

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Геолого-географический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан геолого-географического факультета



 П.А. Тишин

« 30 » июня 2021 г.

Фонд оценочных средств
ХИМИЯ
по направлению подготовки **05.03.06 Экология и природопользование**

Направленность (профиль) подготовки / специализация:

«Природопользование»

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

ФОС составила
к.х.н., доцент каф. неорганической химии
Коротченко Н.М.

ФОС одобрен на
заседании УМК ГГФ
Протокол от 24 июня 2021 № 7

Фонд оценочных средств соответствует ОС НИ ТГУ по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, учебному плану направления подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, направленности (профиля) «Природопользование» и рабочей программе по данной дисциплине.

Полный фонд оценочных средств по дисциплине хранится на кафедре природопользования // опубликован в ЭИОС НИ ТГУ – электронном университете Moodle: <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000> первый семестр.

Разработчик ФОС:

Коротченко Н.М. – к.х.н., доцент кафедры неорганической химии ХФ ТГУ

Экспертиза фонда оценочных средств проведена учебно-методической комиссией факультета, протокол № 7 от 24.06.2021 г.

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании кафедры природопользования, протокол № 69 от 22.10.2021 г.

Руководитель ОПОП

«Экология и природопользование»

 Т.В. Королёва

Заведующий кафедрой природопользования

 Т.В. Королёва

Формируемые компетенции

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 – способность применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач

Таблица 1 – Уровни освоения компетенций и критерии их оценивания

Компетенция	Результаты освоения дисциплины	Уровни освоения	Критерии оценивания результатов освоения дисциплины	Шкала оценки тестовых заданий
ОПК -1	ИОПК 1.2. Выявляет общие закономерности развития окружающей среды, современные экологические проблемы и проблемы рационального природопользования	Повышенный	Свободно выявляет общие закономерности развития окружающей среды, современные экологические проблемы и проблемы рационального природопользования	85-100%
		Достаточный	Достаточно свободно выявляет общие закономерности развития окружающей среды, современные экологические проблемы и проблемы рационального природопользования	70-84 %
		Пороговый	Может выявлять общие закономерности развития окружающей среды, современные экологические проблемы и проблемы рационального природопользования	55-69 %
		Допороговый	Не может выявлять общие закономерности развития окружающей среды, современные экологические проблемы и проблемы рационального природопользования	Менее 55 %

2. Этапы формирования компетенций и виды оценочных средств

№	Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины/модуля/практики)	Код и наименование результатов обучения	Вид оценочного средства (тесты, задания, кейсы, вопросы и др.)
1.	Основные понятия и законы химии, стехиометрические расчеты, решение задач	ИОПК 1.2.	индивидуальное задание, вопросы, задачи
2.	Строение атома, электронные конфигурации атомов и ионов	ИОПК 1.2.	задания, вопросы
3.	Периодический закон, периодическая система химических элементов	ИОПК 1.2.	задания, вопросы
4.	Химическая связь, строение вещества	ИОПК 1.2.	задания, вопросы
5.	Закономерности химических реакций, термохимия и термодинамика	ИОПК 1.2.	индивидуальное задание, вопросы, задачи

6.	Химическая кинетика, скорость и механизмы химических реакций	ИОПК 1.2.	индивидуальное задание, вопросы, задачи, тесты
7.	Химическое равновесие, принцип Ле Шателье	ИОПК 1.2.	индивидуальное задание, вопросы, задачи, тесты
8.	Растворы неэлектролитов и электролитов. Теория электролитической диссоциации	ИОПК 1.2.	задания, вопросы, задачи
9.	Классификация химических элементов и их соединений	ИОПК 1.2.	задания, вопросы
10.	Обзор химии элементов-неметаллов и их соединений	ИОПК 1.2.	индивидуальное задание, вопросы, задачи
11.	Обзор химии элементов-металлов и их соединений	ИОПК 1.2.	индивидуальное задание, вопросы, задачи

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки образовательных результатов обучения

3.1. Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине «Химия».

