связь структуры веществ с их свойствами.

К сожалению, курс имеет чисто лекционный и, следовательно, только ознакомительный характер. Для полноценного освоения данной дисциплины совершенно необходимы еженедельные семинары и минимум раз в две недели практические работы. Если семинары в некоторой степени можно заменить самостоятельной работой или дистанционными консультациями, то практическую часть заменить ничем нельзя. Без нее химия остается «бумажной» и не особо полезной. 6-летний опыт преподавания на физическом факультете показывает, что видеозаписи опытов не являются адекватной заменой самостоятельной работе в химической лаборатории.

#### **4. Цели освоения дисциплины.**

Понять логику и возможности химии, особенности химического подхода к изучению окружающего мира.

Научиться понимать язык химических формул и уравнений.

Научиться предсказывать структуру и свойства веществ, их способность взаимодействовать с другими веществами.

Понять движущие силы химических реакций, особенности их протекания и способы управления ими.

## 5. Задачи дисциплины.

- Показать необходимость и плодотворность химического подхода к изучению мира.
- Показать области применения химии в физике.
- Сформировать представление о языке и законах химии.
- Продемонстрировать применение физических теорий к химическим процессам.

## 6. Компетенции.

### 6.1. Компетенции, необходимые для освоения дисциплины.

—

### 6.2. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины.

ОНК-1, ПК-1.

## 7. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен  
знать основные понятия и законы химии;  
уметь составлять и анализировать формулы веществ и уравнения химических реакций;  
понимать связь структуры веществ с их свойствами;  
владеть основами химической грамотности, иметь представление о свойствах важнейших органических и неорганических веществ.

## 8. Содержание и структура дисциплины.

Вид работы	Семестр			Всего
	1	2	3	
<b>Общая трудоёмкость, акад. часов</b>	...	108	...	108
<b>Аудиторная работа:</b>	...	...	...	...
Лекции, акад. часов	...	30	...	30
Семинары, акад. часов	...	...	...	...
Лабораторные работы, акад. часов	...	...	...	...
<b>Самостоятельная работа, акад. часов</b>	...	78	...	78
<b>Вид итогового контроля (зачёт, зачёт с оценкой, экзамен)</b>	...	экзамен	...	...

N раз- дела	Наименование раздела	Трудоёмкость (академических часов) и содержание занятий		
		Аудиторная работа		
		Лекции	Семинары	Лабораторные работы
1	Основные понятия и законы химии	<p>2 часа. Лекция 1. Основные представления о химии</p> <p>Содержание лекции 1. Место химии среди других естественных наук. Взаимодействие физики и химии. Особенности химии как науки. Структура и язык химии. Что изучает химия. Вещество. Классификация химических веществ. Условность термина «чистое вещество».</p> <p>Химические элементы. Распространённость элементов на Земле и во Вселенной.</p> <p>Периодическая система и ее структура.</p> <p>Химические соединения и их характеристики: строение, состав, свойство. Простые и сложные соединения. Стехиометрия: эмпирическая и молекулярная формула соединения. Валентность элементов.</p> <p>Превращения химических соединений. Уравнения реакций. Стехиометрические расчёты по уравнениям реакций.</p>		
		<p>2 часа. Лекция 2. Электронное строение атома</p> <p>Содержание лекции 2. Водородоподобные атомы и ионы. Электронные уровни энергии. Квантовые числа электрона.</p> <p>Многоэлектронные атомы. Одноэлектронное приближение. Эффективные заряды. Принципы заполнения орбиталей.</p> <p>Периодические свойства элементов. Радиусы атомов и ионов. Электроотрицательность.</p>		
		<p>2 часа. Лекция 3. Химическая связь, валентность, геометрия молекул</p> <p>Содержание лекции 3. Образование химической связи между атомами.</p> <p>Ковалентная связь. Валентность. Правило октета. Структуры Льюиса. Характеристики химической связи – длина, энергия, полярность.</p> <p>Геометрия молекул. Модель ОЭПВО. Межмолекулярные взаимодействия: а) ван-дер-ваальсова связь, б) водородная связь.</p>		
		<p>2 часа. Лекция 4. Почему и как идут химические реакции (основные понятия физической химии)</p> <p>Содержание лекции 4. Классификация химических реакций. Стехиометрическое описание химической реакции.</p> <p>Энергетическая кривая элементарной химической реакции. Прямая и обратная реакции.</p>		

