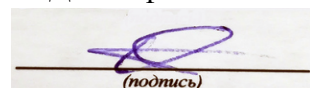


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова

Базовая кафедра нанотехнологий в электронике
в ЯФ ФГБУН «Физико-технологический институт» РАН

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета



(подпись)

И. С. Огнев

« 23 » мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
«Химия»

Направление подготовки
11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль)
«Интегральная электроника и наноэлектроника»

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «30» марта 2023 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от « 25 » апреля 2023 года

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целями изучения дисциплины «Химия» обучающимися по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника» являются:

- формирование у обучающихся представлений о фундаментальном единстве естественных наук;
- освоение основных положений химии в связи с физическими представлениями о строении атома и вещества, законами термодинамики, теорией электропроводности электролитов;
- развитие готовности студентов к самообучению, поиску и использованию информации, необходимой для решения учебных и исследовательских задач.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химия» относится к разделу общенаучных дисциплин в цикле образовательных программ. Дисциплина основывается на базовых знаниях, полученных студентами при изучении химии в курсе средней школы. Для усвоения дисциплины студент должен владеть базовой химической терминологией; понимать смысл химических формул и символов, индексов и коэффициентов в химических уравнениях реакций; иметь представления об основных классах неорганических соединений; понимать различие между химическими и физическими явлениями. Для успешного освоения изучение дисциплины должно проходить вслед за или параллельно с освоением таких разделов модуля «Общая физика» как «Молекулярная физика и термодинамика», «Электричество и магнетизм», «Атомная физика».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИД_ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы.	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • электронное строение атомов и принципы построения периодической системы элементов; • основы теории химической связи в соединениях разных типов; • классы и номенклатуру неорганических химических соединений; • основные закономерности химических превращений, кинетические и термодинамические способы их описания; • свойства растворов и электролитов; • основы электрохимических процессов, принцип функционирования электрохимических источников энергии.
	ИД_ОПК-1.2. Способен применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.	Уметь: <ul style="list-style-type: none"> • давать названия химическим неорганическим соединениям, по названию соединения определять его структурную формулу; • характеризовать атом с точки зрения заполнения оболочек и подоболочек, вычислять энергию электронов на орбиталях, энергию электронных переходов в атомах; • описывать качественно и полуколичественно химическую связь с использованием методов валентной связи и молекулярных орбиталей, понятия об ионности связи; • количественно описывать кинетику химической реакции, прогнозировать возможность и направление протекания реакции с использованием термодинамических функций; • определять количественные характеристики растворов электролитов; • давать количественное описание электродных процессов.

	<p>ИД_ОПК-1.3. Демонстрирует навыки использования знаний физики и математики при решении практических задач.</p>	<p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • решения типовых задач по курсу общей химии и задач электрохимии; • самостоятельной работы с различными источниками информации по тематике курса; • поиска и использования частной справочной информации для решения учебных задач и применения в сфере профессиональной деятельности
--	--	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 акад.часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам) Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Строение атома	5	3	4					Задания для самостоятельной работы, Тест для самопроверки Контрольная работа №1 ЭУК в LMS Moodle
2	Строение молекул, химическая связь	5	4	3					
3	Термодинамика и кинетика химических процессов	5	4	4					
4	Растворы и электролиты	5	3	3					
5	Основы электрохимии	5	3	3					Задания для самостоятельной работы, Контрольная работа №2 ЭУК в LMS Moodle
							0,3	37,7	Зачет
	Всего		17	17			0,3	37,7	

5. Содержание разделов дисциплины:

1. Строение атома.

- 1.1. Основы квантовой физики: гипотеза де Бройля, соотношение неопределенностей Гейзенберга, уравнение Шредингера, волновая функция.
- 1.2. Строение водородоподобных атомов.
Планетарная модель атома, постулаты Бора. Спектральные серии атомарного водорода, квантование энергии электрона в атоме. Уравнение Шредингера для