3.1.1. Пример билета контрольной работы 1 (потоковой) для промежуточной оценки знаний по теме «Строение атома. Периодический закон и периодическая система химических элементов. Химическая связь»

- Для атома W (в основном состоянии) и иона S^{2-}
 - укажите распределение электронов по энергетическим уровням (2, 8 и т.д.);
 - запишите полную и сокращенную электронные формулы;
 - изобразите энергетическую последовательность уровней, подуровней, атомных орбиталей в виде энергетической диаграммы;
 - выделите валентные электроны; укажите из них число спаренных и неспаренных;
 - для всех валентных электронов запишите набор квантовых чисел;
 - укажите принадлежность элемента к периоду, группе, подгруппе, электронному семейству (*s*-, *p*-, *d*-, *f*-).
- Изобразите форму *s*-, *p*-, *d*- атомных орбиталей. Какое квантовое число характеризует форму электронного облака и какие значения оно принимает для указанных орбиталей?
- Укажите закономерности в изменении относительной электроотрицательности атомов элементов а) в периоде; б) в группе?
- Укажите принцип разделения химических элементов на семейства. Приведите примеры элементов различных семейств.
- Покажите образование связей в молекуле NH_3 с позиций метода ВС:
 - покажите структурную формулу молекулы;
 - укажите тип гибридизации атомных орбиталей (АО) ц. а.;
 - изобразите перекрывание (с учетом гибридизации) АО при образовании молекулы;
 - укажите кратность, вид связи (σ , π , δ), ее полярность;
 - укажите пространственную конфигурацию (геометрию) молекулы;
 - укажите величину валентного угла между связями;
 - охарактеризуйте полярность молекулы, обоснуйте свой вывод.
- Постройте приближительную *E*-диаграмму уровней молекулярных орбиталей (МО) для молекулы F_2 . Определите кратность связи, обсудите устойчивость молекулы, ее магнитные свойства.
- Какая связь называется ионной? Укажите, какими свойствами обладают соединения с данным типом химической связи. Приведите примеры.

Структура билета контрольной работы 1 (поточковой) и соответствие баллов:

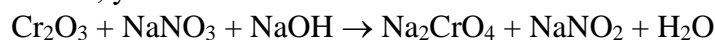
Вопрос	Содержание вопроса, тема	Баллы
1	Практическое задание по строению атома; электронные конфигурации атомов и ионов	14
2	Теоретический вопрос по строению атома, принципам построения электронных конфигураций атомов и ионов	4
3	Теоретический вопрос о периодическом изменении свойств атомов элементов, их соединений	5
4	Теоретический вопрос по периодическому закону и структуре периодической системы химических элементов	5
5	Практическое задание: рассмотрение ковалентной связи в методе валентных связей (ВС); представления о гибридизации АО, пространственная форма газообразных ковалентных многоатомных молекул их полярность	10
6	Практическое задание: рассмотрение ковалентной связи в методе молекулярных орбиталей (ММО), энергетические диаграммы двухатомных молекул и ионов, устойчивость частиц, их магнитные свойства	7
7	Теоретический вопрос: типы химической связи (ионная, металлическая, водородная, межмолекулярные); их свойства	5
Максимальный балл		50

Шкала перевода баллов в оценку текущей успеваемости

Баллы	Оценка
41–50	5
31–40	4
21–30	3
менее 20	2

3.1.2. Пример билета контрольной работы 2 для промежуточной оценки знаний по теме «Растворы неэлектролитов и электролитов» (30 баллов)

