

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

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства (Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:  
Директор  
Д. С. Воробьев

Оценочные материалы по дисциплине

Общая и неорганическая химия

по направлению подготовки

**06.03.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Биология**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2024**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
Д.С. Воробьев

Председатель УМК  
А.Л. Борисенко

Томск – 2025

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-6 Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-6.1 Использует основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии в профессиональной деятельности

ИОПК-6.2 Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

- коллоквиум;
- контрольная работа;
- лабораторный отчет.

Текущий контроль считается пройден, если студент набрал 51 % от максимально возможной суммы баллов.

### **Коллоквиум «Строение атома, периодический закон, химическая связь» (ИОПК-6.1)**

#### **Билет № 2**

1. Рассмотрение ковалентной связи в теории валентных схем (ВС). Условия и механизмы образования связи, связи  $\sigma$ -,  $\pi$ -,  $\delta$ -типа. Характеристики и свойства ковалентной связи (насыщаемость и направленность). (60 б.)

Максимальная оценка – 60 баллов.

*Критерии оценивания результатов обучения (указан максимальный балл за составляющую часть вопроса)*

1. Понятие теории и ее структуры – 3 б.
2. Основные положения теории ВС, условия образования ковалентной связи – 10 б.
3. Связи  $\sigma$ -,  $\pi$ -,  $\delta$ -тип, механизм их образования – 10 б.
4. Характеристики связи: энергия, длина, кратность, угол связи, полярность – 7 б.
5. Размерность характеристик связи – 3 б.
6. Понятия насыщенности связи и валентности атома – 10 б.
7. Синонимы понятия валентности: ковалентность, электровалентность, СО, КЧ – 7б.
8. Понятие направленности связи на примерах молекул, образованных элементами 2, 3-го периодов – 10 б.

2. Для атома Со и иона  $\text{Со}^{3+}$  напишите электронные формулы, укажите распределение электронов по уровням, подуровням, орбиталям (сравнительная энергетическая диаграмма) и число неспаренных электронов, а также запишите набор квантовых чисел для всех валентных электронов атома Со. (20 б.)

Максимальная оценка – 20 баллов.

*Критерии оценивания*

1. Запись для атома Со и иона  $\text{Со}^{3+}$  полных и сокращенных электронных формул – 5 б.
2. Распределение электронов по уровням, подуровням, орбиталям для атома Со – 3 б.
3. Распределение электронов по уровням, подуровням, орбиталям для иона  $\text{Со}^{3+}$  – 3 б.
4. Число неспаренных электронов у атома Со и иона  $\text{Со}^{3+}$  – 1 б.

5. Набор квантовых чисел для всех валентных электронов атома Co – 4 б.
6. Набор квантовых чисел для всех валентных электронов иона  $\text{Co}^{3+}$  – 4 б.

3. Изобразите перекрывание атомных орбиталей (с учетом гибридизации) при образовании газообразных молекул  $\text{TeCl}_4$ . Какова форма молекул? (20 б.)

Максимальная оценка – 20 баллов.

*Критерии оценивания*

1. Структурная формула молекулы – 2 б.
2. Тип гибридизации ц. а. – 3 б.
3. Число поделенных и неподеленных электронных пар (ПП, НП) у ц. а. – 4 б.
4. Геометрический тип распределение ПП и НП в пространстве – 5 б.
5. Форма молекулы  $\text{TeCl}_4$  – 6 б.

Максимальная оценка 100 баллов за коллоквиум

«отлично» 78-100 баллов;

«хорошо» 65-77 баллов;

«удовлетворительно» 50-64 баллов;

«неудовлетворительно» менее 50 баллов.

### Контрольная работа «Растворы» (ИОПК-6.1)

#### Билет № 1

1. Рассчитайте молярную концентрацию, моляльность азотной кислоты в растворе, содержащем 30 % (мас.)  $\text{HNO}_3$  (плотность раствора см. в справочнике). (24 б.)