- водородоподобного атома, квантование момента импульса и его проекции. Спин электрона.
- 1.3. Многоэлектронные атомы. Принцип Паули, правило Хунда, правила Клечковского. Периодическая система элементов. Закон Мозли, правила Слэйттера, энергия электронных переходов, характеристическое рентгеновское излучение атома.
 - 2. Строение молекул, химическая связь**
 - 2.1. Виды химической связи, энергия химической связи. Ковалентная химическая связью. Метод валентных связей, геометрические типы связи, донорно-акцепторный и гибридационный механизмы образования связи. Основы метода молекулярных орбиталей.
 - 2.2. Ковалентная полярная и ионная связь. Понятие об электроотрицательности атома, количественные критерии ионности связи. Валентность, ковалентность и электровалентность.
 - 2.4. Понятие о металлической связи
 - 2.3. Межмолекулярные взаимодействия и их влияние на физические свойства вещества. Водородная связь.
 - 2.5. Номенклатура и основные классы неорганических соединений, комплексные соединения.
 - 3. Кинетика и термодинамика химических процессов**
 - 3.1. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса. Термодинамические параметры. Термодинамические функции: внутренняя энергия, тепловая функция, свободная энергия, энергия Гиббса. Направленность химического процесса. Вычисление изменения термодинамических функций в ходе химической реакции.
 - 3.2. Скорость химической реакции, молекулярность и порядок реакции. Энергия активации реакции, правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса
 - 3.3. Равновесные химические реакции, константа химического равновесия, способы её выражения. Принцип Ле Шателье – Брауна. Связь кинетических и термодинамических характеристик химической реакции. Изотермы Вант-Гоффа.
 - 4. Растворы и электролиты**
 - 4.1. Растворение и сольватация, способы выражения концентрации растворов, произведение растворимости. Тепловой эффект растворения.
 - 4.2. Электролитическая диссоциация, степень и константа электролитической диссоциации. Особенности электропроводности электролитов, характеристики проводимости электролитов.
 - 4.3. Явление гидролиза, константа и степень гидролиза. Показатель кислотности раствора. Буферные растворы.
 - 5. Основы электрохимии**
 - 5.1. Окислительно-восстановительные реакции. Стандартный потенциал полуреакции, вычисление потенциалов полуреакций для произвольных температур и концентраций.
 - 5.2. Электродные процессы. Уравнение Нернста. Типы измерительных электродов: водородно-платиновый, редокс-электрод, каломельный, ион-селективные электроды.
 - 5.3. Гальванические цепи: физические, концентрационные, собственно электрохимические.
 - 5.4. Электрохимические источники энергии. Неравновесные электродные процессы, поляризация электродов. Перспективные материалы для аккумуляторов.
 - 6. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция с элементами лекции-беседы – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по закреплению полученных на лекции знаний.

Консультации – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

Электронный учебный курс «Химия» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены тексты конспектов лекций в виде презентаций по некоторым темам дисциплины;
- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

7. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются: для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- графический редактор Inkscape (Freeware);
- графический редактор GIMP (Freeware);
- Adobe Acrobat Reader.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Глинка Н.Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов / Под ред. А.И. Ермакова. – изд. 30-е, исправленное – М.: Интеграл-Пресс, 2003. – 728 с.
2. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.А. Рабиновича и Х.М. Рубиной. - М.: Интеграл-Пресс, 2005. – 240 с.

б) дополнительная литература

1. Савельев И.В. Курс физики: учебник в 3-х томах Т3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - М.: Наука, 1989. - 301с.
2. Антропов Л.И. Теоретическая электрохимия. Учебник. – изд. 4-е - М.: Высшая школа, 1984. - 509 с.
3. Стась Н.Ф., Лисецкий В.Н. Задачи, упражнения и вопросы по общей химии. Учебное пособие. – Томск, 2006. – 80 с.
4. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. К.П. Мищенко и А.А. Равделя. – изд. 7-е - Л.: Химия, 1974 г. – 200 стр.
5. Бацанов С.С. Структурная химия. Факты и зависимости. - М.: Диалог-МГУ, 2000. — 292 с.

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- лабораторное оборудование Центра коллективного пользования «Диагностика микро и наноструктур»
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Доцент базовой кафедры нанотехнологий в электронике
в ЯФ ФГБУН ФТИАН им. К. А. Валиева РАН, к.б.н.

_____ Д.Э.Пухов
(подпись)

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Химия»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,
характеризующих этапы формирования компетенций**

**1.1 Контрольные задания,
используемые в процессе текущей аттестации**

***Контрольные задания для самостоятельного внеаудиторного решения
Задачи по темам «Строение атома», «Строение молекул, химическая связь»***

Вариант 1

1. Одно и то же количество металла соединяется с 0,200 г кислорода и с 3,17 г одного из галогенов. Определить эквивалентную массу галогена.
2. При сжигании 3,00 г антрацита получилось 5,30 л CO_2 , измеренного при нормальных условиях. Сколько процентов углерода (по массе) содержит антрацит?
3. Какие из перечисленных кислот образуют кислые соли: HI , H_2Se , H_2SeO_3 , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, CH_3COOH ?
4. Написать электронные формулы ионов: а) V^{2+} ; б) V^{5+} ; в) Mn^{4+} ; г) Fe^{2+} ; д) Cr^{3+} ; е) S^{6-} .
5. Оцените энергию сродства к электрону атома кислорода
6. Описать (указать способ образования ковалентной связи и их геометрический тип) с позиций метода валентных связей электронное строение молекулы BF_3 и иона BF_4^- .
7. Изобразите в соответствии с методом молекулярных орбиталей приблизительную схему образования молекулы азид углерода (CN). Каковы ковалентности атомов в данном соединении?
8. Температура плавления хлорида натрия (800°C) выше таковой (430°C) для хлорида меди (I). Объясните различия в температурах плавления на основе понятия об ионности связей. Оцените степень ионности связи в кристаллах вышеуказанных хлоридов. Координационное число атома в кристалле NaCl – 6, CuCl – 4.