1. Определите массу (г) растворенного вещества, содержащегося в 300 мл 4 моль/л раствора азотной кислоты. Рассчитайте молярность и массовую долю HNO_3 в этом растворе ($\rho = 1,130 \text{ г/см}^3$).
2. Вычислите, на сколько градусов повысится температура кипения раствора, если в 100 г воды растворить 9 г глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. $E(\text{H}_2\text{O}) = 0,512$.
3. Объясните, в какой цвет будет окрашен лакмус в водных растворах сульфита калия и нитрата натрия. Запишите уравнение возможной реакции гидролиза в молекулярном и ионном виде.
4. Определите pH 0,01 М раствора гидроксида кальция, если степень диссоциации основания равна 1.
5. Составьте молекулярные и ионные (полные и краткие) уравнения реакций, протекающих в растворе между веществами, формулы которых: а) $\text{Pb}(\text{OH})_2$ и HNO_3 ; б) K_2CO_3 и $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$. В каждом случае укажите визуальный признак реакции.
6. Найдите стехиометрические коэффициенты в уравнении ОВР, используя метод электронно-ионного баланса, укажите окислитель и восстановитель:



Критерии оценивания работы:

За полный правильный ответ на каждый из вопросов 1-6 – 5 баллов

Ответ на каждый из вопросов 1-6 неполный или допущены ошибки в расчетах, в составлении уравнений реакций – 1-4 балла

Ответа нет или ответ на каждый из вопросов 1-6 неверный – 0 баллов

Шкала перевода полученных баллов в оценку текущей успеваемости:

25-30 баллов – «5»;

19-24 баллов – «4»;

14–18 баллов – «3»;

менее 14 баллов – «2».

3.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации (зачета) по дисциплине «Химия»

Теоретические разделы по дисциплине «Химия»

1. Основные понятия и стехиометрические законы химии. Количественные расчеты в химии. Методы решения задач (молярный, метод пропорций, табличный, др.). Понятие о химическом элементе.
2. Современная квантово-механическая модель строения атома. Состояние электрона в атоме. Волновое уравнение Шредингера и квантовые числа: главное, орбитальное, магнитное, спиновое. Энергетические уровни и подуровни.
3. Принципы заполнения электронных орбиталей: минимум энергии, принцип Паули, правило Хунда. Порядок заполнения электронами атомных орбиталей. Емкость электронных уровней и подуровней.
4. Электронные конфигурации многоэлектронных атомов и ионов. Классификация химических элементов на основе электронных структур атомов элементов.
5. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Периодичность повторяемости электронных структур атомов. Структура периодической системы Д.И. Менделеева. Ее коротко-, длинно- и полудлиннопериодный варианты.
6. Периодический характер изменения свойств химических элементов (радиус атома и иона, энергия ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность) и их соединений (кислотно-основных, окислительно-восстановительных) в зависимости от атомного номера и электронного строения атомов элементов и их положения в периодической системе.
7. Химическая связь и химическое строение вещества. Условия образования химической связи и химического соединения. Основные характеристики химической связи: энергия, длина, кратность, полярность, валентные углы.
8. Описание ковалентной химической связи по методу валентных связей. Типы ковалентной связи: σ -, π -, δ -связи. Соединения с кратными связями. Механизмы образования ковалентной связи: обменный, донорно-акцепторный. Понятие о гибридных атомных орбиталях. Геометрия (пространственная конфигурация) газообразных ковалентных молекул. Полярные молекулы.
9. Общие принципы описания химической связи по методу молекулярных орбиталей. Связывающие, разрыхляющие, несвязывающие молекулярные орбитали. Энергетические диаграммы гомо- и гетероядерных двухатомных молекул на примерах соединений элементов I и II периода. Устойчивость молекул. Кратность (порядок) связи. Изоэлектронные молекулы.
10. Природа водородной связи. Межмолекулярные взаимодействия: ориентационное, индукционное, дисперсионное. Химическая связь в металлах. Металлическое состояние вещества и его особенности. Элементы зонной теории. Понятие о зоне проводимости в кристалле. Проводники, полупроводники, изоляторы.
11. Закономерности протекания химических процессов. Понятие о внутренней энергии и энтальпии. Изменение внутренней энергии и энтальпии в химической реакции. Термохимия, основной закон – закон Гесса, следствия из закона Гесса. Понятие об энтропии. Самопроизвольное протекание химических процессов. Понятие об энергии Гиббса (изобарно-изотермическом потенциале). Характер изменения энергии Гиббса, как кри-

