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

Геолого-географический факультет

геон ЖТВЕРЖДАЮ:

Декан геогого-географического фа-

культета

П.А. Тишин

« 30 » июня 2022 г.

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 2022 № 6

Томск-2022

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 № 6 от 24.06.2022 г.

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании кафедры природопользования, протокол № 69 от 13 мая 2022 г.

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	Повышенный	Свободно выявляет общие закономерности развития окружающей среды, современные экологические проблемы и проблемы рационального природопользования	85-100%
	рационального природопользования	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	Код и наименование ре-	Вид оценочного средства
	(разделы дисциплины/модуля/практики)	зультатов обучения	(тесты, задания, кейсы, во-
			просы и др.)
1.	Основные понятия и законы химии,	ИОПК 1.2.	индивидуальное задание,
	стехиометрические расчеты, решение		вопросы, задачи
	задач		
2.	Строение атома, электронные конфи-	ИОПК 1.2.	задания, вопросы
	гурации атомов и ионов		
3.	Периодический закон, периодическая	ИОПК 1.2.	задания, вопросы
	система химических элементов		
4.	Химическая связь, строение вещества	ИОПК 1.2.	задания, вопросы
	n	нопи 1 2	
5.	Закономерности химических реакций,	ИОПК 1.2.	индивидуальное задание,
	термохимия и термодинамика		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»
- 1. 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-).
- 2. Изобразите форму s-, p-, d- атомных орбиталей. Какое квантовое число характеризует форму электронного облака и какие значения оно принимает для указанных орбиталей?
- 3. Укажите закономерности в изменении относительной электроотрицательности атомов элементов а) в периоде; б) в группе?
- 4. Укажите принцип разделения химических элементов на семейства. Приведите примеры элементов различных семейств.
- 5. Покажите образование связей в молекуле NH₃ с позиций метода BC:
 - 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.
- 6. Постройте приблизительную E-диаграмму уровней молекулярных орбиталей (MO) для молекулы F_2 . Определите кратность связи, обсудите устойчивость молекулы, ее магнитные свойства.
- 7. Какая связь называется ионной? Укажите, какими свойствами обладают соединения с данным типом химической связи. Приведите примеры.

Структура билета контрольной работы 1 (потоковой) 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 моле- кулярных 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 моляльность и массовую долю HNO₃ в этом растворе ($\rho = 1$, 130 г/см³).
- 2. Вычислите, на сколько градусов повысится температура кипения раствора, если в 100 г воды растворить 9 г глюкозы $C_6H_{12}O_6$. $E(H_2O) = 0,512$.
- 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 виле.
- 4. Определите рН 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) Pb(OH)₂ и HNO₃; б) K₂CO₃ и Ba(NO₃)₂. В каждом случае укажите визуальный признак реакции.
- 6. Найдите стехиометрические коэффициенты в уравнении ОВР, используя метод электронно-ионного баланса, укажите окислитель и восстановитель:

$$Cr_2O_3 + NaNO_3 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + NaNO_2 + H_2O$$

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\text{--}30 баллов — «5»; 19\text{--}24 баллов — «4»; 14\text{--}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. Окислительновосстановительные 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 IA и VIIA 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»

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

a) [Ar]; $3d^{10}4s^24p^3$,

6) [Kr] $4d^{10}5s^25p^3$,

 Γ) [Kr] $5s^25p^3$,

д) р-семейство;

2. Энергия ионизации атома уменьшается в ряду элементов:

a) P–S–C–Ar;

в) In-Ga-Al-B;

б) N–P–Si–Ge;

г) In–As–S–F.

3. Кратность связи в молекуле N_2 составляет (ответ подтвердите построением диаграммы молекулярных орбиталей):

a) 0; б) 1; в) 2; г) 3.

4. Пространственная конфигурация молекулярного иона H_3O^+ и величина валентного угла связей в нем:

а) тригональная пирамида;

г) 180°;

б) угловая;

д) 108° 29'; e) 107° 30',

в) тетраэдр; e) 107° 30', **5.** Среди ряда галогенидов наибольшую температуру плавления имеет:

a) PCl₃; б) AlCl₃; в) NaCl; г) MgCl₂.

6. При одновременном увеличении концентрации вещества A в 2 раза и уменьшении концентрации вещества B в 2 раза скорость химической реакции

$$2A_{(r)} + B_{(r)} \rightarrow A_2B_{(r)}$$

а) увеличится в 2 раза; б) увеличится в 4 раза;

в) не изменится; г) уменьшится в 2 раза

7. В системе $NOCl_2(\Gamma) + NO(\Gamma) \rightleftarrows 2NOCl(\Gamma)$ при некоторой температуре равновесные концентрации веществ составляют: $[NOCl_2] = 0,05$ моль/л; [NO] = 0,55 моль/л; [NOCl] = 0,08 моль/л. Константа равновесия реакции при данной температуре равна:

a) 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 sp^3d^2 гибридизация АО ц. а. соответствуют комплексной частине:

a) $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$;

6) $[Hg(NH_3)_4]^{2+}$;

в) [SbF₄]¯;

 Γ) $[Zn(H_2O)_4]^{2+}$.

10. В схеме превращений:

Al
$$\xrightarrow{1}$$
 AlCl₃ $\xrightarrow{2}$ Al(OH)₃ $\xrightarrow{3}$ Al₂O₃ $\xrightarrow{4}$ Al $\xrightarrow{5}$ Na[Al(OH)₄] $\xrightarrow{6}$ AlCl₃

применение раствора щелочи требуется на стадиях:

a) 1; б) 2; в) 3; Γ) 4; д) 5; е) 6;

дание – 3 балла).

11. Для реакции

 $2SO_2(\Gamma) + O_2(\Gamma) = 2SO_3(\Gamma)$

определите стандартную энергию Гиббса $\Delta G^o_{p-uuu,\,298}$, если $\Delta S^o_{p-uuu,\,298}=-187$ Дж/К;

 $\Delta H_{p-uuu, 298}^{o} = -198$ 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 окислительновосстановительной реакции методом ионноэлектронного баланса (методом полуреакций). Укажите окислитель и восстановитель:

$$KI + KBrO_3 + HCl \rightarrow I_2 + KBr + ... + H_2O$$

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

а) SiO_2 – кварц; б) $CuFeS_2$ – халькопирит;

в) $Cu_2(OH)_2CO_3$ — малахит.

Дайте названия этим соединениям по международной номенклатуре IUPAC.

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 периодиче-	
	ская система химических элементов Д.И. Менделеева.	50
	Химическая связь»	
II	«Растворы неэлектролитов и электролитов»	30

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

Индивидуальное	Темы	Максимальный
задание		балл
I	«Основы атомно-молекулярного учения. Основные поня-	30
	тия, законы, расчеты в химии»	
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.