Вариант 2

1. Масса 1 л кислорода равна 1,4 г. Сколько литров кислорода расходуется при сгорании 21 г магния, эквивалент которого равен $1/2$ моля?
2. Найти молекулярную формулу соединения бора с водородом, если масса 1 л этого газа равна массе 1 л азота, а содержание бора в веществе составляет 78,2% (масс.).
3. С какими из перечисленных ниже веществ будет реагировать соляная кислота: N_2O_5 , $\text{Zn}(\text{OH})_2$, CaO , AgNO_3 , H_3PO_4 , H_2SO_4 ? Составить уравнения реакций.
4. Написать электронные формулы ионов: а) Sn^{2+} ; б) Sn^{4+} ; в) Mn^{2+} ; г) Cu^{2+} ; д) Cr^{3+} ; е) S^{2-} .
5. Оцените энергию $K\alpha$ -линии характеристического излучения атома хлора.
6. Описать (указать способ образования ковалентной связи и их геометрический тип) с позиций метода валентных связей электронное строение молекулы NH_3 и иона NH_4^+ . Может ли существовать ион NH_5^{2+} ?
7. Объясните с позиций метода молекулярных орбиталей изменение энергии диссоциации молекул в ряду F_2 (150 кДж/моль) - O_2 (490 кДж/моль) - N_2 (950 кДж/моль). Приведите схемы образования молекул.
8. Какая из связей, Ca-F или Ca-Cl , наиболее полярна? Какое из соединений, CaF_2 или CaCl_2 , плавится при более высокой температуре?

Вариант 3

1. Определить эквивалентные массы металла и серы, если 3,24 г металла образует 3,48 г оксида и 3,72 г сульфида.
2. При взрыве смеси, полученной из одного объема некоторого газа и двух объемов кислорода, образуются два объема CO_2 и один объем N_2 . Найти молекулярную формулу газа.
3. Написать уравнения реакций, доказывающих кислотный характер SeO_2 , SO_3 , Mn_2O_7 , P_2O_5 , CrO_3 .
4. Структура валентного электронного слоя атома элемента выражается формулой: а) $5s^25p^4$; б) $3d^54s^1$. Определить порядковый номер и название элемента.
5. Оцените минимальную энергию γ -фотона, способного однократно ионизировать внутреннюю оболочку атома углерода
6. Оксид азота (II) склонен к образованию димеров. Постройте схему образования таких димеров с позиций метода валентных связей.
7. По методу молекулярных орбиталей постройте схему образования молекулы N_2^- . Каковы ковалентности связей?
8. Гидроксиды KOH и HClO диссоциируют в водных растворах по типу основания и кислоты соответственно. На основании представления об электроотрицательности объясните такой характер растворения.

Вариант 4

1. Вычислить атомную массу двухвалентного металла и определить, какой это металл, если 8,34 г металла окисляются 0,680 л кислорода (условия нормальные).
2. Найти формулу кристаллогидрата хлорида бария, зная, что 36,6 г соли при прокаливании теряют в массе 5,4 г.
3. Назвать соли: а) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$; б) NaH_2SbO_4 ; в) $\text{K}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$; г) $\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3$; д) CaCrO_4 ; е) K_3AsO_4 ; ж) $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; з) $\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2$; и) CrOHSO_4 ; к) $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$; л) NaHS .
4. Составить электронно-графические схемы ионов Fe^{2+} и Fe^{3+} . Чем можно объяснить особую устойчивость электронной конфигурации иона Fe^{3+} ?
5. Первый потенциал ионизации атома лития составляет 5,39 В. Оцените величину экранирования 2s-электрона каждым из электронов К-оболочки.
6. Диоксид азота склонен к образованию димеров. Постройте схему образования таких димеров с позиций метода валентных связей.
7. Изобразите в соответствии с методом молекулярных орбиталей приблизительную схему образования цианид-иона по схеме $\text{C}^- + \text{N}^0 \rightarrow \text{CN}^-$. Каковы ковалентности атомов в данном соединении?
8. Энергия ионизации и сродства к электрону для лития составляет соответственно 5,39 и 0,59 эВ. Оцените относительные электроотрицательности атомов серебра и алюминия по Малликену, если энергии ионизации для них 7,58 и 5,99 эВ, а энергии сродства к электрону 1,3 и 0,46 эВ. Сравните полученные значения с электроотрицательностями элементов по Полингу.

Вариант 5

1. Для растворения 16,8 г металла потребовалось 14,7 г серной кислоты. Определить эквивалентную массу металла и объем выделившегося водорода (условия нормальные).
2. Найти простейшую формулу вещества, в состав которого входят водород, углерод, кислород и азот в соотношении масс 1 : 3 : 4 : 7.
3. Какое взаимодействие приведет к получению нормальной соли из хлорида гидроксомагния: а) $\text{MgOHCl} + \text{NaOH}$; б) $\text{MgOHClO}_3 + \text{NaOH}$; в) $\text{MgOHClO}_3 + \text{HCl}$; г) $\text{MgOHCl} + \text{HCl}$?
4. Указать номер элемента, у которого: а) заканчивается заполнение электронами орбиталей 4d; б) начинается заполнение подуровня 4p.
5. Оцените энергию сродства к электрону для атома натрия
6. Молекула этилена (C_2H_4) имеет плоскостное строение. Укажите геометрические типы ковалентных связей в молекуле. Какой тип гибридизации свойственен электронным орбиталям углерода.

7. Методом молекулярных орбиталей покажите схему образования F_2 , B_2 . Укажите типы и схемы образования связей. Чем объясняется разница в энергиях диссоциации этих молекул F_2 , B_2 (150 и 275 кДж/моль соответственно)?