		<p>Термодинамическое описание химических реакций. Второй закон в применении к химическим процессам.</p> <p>Химическое равновесие. Константа равновесия. Принцип Ле Шателье. Характерные времена химических реакций. Энергетический барьер химической реакции. Способы активации реагентов.</p> <p>Понятие о механизме химической реакции. Лимитирующая стадия.</p>		
2	Неорганическая химия	<p>2 часа. Лекция 5. Общие понятия неорганической химии. Химические свойства основных классов неорганических веществ</p> <p>Содержание лекции 5. Классификация и номенклатура неорганических веществ. Оксиды, их классификация, получение, свойства. Кислоты, их классификация, получение, свойства. Кислоты-окислители. Основания, их классификация, получение, свойства. Соли, их классификация.</p>		
		<p>2 часа. Лекция 6. Кислотно-основные взаимодействия. Ионные равновесия в растворах</p> <p>Содержание лекции 6. Общие свойства химического равновесия. Электролитическая диссоциация. Кислоты и основания по Аррениусу. Кислотность растворов. pH. Константы диссоциации. Сопряженные кислоты и основания (по Бренстеду). Гидролиз солей и ковалентных соединений. Кислоты и основания по Льюису.</p>		
		<p>2 часа. Лекция 7. Окислительно-восстановительные реакции</p> <p>Содержание лекции 7. Понятия окисления и восстановления. Типичные восстановители и окислители. Метод электронно-ионного баланса. Окислительно-восстановительные потенциалы. Уравнение Нернста. Диаграммы Латимера. Связь ЭДС с термодинамическими свойствами. Химические источники тока. Электролиз растворов и расплавов.</p>		
		<p>2 часа. Лекция 8. Комплексные соединения</p> <p>Содержание лекции 8. Понятие комплексного соединения. Координационная теория Вернера. Типы центральных атомов и лигандов. Геометрическое строение, координационные числа и изомерия комплексов. Теория кристаллического поля. Спектры, окраска и магнитные свойства.</p>		

	ства комплексов. Устойчивость комплексов в растворах.		
	2 часа. Лекция 9. Химия неметаллов  Содержание лекции 9. Положение неметаллов в Периодической системе. Типичные свойства и степени окисления неметаллов. Основные типы соединений, образуемых неметаллами. Особенность водорода. Изотопы водорода; получение и свойства. Ион гидроксония. Гидриды. Благородные газы. Основные физические и химические свойства. Галогены. Галогеноводороды. Взаимодействие галогенов с водой. Кислородные соединения галогенов. Халькогены. Отличительные свойства кислорода, озон. Химические свойства простых веществ. Халькогениды. Водородные соединения. Оксиды и кислородные кислоты серы. Подгруппа азота. Типичные степени окисления. Строение простых веществ. Водородные соединения ЕНЗ. Получение и свойства аммиака, соли аммония. Кислородные кислоты азота и фосфора. Углерод, кремний и бор. Особенности строения, физических и химических свойств. Оксиды углерода, угольная кислота и карбонаты. Оксиды кремния и бора, силикаты, бораты.		
	2 часа. Лекция 10. Химия металлов главных подгрупп  Содержание лекции 10. Положение металлов в Периодической системе. Общие физические и химические свойства металлов. Кристаллическое строение металлов. Щелочные и щелочноземельные металлы. Основные физические и химические свойства. Взаимодействие с кислородом и водой. Щелочи. Основные свойства р-металлов. Положение в Периодической системе. Аналогия с неметаллами. Особенности химии алюминия: взаимодействие с водой, щелочами и кислотами, восстановительные свойства.		
	2 часа. Лекция 11. Химия переходных металлов  Содержание лекции 11. Положение d-металлов в Периодической системе. Электронная конфигурация переходных металлов. Три ряда переходных металлов. Особенности металлов первого переходного ряда. Основные химические свойства: взаимодействие с галогенами, кислородом, растворение в кислотах. Типичные комплексные соединения хрома, железа и кобальта. Переходные металлы второго и тре-		