- терий возможности протекания химических процессов при стандартных условиях. Влияние энтропийного и энтальпийного факторов на направление химического процесса.
12. Скорость химической реакции. Основной закон химической кинетики – закон действующих масс. Факторы, влияющие на скорость химической реакции: природа, концентрация реагентов, температура, давление, наличие катализатора, облучение и др. Порядок и молекулярность реакции. Понятие об энергии активации.
 13. Химическое равновесие. Константа равновесия. Условия смещения химического равновесия. Принцип Ле-Шателье. Гомогенное и гетерогенное равновесие. Понятие о компоненте, фазе. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Диаграмма состояния воды.
 14. Растворы, их типы и свойства. Истинные растворы. Растворы как динамические равновесные системы. Энергетические эффекты процессов растворения. Зависимость процесса растворения от природы и свойств растворителя и растворенного вещества. Понятие об идеальном растворе.
 15. Общие физико-химические свойства растворов. Законы Рауля и Вант-Гоффа. Осмотическое давление. Осмос в природе.
 16. Растворы электролитов. Изотонический коэффициент. Современные представления о природе кислот и оснований. Ионизация (диссоциация) кислот, оснований и солей. Константа ионизации. Ионное произведение воды. Гидролиз. Константа гидролиза. Водородный показатель кислотности раствора (рН). Гетерогенное равновесие "осадок–насыщенный раствор". Труднорастворимые электролиты. Произведение растворимости. Условия выпадения и растворения осадков. Окислительно-восстановительные реакции в водной среде.
 17. Обзор химии элементов и их важнейших соединений. Принципы классификации химических элементов на основе их положения в периодической системе Д.И. Менделеева (*s*-, *p*-, *d*-, *f*-элементы). Геохимическая классификация элементов. Общие закономерности изменения химических свойств простых веществ и химических соединений. Распространение химических элементов в природе, связь со строением атомов элементов и местом в периодической системе. Миграция и концентрация элементов в земной коре. Редкие и рассеянные элементы.
 18. Общая характеристика и обзор химии неметаллов и их важнейших соединений. Положение неметаллов в периодической системе Д.И. Менделеева. Химические, физические свойства, природные формы простых веществ-неметаллов. Водород. Свойства водорода, обусловленных строением его атома (сходство с элементами IА и VIIА групп периодической системы). Соединения водорода, особенности их химических свойств. Условия образования гидрид-иона. Вода: строение, свойства и реакционная способность. Специфика воды как растворителя, ионизирующая способность воды. Роль воды в природе. Методы очистки воды.
 19. Общая характеристика и обзор химии металлов и их важнейших соединений. Положение металлов в периодической системе Д.И. Менделеева. Общие физические и химические свойства металлов. Сплавы металлов. Коррозия металлов.
 20. Металлы главных подгрупп. Алюминий. Строение атома. Распространенность в природе. Свойства алюминия и его соединений. Амфотерный характер оксида и гидроксида. Химия водных растворов соединений алюминия. Алюминаты. Алюмосиликаты. Получение и применение алюминия в технике.
 21. Особенности химии металлов побочных подгрупп (*d*-элементов). Химия элементов триады железа. Процессы выветривания горных пород.
 22. Проблемы химической экологии и охраны окружающей среды на современном этапе развития общества и химического производства.

Пример билета к зачету для промежуточной оценки знаний по курсу «Химия»

Часть 1. Тест (максимум 10 баллов; в заданиях №№ 2, 3, 5–9 выберите один правильный от-

Часть 2. Практические задания (максимум 15 баллов; за каждое верно выполненное за-

вет, за каждый верный ответ – 1 балл; в заданиях №№ 1, 4, 10 два правильных ответа, за каждый верный ответ – 0,5 баллов).

1. Конфигурация валентных электронов в основном состоянии и электронное семейство для атома As:

- а) [Ar]; $3d^{10}4s^24p^3$, б) [Kr] $4d^{10}5s^25p^3$,
г) [Kr] $5s^25p^3$, д) р-семейство;

2. Энергия ионизации атома уменьшается в ряду элементов:

- а) P–S–C–Ar; в) In–Ga–Al–B;
б) N–P–Si–Ge; г) In–As–S–F.