8. Кристаллическая структура хлорида цезия или бромида лития требует более высокой температуры плавления? Ответ обоснуйте на основании оценки ионности связи атомов в кристалле. Координационные числа $LiBr$ – 6; $CsCl$ – 8.

Вариант 6

1. 1,00 г некоторого металла соединяется с 8,89 г брома и с 1,78 г серы. Найти эквивалентные массы брома и металла, зная, что эквивалентная масса серы равна 16,0 г/моль.

2. Найти простейшую формулу оксида ванадия, зная, что 2,73 г оксида содержат 1,53 г металла.

3. Какая соль образуется при взаимодействии 1 моля гидроксида цинка и 2 молей ортофосфорной кислоты: а) ортофосфат цинка; б) дигидроортофосфат цинка; в) ортофосфат гидроксицинка; г) гидроортофосфат цинка?

4. Записать электронные формулы атомов элементов с зарядом ядра: а) 8; б) 13; в) 18; г) 23; д) 53; е) 63; ж) 83. Составить графические схемы заполнения электронами валентных орбиталей этих атомов.

5. Оцените энергию L-линии характеристического излучения атома серы.

6. Молекула ацетилена (C_2H_2) имеет линейное строение. Укажите геометрические типы ковалентных связей в молекуле. Какой тип гибридизации свойственен электронным орбиталям углерода.

7. Методом молекулярных орбиталей покажите схему образования трифторида бора. Учтите, что молекула не имеет дипольного момента.

8. Гидроксиды $NaOH$ и $HBrO$ являются основанием и кислотой соответственно. На основании представления об электроотрицательности объясните характер их диссоциации в водном растворе.

Вариант 7

1. Мышьяк образует два оксида, из которых один содержит 65,2% (масс.) As, а другой 75,7% (масс.) As. Определить эквивалентные массы мышьяка в обоих случаях.

2. Вещество содержит (по массе) 26,53% калия, 35,37% хрома и 38,10% кислорода. Найти его простейшую формулу.

3. В реакции нейтрализации гидроксида калия ортомышьяковой кислотой эквивалентная масса последней оказалась равной 142 г/моль. Какая соль при этом образовалась: а) ортоарсенат калия; б) гидроортоарсенат калия; в) дигидроортоарсенат калия?

4. Сколько вакантных 3d-орбиталей имеют возбужденные атомы: а) Cl ; б) V ; в) Mn ?

5. Оцените энергию $K\beta$ -линии характеристического излучения кремния.

6. Методом валентных связей поясните структуру хлороводорода и хлорноватой кислоты. К какому геометрическому типу относятся связи.

7. Какой атом или ион служит донором электронной пары при образовании иона BF_4^- ? Приведите схему образования методом молекулярных орбиталей.

8. Энергия ионизации и сродства к электрону для лития составляет соответственно 5,39 и 0,59 эВ. Оцените относительные электроотрицательности по Малликену атомов калия и йода, если энергии ионизации для них 4,34 и 10,45 эВ, а энергии сродства к электрону 0,47 и 3,08 эВ. Сравните полученные значения с электроотрицательностями элементов по Полингу.

**Задания для проведения аудиторной контрольной работы по темам
«Строение атома», «Строение молекул, химическая связь»,
«Термодинамика и кинетика химических процессов», «Растворы и электролиты».**

Вариант 1

1. Составьте валентную схему молекулы хлороформа CH_3Cl . Изобразите пространственную конфигурацию молекулы. Обладает ли она дипольным моментом?
2. В десятилитровом объеме воды провзаимодействовали 90 г гидроксида натрия и 70 г хлороводорода. Определите показатель кислотности электролита (условия нормальные).

Вариант 2

1. Какова кратность связи в молекуле монооксида азота. Ответ проиллюстрируйте схемой образования молекулярных орбиталей.
2. В газовой системе протекает реакция $\text{A} + 2\text{B} = \text{C}$ до равновесного состояния, когда концентрации газов А, В и С составляют соответственно 0,060, 0,120 и 0,216 моль/л. Какими будут равновесные концентрации, если при той же температуре реакция осуществляется с такими же начальными количествами веществ, но в сосуде с вдвое большим объемом?

Вариант 3

1. Для молекул монооксида азота и хлороводорода определите ковалентность и электровалентность связи.
2. Стандартное изменение потенциала Гиббса реакции $\text{A} + \text{B} = \text{AB}$ составляет - 8 кДж/моль. Исходные концентрации реагентов составляли 1,0 и 2,0 моль/л соответственно. Каковы установившиеся концентрации веществ при стандартной температуре?

Вариант 4

1. Геометрическая длина связи d в молекуле HCl составляет 0,13 нм. Объясните, как это согласуется с тем, что для длины диполя l ($\mu = el$, e – элементарный заряд) обычно приводится значение 0,023 нм. Оцените эффективные заряды атомов в молекуле.
2. Во сколько раз изменится концентрация ионов водорода в 0,2М растворе муравьиной кислоты, если, если в растворе также будет присутствовать формиат натрия в концентрации 0,1 М. Формиат натрия (HCOONa) считать полностью диссоциирующим, $K_d(\text{HCOOH}) = 0,8 \cdot 10^{-4}$.