		<p>того рядов. Типичные степени окисления и химические свойства. Особенности химии молибдена: изменение окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств при изменении степени окисления.</p> <p>Химия f-элементов. Лантаниды и актиниды. Основные свойства и степени окисления.</p>		
3	<b>Органическая химия</b>	<p>2 часа. Лекция 12. Основные понятия органической химии</p> <p>Содержание лекции 12.</p> <p>Органическая химия – химия соединений углерода. Способы изображения структуры органических молекул. Различные типы гибридизации атома углерода, их особенности. Типы связывания между атомами и способы разрыва связи.</p> <p>Реакционноспособные частицы и интермедиаты (карбокатионы, карбанионы, радикалы), особенности их строения. Устойчивость интермедиатов и ее связь с электронными эффектами. Индуктивный и мезомерный эффекты, различные способы перераспределения электронной плотности. Понятие об электрофилах и нуклеофилах.</p> <p>Насыщенные углеводороды (алканы). Особенности строения. Понятие о конформации и конфигурации. Диаграмма изменения энергии конформеров в зависимости от двугранного угла. Реакции радикального замещения. Устойчивость органических радикалов, ее объяснение с помощью электронных эффектов.</p> <p>Радикальное галогенирование. Понятие о селективности реакции. Ловушки радикалов: принцип действия. Функционализация алканов (нитрование, сульфохлорирование, крекинг). Понятие об оптической изомерии. Стереохимический результат реакции: связь с механизмом.</p> <p>Непредельные углеводороды. Алкены, особенности строения. Геометрическая изомерия. Реакции электрофильного присоединения: механизм. Связь региоселективности присоединения с устойчивостью карбокатионного интермедиата (Правило Марковникова). Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация, гидрирование: особенности механизмов. Понятие о сопряженном присоединении.</p>		
		<p>2 часа. Лекция 13. Химические свойства углеводородов</p> <p>Содержание лекции 13.</p> <p>Диены. Особенности сопряженных диенов. 1,2- и 1,4-присоединение, зависимость от температуры. Понятие о термодинамическом и кинетическом контроле. Реакция циклоприсоединения как пример стереоселек-</p>		