3. Кратность связи в молекуле N₂ составляет (ответ подтвердите построением диаграммы молекулярных орбиталей):

- а) 0; б) 1; в) 2; г) 3.

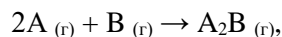
4. Пространственная конфигурация молекулярного иона H₃O⁺ и величина валентного угла связей в нем:

- а) тригональная пирамида; г) 180°;
б) угловая; д) 108° 29';
в) тетраэдр; е) 107° 30'.

5. Среди ряда галогенидов наибольшую температуру плавления имеет:

- а) PCl₃; б) AlCl₃; в) NaCl; г) MgCl₂.

6. При одновременном увеличении концентрации вещества А в 2 раза и уменьшении концентрации вещества В в 2 раза скорость химической реакции



- а) увеличится в 2 раза; б) увеличится в 4 раза;
в) не изменится; г) уменьшится в 2 раза

7. В системе NOCl₂(г) + NO(г) ⇌ 2NOCl(г) при некоторой температуре равновесные концентрации веществ составляют: [NOCl₂] = 0,05 моль/л; [NO] = 0,55 моль/л; [NOCl] = 0,08 моль/л. Константа равновесия реакции при данной температуре равна:

- а) 2,909; б) 0,344; в) 0,233; г) 4,297.

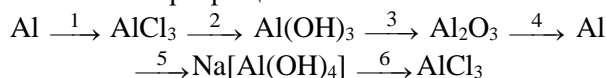
8. При электролизе раствора сульфата цинка с инертными электродами на аноде выделяется:

- а) цинк; б) кислород; в) водород; г) сера.

9. Октаэдрическое строение и sp³d² гибридизация АО ц. а. соответствуют комплексной частице:

- а) [Fe(C₂O₄)₃]³⁻; б) [Hg(NH₃)₄]²⁺;
в) [SbF₄]; г) [Zn(H₂O)₄]²⁺.

10. В схеме превращений:

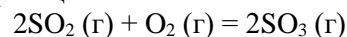


применение раствора щелочи требуется на стадиях:

- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5; е) 6;

дание – 3 балла).

11. Для реакции



определите стандартную энергию Гиббса $\Delta G_{p-цми, 298}^o$, если $\Delta S_{p-цми, 298}^o = -187$ Дж/К;

$$\Delta H_{p-цми, 298}^o = -198 \text{ кДж.}$$

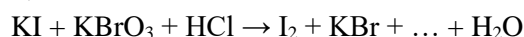
12. Рассчитайте молярную концентрацию и моляльность серной кислоты в растворе, содержащем 4 % (мас.) растворенного вещества (плотность раствора 1,025 г/см³).

13. Напишите уравнения реакций гидролиза в молекулярном и ионном виде для солей:

а) сульфит калия; б) нитрат алюминия.

В какой цвет и почему будет окрашен лакмус в водных растворах этих солей? Дайте объяснения.

14. Допишите недостающие продукты реакции. Подберите стехиометрические коэффициенты в уравнении окислительно-восстановительной реакции методом ионно-электронного баланса (методом полуреакций). Укажите окислитель и восстановитель:



15. Укажите классы соединений, к которым можно отнести следующие минералы:

- а) SiO₂ – кварц; б) CuFeS₂ – халькопирит;
в) Cu₂(OH)₂CO₃ – малахит.

Дайте названия этим соединениям по международной номенклатуре IUPAC.

Критерии оценивания зачетной работы:

«Зачтено» ставится, если набрано более 12 баллов (от 12 до 25 баллов);

«Не зачтено» ставится, если набрано менее 12 баллов (от 1 до 11 баллов).

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов обучения

4.1. Методические материалы для оценки текущего контроля успеваемости по дисциплине «Химия».