Вариант 5

1. Оцените энергию ионизации атома неона.
2. Какова степень диссоциации уксусной кислоты в растворе, где её концентрация составляет 1М, а также присутствует хлороводород количеством 0,1 моль на каждый литр. Хлороводород считать сильной кислотой, $K_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

Вариант 6

1. У молекулы дисульфида углерода нулевой дипольный момент. Укажите тип гибридизации атомных орбиталей углерода в молекуле, приведите схему образования молекулы методом валентных связей.
2. Гидроксид магния – сильный, но труднорастворимый электролит. При нормальных условиях его собственная растворимость составляет $1,8 \cdot 10^{-4}$ моль/л. Какова концентрация катионов магния в насыщенном растворе гидроксида магния в присутствии 0,4 М хлорида калия (сильный электролит). Считать, что хлорид магния сильная негидролизуемая хорошо растворимая соль.

Вариант 7

1. Определите, чему равны степень окисления и координационное число комплексообразователя в соединениях $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{K}_4[\text{TiCl}_8]$, $[(\text{Ag}(\text{NH}_3)_2)\text{Br}]$. Дайте названия соединениям.

2. Произведение растворимости бромида серебра $6 \cdot 10^{-13}$. Какова максимально возможная концентрация ионов серебра в растворе, содержащем хлорид натрия в концентрации 0,5 М?

1.2 Список заданий для проведения промежуточной аттестации

Контрольные задания для самостоятельного внеаудиторного решения Задачи по темам «Термодинамика и кинетика химических процессов», «Растворы и электролиты», «Основы электрохимии»

Вариант 1

1. На разложение некоторого количества оксида меди (II) было затрачено 12,8 кДж теплоты, при этом образовалось 5,0 г меди. Определите энтальпию образования CuO , сравните со справочным значением.
2. Вычислите энергию Гиббса при 527 °С для реакции $\text{NiO(к)} + \text{Pb(к)} = \text{Ni(к)} + \text{PbO(к)}$ и сделайте вывод о направлении ее самопроизвольного протекания в неизолированной системе.
3. Реакция $2\text{NO} = \text{N}_2 + \text{O}_2$ характеризуется большим значением энергии активации (290 кДж/моль), а реакция $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ - небольшим (10 кДж/моль). Как изменяются скорости этих реакций при повышении температуры на 10 °С, например от 27 °С до 37 °С? Согласуется ли такое изменение скоростей реакций с правилом Вант-Гоффа?
4. Хлорид фосфора (V) разлагается по реакции: $\text{PCl}_5(\text{г}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г})$. При некоторой температуре константа равновесия реакции равна 125. Сколько процентов PCl_5 разлагается при этой температуре, если исходная концентрация равна 0,3 моль/л? Во сколько раз изменится выход реакции, если понизить общее давление смеси газов втрое?
5. Нитрат свинца (II) растворили в 200 мл воды при 60 °С до получения насыщенного раствора, а затем раствор охладили до 10 °С. Определите массу выпавшей в осадок соли, если коэффициент растворимости нитрата свинца при указанных температурах равен 90 и 46 соответственно.
6. Вычислите pH и pOH раствора, в одном литре которого содержится 2 г гидроксида натрия. Щелочь в растворе диссоциирует полностью.
7. Методом полуреакций определите коэффициенты в данных окислительно-восстановительных реакциях; используя стандартные окислительно-восстановительные потенциалы полуреакций, определите возможность и направление их протекания: $\text{Ag} + \text{HNO}_3 = \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$
8. Вычислите константу равновесия реакции, протекающей при стандартных условиях в гальваническом элементе: $(-) \text{Fe} \mid \text{Fe}^{2+} \parallel \text{Cu}^{2+} \mid \text{Cu} (+)$.

Вариант 2

1. Вычислите энтальпию реакции разложения гидроксида кальция на оксиды и определите, сколько тепла выделяется или поглощается при получении одного литра жидкой воды по этой реакции.
2. Рассчитайте, какая из реакций окисления меди более вероятна при 300 °С $\text{Cu(к)} + 1/2\text{O}_2(\text{г}) = \text{CuO(к)}$ или $2\text{Cu(к)} + 1/2\text{O}_2(\text{г}) = \text{Cu}_2\text{O(к)}$
3. Энергия активации для реакции $2\text{HI} = \text{H}_2 + \text{I}_2$ равна 184 кДж/моль (без катализатора) и 107 кДж/моль (в присутствии катализатора - золота). Во сколько раз увеличивается скорость реакции в присутствии катализатора (при одной и той же температуре)?
4. По термодинамическим данным вычислите константу химического равновесия реакции: $2\text{HI(г)} \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{г}) + \text{I}_2(\text{г})$ при 400 К. Определите, какая часть иодоводорода разлагается при этой температуре при начальной концентрации 0,001 моль/л. Каким будет ответ, если температуру понизить вдвое.