		<p>тивной реакции.</p> <p>Алкины. Особенности строения. Реакции электрофильного присоединения к алкинам. Сравнение реакционной способности двойной и тройной связи. Кислотность С-Н связи в терминальных алкинах, образование ацетиленидов.</p> <p>Ароматические углеводороды. Бензол или «циклогексатриен»? Понятие о резонансной стабилизации. Реакция электрофильного ароматического замещения (<math>S_EAr</math>), механизм. Влияние заместителей на реакционную способность бензольного ядра и ориентацию замещения. Нуклеофильное ароматическое замещение (<math>S_NAr</math>).</p> <p>Алкилгалогениды, спирты, амины, эфиры. Особенности строения: полярность связей, наличие неподеленных электронных пар. Кислотно-основные свойства спиртов и аминов.</p>		
		<p>2 часа. Лекция 14. Химические свойства галоген, азот- и кислородсодержащих органических соединений</p> <p>Содержание лекции 14.</p> <p>Алкилгалогениды, спирты, амины, эфиры в реакциях нуклеофильного замещения. Механизмы <math>S_N1</math> и <math>S_N2</math>: влияние природы субстрата, реагента. Stereoхимический результат реакции: связь с механизмом. Особенности реакций нуклеофильного замещения в спиртах. Конкуренция элиминирования и замещения. Реакции нуклеофильного замещения в синтезе. Синтез и свойства простых эфиров. Понятие о краун-эфирах. Амины как нуклеофилы. Сравнение свойств алифатических и ароматических спиртов и аминов (кислотно-основные свойства, нуклеофильность, влияние OH и NH<sub>2</sub> группы на свойства бензольного ядра). Качественная реакция на многоатомные спирты.</p> <p>Карбонильные соединения. Строение карбонильной группы. Реакции нуклеофильного присоединения, механизм. Присоединение спиртов, производных аммиака, металлоорганических соединений, образование циангидринов. Реакции с участием <math>\alpha</math>-H. Алкилирование карбонильных соединений и альдольно-кетоновая конденсация.</p> <p>Карбоновые кислоты и их производные – ангидриды, хлорангидриды, сложные эфиры, амиды. Особенности строения, карбонильная активность. Реакции нуклеофильного присоединения с отщеплением – взаимные переходы между производными кислот. Кислотные свойства карбоксильной группы. <math>\alpha</math>-Галогенирование кислот: путь к</p>		

	<p>синтезу аминокислот.</p> <p>2 часа. Лекция 15. Окислительно-восстановительные реакции. Азотсодержащие гетероциклы. Полифункциональные природные соединения</p> <p>Содержание лекции 15. Особенности окислительно-восстановительных реакций органических соединений. Реакции восстановления: каталитическое гидрирование и перенос гидрид иона. Восстановление углеводов, карбонильных соединений, производных кислот. Окисление спиртов, альдегидов, углеводов, наиболее употребительные реагенты. Азотсодержащие гетероциклические соединения. Пиридин. Пиррол. Особенности строения, кислотно-основные свойства, реакции электрофильного ароматического замещения. Нуклеиновые основания, их биологическая роль. Углеводы (альдозы и кетозы). Образование циклической формы глюкозы как нуклеофильное присоединение по карбонильной группе. Реакции по карбонильной и гидроксильной группам. Особые свойства гликозидного гидроксила. Синтез нуклеиновых кислот как последовательность реакций нуклеофильного замещения и присоединения с отщеплением. Понятие о нуклеотидах и нуклеозидах. Аминокислоты. Образование пептидных связей как пример реакции нуклеофильного присоединения с отщеплением. Белки. Понятие о жирных кислотах и жирах.</p>		
--	--	--	--

## 9. Место дисциплины в структуре ООП ВПО

1. Естественнонаучная дисциплина по выбору.
2. Вариативная часть, блок В-ЕН
3. Данный курс как часть основ естествознания связан с курсом физической химии (3-й курс, 6 семестр). Уровень входных знаний соответствует уровню выпускника средней школы. В курсе используются сведения из квантовой механики и термодинамики, однако их знание не предполагается.

## 10. Образовательные технологии

Используются классические образовательные технологии: лекции (сочетание мела, доски и проектора с преобладанием первых), демонстрационные опыты, краткие лекционные опросы.

## 11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Входящий контроль – тест на 1-й лекции:



**1. К индивидуальным веществам относятся:**

- а) вода б) чугун в) бронза г) метан д) бензин  
е) медь ж) молоко з) мел и) нефть

*Средний балл – 43%*

**2. Соляная кислота – это раствор ...**

- а)  $H_2SO_4$  б)  $HCl$  в)  $H_2SO_3$  г)  $HF$  д)  $HCOOH$  е)  $NaCl$

*Средний балл – 82%*

**3. Напишите электронную конфигурацию атома углерода.**

*Средний балл – 22%*

**4. Глюкоза – это**

- а) незаменимая аминокислота б) углеводород  
в) углевод г) фермент д) гликоген

*Средний балл – 54%*

**5. К аллотропным модификациям углерода относятся:**

- а) графит б) карбамид в) фуллерен  
г) графен д) карбид бора е) стирол

*Средний балл – 54%*

**6. а) Запишите формулу перекиси водорода**

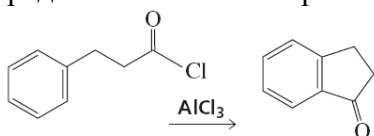
- б) Напишите уравнение ее разложения на свету

*Средний балл – 49%*

Полный перечень вопросов к экзамену.