Максимальная оценка – 24 баллов.

*Критерии оценивания результатов обучения*

1. Нахождение плотности 30 %-ного раствора  $\text{HNO}_3$  – 2 б.
2. Нахождение массы  $m$  1 л 30 %-ного раствора  $\text{HNO}_3$  – 2 б.
3. Нахождение массы  $m_1$   $\text{HNO}_3$  в 1 л 30 %-ного раствора  $\text{HNO}_3$  массой  $m$  – 4 б.
4. Масса воды и азотной кислоты в 1 л 30 %-ного раствора  $\text{HNO}_3$  массой  $m$  – 4 б.
5. Нахождение числа молей  $n$   $\text{HNO}_3$  в массе  $m_1$   $\text{HNO}_3$  – 4 б.
6. Расчет молярной конц., моляльности азотной кислоты в растворе – 4 б.

2. Определите формулу вещества, содержащего 40 % (масс.) углерода, 6.66 % водорода и 53.34 % серы; раствор 0,3 г этого вещества в 27 г бензола замерзает на  $0.318^\circ\text{C}$  ниже, чем бензол (см. справочник). (24 б.)

Максимальная оценка – 24 баллов.

*Критерии оценивания результатов обучения*

1. Найти молярные соотношения атомов C : H : S в молекуле вещества – 4 б.
2. Найти массу  $m$  вещества в 1 кг бензола – 3 б.
3. Найти число молей  $n$  вещества в 1 кг бензола – 5 б.
4. В справочнике найти криоскопическую константу бензола – 3 б.
5. Записать математическое выражение для закона Рауля, из него найти выражение для  $M_2$  – молекулярной массы вещества – 5 б.
6. Рассчитать  $M_2$ , найти истинную молекулярную формулу вещества – 4 б.

3. Как приготовить 1 л 0,1 моль/л раствора серной кислоты, исходя из концентрированной серной кислоты, содержащей 96 % (мас.)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и имеющей плотность  $1,84\text{ г/см}^3$ ? (20 б.)

Максимальная оценка – 20 баллов.

1. Найти массу  $m$   $\text{H}_2\text{SO}_4$ , необходимую для приготовления 1 л 0,1 моль/л раствора – 5 б.

2. Найти массу  $m_1$  96 %-го раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , содержащего массу  $m$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 5 б.
3. Найти объем  $V$  96 %-го раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  массы  $m_1$ , содержащего массу  $m$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 5 б.
4. Объем  $V$  96 %-го раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  массы  $m_1$ , содержащего массу  $m$   $\text{H}_2\text{SO}_4$ , внести в мерную колбу на 1 л, содержащую воду, охладить, разбавить до метки – 5 б.
4. Растворимость  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  при некоторой температуре составляет  $7,7 \cdot 10^{-6}$  моль/л. Рассчитайте произведение растворимости гидроксида железа(II) при этой температуре. (14 б.).  
Максимальная оценка – 14 баллов.  
*Критерии оценивания результатов обучения*
  1. Уравнение химической реакции гетерогенного равновесия растворения  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  – 2 б.
  2. Выражение для ПР гидроксида – 2 б.
  3. Выражение  $[\text{OH}^-]$  через равновесную концентрацию  $[\text{Fe}^{2+}]$  – 4 б.
  4. Выражение ПР через равновесные концентрации  $[\text{Fe}^{2+}]$  и  $[\text{OH}^-]$  – 4 б.
  5. Расчет ПР – 2 б.

5. Какие продукты получатся при сливании растворов  $\text{CrCl}_3$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ? Дайте объяснения, запишите уравнение химической реакции в полном и сокращенном виде. (18 б.).

Максимальная оценка – 18 баллов.

*Критерии оценивания результатов обучения*

1. Запись уравнения взаимодействия  $\text{CrCl}_3$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  в молекулярной форме – 6 б.
2. Запись уравнения взаимодействия  $\text{CrCl}_3$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  в ионной форме – 6 б.
3. Объяснение образования продуктов  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  и  $\text{SO}_2$  в этой реакции – 6 б.