- При охлаждении насыщенного при 100 °С раствора нитрата натрия до 20 °С выделилось 120 г NaNO_3 . Определите, какой была масса раствора и содержание в нем воды и соли, если коэффициент растворимости NaNO_3 при указанных температурах равен 176 и 88.
- Определите степень диссоциации циановодородной кислоты HCN в одномолярном растворе и его изотонический коэффициент. Константа диссоциации кислоты равна $4,9 \cdot 10^{-10}$.
- Методом полуреакций определите коэффициенты в данных окислительно-восстановительных реакциях; используя стандартные окислительно-восстановительные потенциалы полуреакций, определите возможность и направление их протекания: $\text{Cu} + \text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$; $\text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$
- Электродный потенциал серебра в насыщенном растворе хлорида серебра равен 0,51 В. Вычислите произведение растворимости AgCl .

Вариант 3

- На разложение некоторого количества оксида меди (I) было затрачено 17,0 кДж теплоты, при этом образовалось 12,7 г меди. Определите энтальпию образования Cu_2O , сравните со справочным значением.
- Установите, возможна или невозможна при 127 °С в неизолированной системе реакция: $\text{Cu(к)} + \text{ZnO(к)} = \text{CuO(к)} + \text{Zn(к)}$.
- Вычислите энергию активации реакции: $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$, константа скорости которой при 288 К и 313 К равна $3,1 \cdot 10^{-4}$ и $8,2 \cdot 10^{-3}$.
- По термодинамическим данным вычислите константу химического равновесия реакции: $\text{FeO(к)} + \text{H}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{Fe(к)} + \text{H}_2\text{O(г)}$, при 500 К и 1000 К и сделайте вывод о влиянии температуры на состояние равновесия. Согласуется ли он с принципом Ле Шателье?
- Напишите уравнения и вычислите константы гидролиза K_2SO_3 по обоим ступеням. Определите степень гидролиза по первой и по второй ступени в 1 М растворе.
- Вычислите рН и рОН раствора азотной кислоты, если концентрация HNO_3 равна 1 М, а степень ее диссоциации составляет 82 %.
- Методом полуреакций определите коэффициенты в данных окислительно-восстановительных реакциях; используя стандартные окислительно-восстановительные потенциалы полуреакций, определите возможность и направление их протекания:
 $\text{KMnO}_4 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O} = \text{MnO}_2 + \text{Br}_2 + \text{KOH}$; $\text{KMnO}_4 + \text{Ag} + \text{H}_2\text{O} = \text{MnO}_2 + \text{Ag}_2\text{O} + \text{KOH}$
- Известны: электрохимическая схема гальванического элемента $(-) \text{Fe} | \text{FeSO}_4 || \text{CdSO}_4 | \text{Cd} (+)$, концентрация FeSO_4 (1 М) и температура (25 °С). При какой концентрации сульфата кадмия ЭДС данного гальванического элемента будет равна нулю?

Вариант 4

- Вычислите энтальпию реакции разложения карбоната кальция на оксиды; определите, сколько тепла потребуется для получения 100 м³ (объем измерен при н.у.) углекислого газа по этой реакции.
- Разложение нитрата аммония при нагревании возможно по двум направлениям:
 $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{к}) = \text{N}_2\text{O}(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{г})$; 2) $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{к}) = \text{N}_2(\text{г}) + 1/2\text{O}_2(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{г})$
 Какое направление наиболее вероятно при 227 °С?
- В простой реакции $2\text{NO}(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) = 2\text{NOCl}(\text{г})$ концентрации оксида азота (II) и хлора до начала реакции составляли 0,4 и 0,3 моль/л. Как изменится скорость этой реакции, по сравнению с первоначальной, в тот момент, когда прореагирует половина оксида азота (II)?
- По термодинамическим данным вычислите константу химического равновесия реакции: $\text{CaO(к)} + \text{H}_2\text{O(г)} \rightleftharpoons \text{Ca(OH)}_2(\text{к})$ при 300 и 1000 К и сделайте вывод о влиянии

температуры на ее величину. Согласуются ли результаты расчетов с принципом Ле Шателье?

5. Энтальпия растворения нитрата аммония равна 26,32 кДж/моль. Какую массу NH_4NO_3 надо растворить в 0,2 л воды, чтобы понизить температуру на 5 градусов? Удельная теплоемкость полученного раствора равна 3,77 Дж/(г·К).
6. Вычислите pH и pOH децимолярного раствора уксусной кислоты CH_3COOH , константа диссоциации которой равна $1,754 \cdot 10^{-5}$.
7. Методом полуреакций определите коэффициенты в данных окислительно-восстановительных реакциях; используя стандартные окислительно-восстановительные потенциалы полуреакций, определите возможность и направление их протекания:
 $\text{HNO}_3 + \text{HCl} = \text{NO} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{FeSO}_4 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{HI}$
8. Вычислите энергию Гиббса реакции, протекающей при стандартных условиях в гальваническом элементе: $(-) \text{Mg} | \text{Mg}^{2+} || \text{Ag}^+ | \text{Ag} (+)$.