1. Место химии среди других естественных наук. Взаимодействие физики и химии. Особенности химии как науки. Основные теории химии. Химическая номенклатура.
2. Причины многообразия органических веществ. Гибридизация атома углерода. Типы связывания между атомами и способы разрыва связи.
3. Напишите уравнения реакций, соответствующие схеме:  
 $N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2$ .
4. Соединения молекулярного и немолекулярного строения. Химическая формула: молекулярная, эмпирическая, структурная.
5. Структурная и пространственная изомерия органических соединений. Примеры.
6. Приведите реакции, подтверждающие сходство химии соединений железа и хрома в степени окисления +3.
7. Химическая связь, причины её образования. Ковалентная связь и её характеристики. Правило октета. Структуры Льюиса.
8. Жиры, строение, физические и химические свойства. Жирные кислоты.
9. Составьте уравнения реакций взаимодействия бора и кремния с кислородом и фтором. Предскажите свойства полученных соединений.
10. Скорость химической реакции и факторы, от которых она зависит. Закон действующих масс.
11. Водород – химический элемент и простое вещество. Изотопы водорода, различие в свойствах. Ион гидроксония. Гидриды.
12. Опишите строение заданного углеводорода, определите типы гибридизации каждого атома.
13. Химические элементы. Распространённость элементов на Земле и во Вселенной. Периодическая система и её структура.

14. Реакционноспособные частицы и интермедиаты в органической химии. Индуктивный и мезомерный эффекты. Понятие об электрофилах и нуклеофилах.
15. Напишите уравнения реакций, соответствующие схеме:  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{P} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$ .
16. Элементарная реакция. Механизм химической реакции. Принцип лимитирующей стадии.
17. Кислотность растворов. pH. Константы диссоциации. Сопряжённые кислоты и основания (по Бренстеду).
18. Предложите способ синтеза заданного органического вещества из этилена.
19. Химические источники тока, их классификация.
20. Положение неметаллов в Периодической системе. Типичные свойства и степени окисления неметаллов. Основные типы соединений, образуемых неметаллами.
21. Определите продукты реакции: а) 1-метилциклопентена с бромоводородом; б) бутена-2 с водным раствором хлороводорода.
22. Простейшая теория кристаллического поля, её использование для объяснения окраски и магнитных свойств комплексных соединений.
23. Оксиды, их классификация, получение, свойства.
24. Предложите механизм реакции:



25. Электролитическая диссоциация. Кислоты и основания по Аррениусу. Константы кислотности и основности.
26. Кислоты, их классификация, получение, свойства. Кислоты-окислители.
27. Приведите структуру вещества, которое может вступать в реакции как электрофильного замещения, так и электрофильного присоединения. Напишите уравнения соответствующих реакций.
28. Электрохимические цепи. ЭДС цепи, её связь с термодинамическими свойствами реакции.
29. Насыщенные углеводороды (алканы). Строение и химические свойства. Механизм радикального замещения.
30. Используя Периодическую систему, определите высшую и низшую степени окисления следующих элементов: C, P, Ge, Se, I. Приведите примеры соответствующих соединений.
31. Термодинамические функции химической реакции: энтропия, энтальпия, энергия Гиббса. Второй закон в применении к химическим реакциям при постоянных температуре и давлении.
32. Гидролиз солей.
33. Сравните кислотные свойства двух заданных органических соединений. Объясните причины различной кислотности.
34. Геометрия молекул. Модель ОЭПВО.
35. Алкены, особенности строения. Геометрическая изомерия. Химические свойства. Реакции электрофильного присоединения: механизм.
36. Определите формулу вещества по массовым долям элементов (задается преподавателем).
37. Энергетический барьер химической реакции. Способы активации реагентов.
38. *d*-металлы первого переходного ряда. Основные химические свойства: взаимодействие с галогенами, кислородом, растворение в кислотах.
39. Сравните основные свойства двух заданных органических соединений. Объясните причины различной основности.
40. Межмолекулярные взаимодействия и их влияние на свойства веществ. Примеры водородной связи в органических и неорганических веществах.