4.1.1 Контрольные работы 1-2 позволяют оценить остаточные знания по пройденным темам дисциплины:

Контрольная работа	Темы	Максимальный балл
I	«Строение атома. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Химическая связь»	50
II	«Растворы неэлектролитов и электролитов»	30

4.1.2 Индивидуальные задания 1-4 позволяют оценить остаточные знания по пройденным темам дисциплины:

Индивидуальное задание	Темы	Максимальный балл
I	«Основы атомно-молекулярного учения. Основные понятия, законы, расчеты в химии»	30
II	«Закономерности химических реакций. Химическая термодинамика. Кинетика химических реакций. Химическое равновесие»	40
III	«Химия неметаллов и их соединений»	30
IV	«Химия металлов и их соединений»	30

4.1.3. Темы реферативных работ по дисциплине «Химия», предлагаемых студентам, пропустившим более 50 % занятий (лекционных и практических). Студент обязан представить реферат в напечатанном виде и оформленном в соответствии с правилами оформления курсовых работ и рефератов, представленными на сайте НБ ТГУ.

1. Диаграмма состояния воды. Связь законов Рауля (и следствий из закона) с диаграммой состояния воды.
2. Природные формы (минералы, руды, т.п.) железа. Связь состава природных соединений железа с положением элемента в ПСХЭ и строением его атома.
3. Природные формы (минералы, руды, т.п.) меди. Связь состава природных соединений меди с положением элемента в ПСХЭ и строением его атома.
4. Природные формы (минералы, руды, т.п.) титана. Связь состава природных соединений титана с положением элемента в ПСХЭ и строением его атома.
5. Природные формы (минералы, руды, т.п.) щелочных металлов (ЩМ). Связь состава природных соединений ЩМ с положением элементов в ПСХЭ и строением их атомов.
6. Природные формы (минералы, руды, т.п.) бериллия, магния и щелочноземельных металлов (ЩЗМ). Связь состава природных соединений ЩЗМ с положением элементов в ПСХЭ и строением их атомов.
7. Природные формы (минералы, руды, т.п.) редкоземельных элементов (РЗЭ). Связь состава природных соединений РЗЭ с положением элементов в ПСХЭ и строением их атомов.

8. Природные формы (минералы, руды, т.п.) алюминия. Связь состава природных соединений алюминия с положением элемента в ПСХЭ и строением его атома.
9. Природные формы (минералы, руды, т.п.) фосфора. Связь состава природных соединений фосфора с положением элемента в ПСХЭ и строением его атома.
10. Природные формы (минералы, руды, т.п.) кремния. Связь состава природных соединений кремния с положением элемента в ПСХЭ и строением его атома.
11. Сульфидные соединения металлов в природе. Связь состава сульфидных соединений металлов с электронным строением атомов элементов. Объяснение с позиций теории ЖМКО Пирсона.
12. Сульфидные соединения неметаллов в природе. Связь состава сульфидных соединений неметаллов с электронным строением атомов элементов. Объяснение с позиций теории ЖМКО Пирсона.
13. Оксидные формы минералов. Связь состава природных оксидов с электронным строением атомов элементов. Объяснение устойчивости природных оксидов с позиций термодинамики и теории ЖМКО Пирсона.
14. Галогенидные формы минералов. Связь состава природных галогенидов с электронным строением атомов элементов. Объяснение устойчивости природных галогенидов с позиций термодинамики и теории ЖМКО Пирсона.
15. Физико-химические принципы и способы извлечения металлов из их природных соединений (на примере натрия, алюминия, цинка, титана, железа, меди, золота).

Критерии оценивания работы:

Если оформление реферата не соответствует правилам, то реферат возвращается студенту на доработку до получения положительной оценки. Оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» определяется степенью раскрытия темы реферата и правильностью его оформления.

Процедура зачёта опирается на материалы текущего контроля.

Таблица 4 - Шкала формирования итоговой оценки

Балл оценки	Формирование итоговой оценки
Зачтено	Показал повышенный, достаточный и пороговый уровень освоения всех компетенций
Не зачтено	Показал допороговый уровень по всем компетенциям.