Вариант 5

1. На разложение некоторого количества гидроксида кальция было затрачено 23,6 кДж теплоты. Объем выделившегося при этом водорода, приведенный к н.у., составил 2,8 л. Определите энтальпию образования CaH_2 .
2. Один из промышленных методов получения калия состоит во взаимодействии гидроксида калия с натрием: $\text{KOH} + \text{Na} = \text{NaOH} + \text{K}$. Покажите расчетом, что эта реакция возможна при 800 К.
3. Константа скорости простой реакции: $\text{H}_2(\text{г}) + \text{I}_2(\text{г}) = 2\text{HI}(\text{г})$ при некоторой температуре составляет 0,16. Исходные концентрации водорода и йода равны 0,04 и 0,05 моль/л. Определите начальную скорость реакции и скорость её в тот момент, когда концентрация водорода уменьшилась вдвое.
4. В каком направлении смещаются равновесия в реакциях:
(1) $2\text{CO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2 \text{CO}_2(\text{г})$; $\Delta H^\circ = -566$ кДж/моль
(2) $\text{N}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}(\text{г})$; $\Delta H^\circ = 180$ кДж/моль
а) при понижении температуры? б) при повышении давления?
5. При растворении в воде 10 г безводного хлорида кальция выделяется 6,82 кДж, а при растворении 10 г кристаллогидрата $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ поглощается 0,87 кДж. Вычислите тепловой эффект гидратации хлорида кальция.
6. Вычислите pH и pOH раствора, полученного растворением 2,24 л аммиака (объем измерен при н.у.) в одном литре воды. Константа диссоциации гидроксида аммония $1,77 \cdot 10^{-5}$.
7. Методом полуреакций определите коэффициенты в данных окислительно-восстановительных реакциях; используя стандартные окислительно-восстановительные потенциалы полуреакций, определите возможность и направление их протекания:
 $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HI} = \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{HCl} + \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
8. Какие устройства называются концентрационными элементами? Чему равна ЭДС концентрационного элемента, в котором медные электроды находятся в растворах сульфата меди с массовой долей CuSO_4 0,1 % и 5,0 %? Считать, что подвижности анионов и катионов одинаковы.

Вариант 6

1. Используя стандартные энтальпии сгорания этана, метана и водорода, определите тепловой эффект реакции $\text{C}_3\text{H}_6(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) = 2\text{CH}_4(\text{г})$
2. Негашёную известь (CaO) получают разложением известняка (CaCO_3): $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$. Докажите расчетом, что этот процесс возможен при 1200 К.
3. Скорость реакции: $\text{SO}_2(\text{г}) + 2\text{H}_2(\text{г}) = \text{S}(\text{к}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{г})$ зависит от давления реагирующих веществ следующим образом:

Давление SO ₂ (усл.)	200	50	200	100	200
Давление H ₂ (усл.)	50	200	100	200	200
Скорость (усл. ед.):	35	35	70	70	140

Определите порядок реакции по водороду и диоксиду серы, напишите кинетическое уравнение реакции.

- Константа равновесия реакции $\text{FeO(к)} + \text{CO(г)} \rightleftharpoons \text{Fe(к)} + \text{CO}_2(\text{г})$ при некоторой температуре равна 0,5. Определите равновесные концентрации CO и CO₂, если исходные концентрации этих веществ были равны 0,05 моль/л для CO и 0,01 моль/л для CO₂.
- При растворении 4,0 г безводного сульфата меди в 0,2 л воды температура повысилась на 2 градуса. Определите энтальпию гидратации CuSO₄, если энтальпия растворения CuSO₄·5H₂O равна 11,72 кДж/моль. Удельную теплоемкость раствора принять равной теплоемкости воды 4,2 Дж/(г·К).
- Выпадет ли осадок, если смешать 1 л раствора Cd(NO₃)₂ с концентрацией 10⁻³ М с одним литром раствора Na₂CO₃ с концентрацией 0,1 М? Произведение растворимости карбоната кадмия равно 2,5·10⁻¹⁴.
- Чему равен потенциал полуреакции: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- = 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ при $t = 25^\circ\text{C}$ и концентрациях ионов 1 М (Cr₂O₇²⁻), 5 М (H⁺), 0,1 М (Cr³⁺)?
- Вычислите ЭДС концентрационного элемента, составленного из двух водородных электродов, погруженных в растворы кислот с pH = 2 и pH = 4.