41. Диены. Особенности сопряжённых диенов. 1,2- и 1,4-присоединение, зависимость от температуры. Понятие о термодинамическом и кинетическом контроле.
42. Напишите уравнения реакций, соответствующие схеме:  $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$
43. Химическое равновесие. Константа равновесия и её свойства. Принцип Ле Шателье.
44. Ароматические углеводороды. Строение. Реакция электрофильного замещения, механизм. Влияние заместителей на реакционную способность бензольного ядра и ориентацию замещения.
45. Предложите методы получения  $\text{MnSO}_4$  из  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{CuI}$  из  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  из  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$  из  $\text{AgCl}$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  из  $\text{Fe}$ .
46. Энергетическая кривая элементарной химической реакции. Прямая и обратная реакции: тепловой эффект и энергия активации.
47. Алкины. Особенности строения и химические свойства. Сравнение реакционной способности двойной и тройной связи.
48. Напишите уравнения реакций, соответствующие схеме:  $\text{Al} \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
49. Характеристики ковалентной химической связи – длина, энергия, полярность.
50. Углеводы (альдозы и кетозы). Линейная и циклические формы глюкозы. Глюкоза как бифункциональное соединение.
51. Напишите уравнения реакций, соответствующие схеме:  $\text{Mn}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{MnO} \rightarrow \text{Mn} \rightarrow \text{MnSO}_4$ .
52. Понятия окисления и восстановления. Типичные восстановители и окислители. Влияние среды на продукты окислительно-восстановительных реакций.
53. Аминокислоты как бифункциональные соединения. Природные аминокислоты. Представление о строении белков.
54. Напишите уравнения реакций, соответствующие схеме:  $\text{Cu} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}$ .
55. Галогены. Галогеноводороды. Взаимодействие галогенов с водой. Кислородные соединения галогенов.
56. Представление о строении нуклеиновых кислот. Понятие о нуклеотидах и нуклеозидах. Сравнение ДНК и РНК.
57. Определите возможные продукты растворения дисульфида железа  $\text{FeS}_2$  в концентрированной  $\text{HNO}_3$ . Напишите уравнения полуреакций окисления и восстановления и общее уравнение реакции.
58. Халькогены. Химические свойства простых веществ. Халькогениды. Водородные соединения. Оксиды и кислородные кислоты серы.
59. Азотсодержащие гетероциклические соединения. Пиридин. Пиррол. Особенности строения, кислотно-основные свойства, реакции электрофильного ароматического замещения.
60. Напишите уравнения полуреакций на электродах и суммарное уравнение электролиза водного раствора гидроксида калия
61. Основные свойства *p*-металлов. Положение в Периодической системе. Особенности химии алюминия: взаимодействие с водой, щелочами и кислотами, восстановительные свойства.
62. Функциональные производные карбоновых кислот – ангидриды, хлорангидриды, сложные эфиры, амиды. Особенности строения, карбонильная активность. Взаимные переходы между производными кислот.
63. Рассчитайте потенциал водородного электрода в чистой воде.
64. Подгруппа азота. Типичные степени окисления. Строение простых веществ. Водородные соединения  $\text{EH}_3$ . Получение и свойства аммиака, соли аммония.
65. Окислительно-восстановительные реакции в органической химии. Восстановление углеводов, карбонильных соединений, производных кислот. Окисление спиртов, альдегидов, углеводов.

66. В топливном элементе происходит окисление метана кислородом воздуха до углекислого газа и воды, электролит – кислота. Напишите уравнения полуреакций на электродах.
67. Углерод. Особенности строения, физических и химических свойств. Оксиды углерода, угольная кислота и карбонаты.
68. Карбоновые кислоты. Особенности строения карбоксильной группы. Химические свойства карбоновых кислот.
69. Приведите формулы оснований, сопряжённых следующим кислотам:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ . Расположите основания в порядке увеличения их силы в водном растворе.
70. Переходные металлы второго и третьего рядов. Типичные степени окисления и химические свойства. Особенности химии молибдена в различных степенях окисления.
71. Карбонильные соединения. Строение карбонильной группы. Реакции нуклеофильного присоединения, механизм. Сравнение химических свойств альдегидов и кетонов.
72. Приведите формулы кислот, сопряжённых следующим основаниям:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ . Расположите кислоты в порядке увеличения их силы в водном растворе.
73. Комплексные соединения. Основные понятия. Геометрическое строение и изомерия комплексов.
74. Щелочные и щелочноземельные металлы. Основные физические и химические свойства. Взаимодействие с кислородом и водой.
75. Рассчитайте pH 1.5 М раствора уксусной кислоты ( $K_a = 1.8 \cdot 10^{-5}$ ).
76. Положение металлов в Периодической системе. Общие физические и химические свойства металлов. Кристаллическое строение металлов.
77. Кислотно-основные свойства органических соединений на примере спиртов и аминов.
78. Напишите структурные формулы всех ароматических соединений состава  $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ . Определите, к какому классу органических соединений принадлежит каждый из изомеров.
79. Кремний и бор. Особенности строения, физических и химических свойств. Оксиды кремния и бора, силикаты, бораты.
80. Реакции нуклеофильного замещения. Механизмы  $S_N1$  и  $S_N2$ . Особенности реакций нуклеофильного замещения в спиртах. Конкуренция элиминирования и замещения.
81. Дан список веществ:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ . Расположите их в порядке возрастания pH 0.1 М водного раствора.
82. Кислородные кислоты азота и фосфора. Структуры и кислотность.
83. Сравнение свойств алифатических и ароматических спиртов и аминов (кислотно-основные свойства, нуклеофильность, влияние OH и  $\text{NH}_2$  группы на свойства бензольного ядра).
84. С какими из перечисленных веществ будет реагировать  $\text{KOH}$  в водном растворе:  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ? Напишите уравнения возможных реакций.

## 12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### Основная литература

1. В.В.Еремин, А.Я.Борщевский. Общая и физическая химия. – М., Интеллект, 2012.
2. Н.Е.Кузьменко, В.В.Еремин, В.А.Попков. Начала химии. – М.: Экзамен, 2005-2013. Гл. 1, 9-31.
3. И.И.Грандберг. Органическая химия. – М.: Дрофа, 2001.
4. М.А.Юровская, А.В.Куркин. Основы органической химии. – М., Бином, 2010.

### Дополнительная литература

1. Д.Шрайвер, П.Эткинс. Неорганическая химия. – М.: Мир, 2004.
2. Л.Полинг. Природа химической связи. – М., 1947.

3. Дж.Робертс, М.Кассерио. Основы органической химии.–М.: Мир, 1978.

Интернет-ресурсы

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/fizfak/welcome.html>

### **13. Материально-техническое обеспечение**

В соответствии с требованиями п.5.3. образовательного стандарта МГУ по направлению подготовки «Физика».

Аудитория – ЮФА, проектор

Аудитория – БХА, химические реактивы, видеокамера

Аудитория – ЮХА, химические реактивы