Вариант 7

- Исходя из двух термохимических уравнений:
 $\text{Ca(OH)}_2 = \text{CaO} + \text{H}_2\text{O(ж)}$; $\Delta H_{1(298)}^\circ = 65,3 \text{ кДж/моль}$,
 $\text{Ca(OH)}_2 + \text{SiO}_2 = \text{CaSiO}_3 + \text{H}_2\text{O(ж)}$; $\Delta H_{2(298)}^\circ = -23,3 \text{ кДж/моль}$,
определите тепловой эффект реакции: $\text{CaO} + \text{SiO}_2 = \text{CaSiO}_3$.
- Предскажите, какая из двух реакций и почему возможна при 27 С:
 $\text{CaCl}_2(\text{к}) + \text{F}_2(\text{г}) = \text{CaF}_2(\text{к}) + \text{Cl}_2(\text{г})$ или $\text{CaF}_2(\text{к}) + \text{Cl}_2(\text{г}) = \text{CaCl}_2(\text{к}) + \text{F}_2(\text{г})$
Докажите свой прогноз расчетами.
- Реакция $\text{F}_2 + 2\text{ClO}_2 = 2\text{ClO}_2\text{F}$ имеет первый порядок по фтору и по ClO₂. Напишите кинетическое уравнение реакции. Какая она - простая или сложная? Как изменяется ее скорость при увеличении давления в три раза?
- При состоянии равновесия обратимой реакции: $\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{г})$ равновесные концентрации азота, водорода и аммиака равны соответственно 3, 9 и 4 моль/л. Определите константу равновесия и исходные концентрации азота и водорода.
- Напишите уравнения и вычислите константы гидролиза Na₂CO₃ по обеим ступеням. Определите степень гидролиза по обеим ступеням в 1 М растворе. Вычислите водородный показатель раствора. Есть ли необходимость при вычислении pH учитывать вторую ступень гидролиза?
- Произведение растворимости бромида серебра равно 6,3·10⁻¹³. Какой объем воды потребуется для растворения 1 г этого вещества?
- Найдите в справочной литературе стандартный потенциал полуреакции $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$. Чему будет равен потенциал этой полуреакции в одномолярном растворе MnO₄⁻ при $t = 25^\circ\text{C}$ и концентрации H⁺-ионов 5 М и Mn²⁺-ионов 0,01 М?
- Для данного гальванического элемента написать схемы электродных процессов и уравнение токообразующей реакции в общем виде (ионном и молекулярном), вычислить ЭДС при указанных в схеме концентрации и температуре:
(-) Zn | 0,01 н. ZnSO₄ || 0,1 н. AgNO₃ | Ag (+) при 27 °С.

Правила выставления оценки на экзамене (зачете).

По итогам экзамена (зачета) выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Оценка «Отлично» выставляется студенту, который демонстрирует глубокое и полное владение содержанием материала и понятийным аппаратом физики полупроводников; осуществляет межпредметные связи; умеет связывать теорию с практикой. Студент дает развернутые, полные и четкие ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, соблюдает логическую последовательность при изложении материала. Грамотно использует терминологию физики полупроводников и физики конденсированного состояния

Оценка «Хорошо» выставляется студенту, ответ которого на экзамене в целом соответствуют указанным выше критериям, но отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой. В ответе имеют место отдельные неточности (несущественные ошибки), которые исправляются самим студентом после дополнительных и (или) уточняющих вопросов экзаменатора.

Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, который дает недостаточно полные и последовательные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, но при этом демонстрирует умение выделить существенные и несущественные признаки и установить причинно-следственные связи. Ответы излагается в терминах физики полупроводников, но при этом допускаются ошибки в определении и раскрытии некоторых основных понятий, формулировке положений, которые студент затрудняется исправить самостоятельно. При аргументации ответа студент не обосновывает свои суждения. На часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется студенту, который демонстрирует разрозненные, бессистемные знания; беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет выделять главное и второстепенное, не умеет соединять теоретические положения с практикой, не устанавливает межпредметные связи; допускает грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей; дает неполные ответы, логика и последовательность изложения которых имеют существенные и принципиальные нарушения, в ответах отсутствуют выводы. Дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора не приводят к коррекции ответов студента. На основную часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется также студенту, который взял экзаменационный билет, но отвечать отказался.

Допускается возможность один раз поменять экзаменационный билет, но при этом итоговая оценка автоматически снижается на один балл.

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на выполнение самостоятельной работы. В ходе лекций обучающимся рекомендуется:

- вести конспектирование учебного материала;
- обращать внимание на определения понятий, формулировки законов и их математическое выражение, положения, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;
- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений.

Для успешного овладения курсом необходимо посещать все лекции, так как тематический материал взаимосвязан между собой. В случаях пропуска занятия студенту необходимо самостоятельно изучить материал и ответить на контрольные вопросы по пропущенной теме во время индивидуальных консультаций. Следует помнить, что лекционный конспект является не материалом для подготовки, а скорее развернутым планом для дальнейшей самостоятельной проработки материала.

Практические занятия – это одна из активных форм учебного процесса. Большая часть тем дисциплины носит практический характер, т.е. предполагает решение задач, анализ практических ситуаций. При подготовке к практическим занятиям обучающемуся необходимо освоить теоретическую основу по теме практического занятия, быть готовым к дискуссионному обсуждению.

Индивидуальное домашнее задание или контрольная работа представляют собой изложение в письменном виде результатов теоретического анализа или решение задачи по определенной теме. При необходимости проводятся консультации по разбору заданий для самостоятельной работы, которые вызвали затруднения.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы и проведения расчетов, в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде проверки выполнения заданий для внеаудиторного решения и контрольной работы.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы особенно рекомендуется использовать учебную литературу, с подробно разобранными решениями задач по всем изучаемым разделам. Помимо рекомендуемых в списке основной и дополнительной литературы к таковым можно отнести:

1. Лебедева М.И., Анкудинова И.А. Сборник задач и упражнений по химии. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. 188 с.
2. Пузаков, С. А. Сборник задач и упражнений по общей химии : учеб. пособие для академического бакалавриата / С. А. Пузаков, В. А. Попков, А. А. Филиппова. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 255 с.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет (http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы,

просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ

(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»

(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.