Максимальная оценка 100 баллов за контрольную работу

«отлично» 78-100 баллов;

«хорошо» 65-77 баллов;

«удовлетворительно» 50-64 баллов;

«неудовлетворительно» менее 50 баллов.

### **Лабораторный отчет. (ИПК-6.2)**

Студент должен предоставить отчет о выполненной лабораторной работе в письменном виде. Отчет должен состоять из следующих разделов:

1. номер работы и ее название;
2. цель работы;
3. теоретическое введение;
4. экспериментальная часть, включающая:
  - краткое описание хода работы;
  - реактивы, посуду;
  - рисунок или схему прибора;
  - наблюдения в течение опыта, с указанием качественных признаков реакции: изменение цвета раствора; выпадение осадка или его растворение; выделение газа, его цвет и запах; нагревание или охлаждение системы и др.;
  - уравнения всех протекающих реакций;
  - результаты измерений и расчеты.
5. выводы (на основании полученных и соответствующим образом обработанных данных студент должен сформулировать и записать краткие выводы – необходимо вспомнить, что было целью эксперимента, осмыслить полученные результаты опытов и использовать их для выводов).

*Критерий оценивания:*

5 баллов – студент предоставил отчет, соответствующий представленным выше требованиям.

3-4 балла – студент предоставил отчет, содержащий неполную информацию о проделанной работе.

0 баллов – студент не предоставил отчет.

За выполнение каждой лабораторной работы студент может получить 5 баллов.

### **3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания**

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса и два практических задания. Продолжительность подготовки ответа по билетам 45 минут, ответ 20 минут.

Промежуточный контроль позволяет проверить приобретенные знания по ИОПК-6.1.

Пример экзаменационного билета:

## **ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

### **Кафедра неорганической химии**

#### **Экзаменационный билет**

#### **Общая и неорганическая химия**

#### **Билет № 1**

1. Развитие представлений о сложной структуре атома. Модели атома Резерфорда, Бора. Основы квантово-механической модели строения атома. Квантовый характер энергетических изменений электрона в атоме. Корпускулярно-волновая природа электрона. Уравнение де Бройля.

2. Водород. Строение атома. Положение в периодической системе. Нахождение в природе, методы получения, применение молекулярного водорода, его свойства.

3. Для атома  $\text{Bi}$  написать:

- распределение электронов по энергетическим уровням (энергетическая диаграмма);
- электронные формулы (полные и краткие);
- схему распределения валентных электронов по атомным орбиталям;
- указать число неспаренных электронов.

4. Подберите коэффициенты в уравнении реакции методом полуреакций, укажите окислитель и восстановитель:



Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

#### *Критерии оценивания*

«отлично» - студент самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы билета, подчеркивая при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное: устанавливать причинно-следственные связи.

«хорошо» - студент в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы билета с помощью наводящих вопросов экзаменатора, подчеркивая при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать,

конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное: устанавливать причинно-следственные связи.

«удовлетворительно» - студент в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы билета с помощью наводящих вопросов экзаменатора, но допускает не более 3 ошибок, подчеркивая при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное: устанавливать причинно-следственные связи.

«неудовлетворительно» - студент не может в логической последовательности и исчерпывающе отвечать на все вопросы билета с помощью наводящих вопросов экзаменатора, не умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное, устанавливать причинно-следственные связи.

#### 4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

1. Увеличение кислотного характера гидроксидов элементов вдоль третьего периода:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Si}(\text{OH})_4$  ( $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ),  $\text{P}(\text{OH})_5$  ( $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ),  $\text{S}(\text{OH})_6$  ( $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ),  $\text{Cl}(\text{OH})_7$  ( $\text{HClO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ ) обусловлено изменением в периоде следующих характеристик иона  $\text{Э}^{n+}$ :

- a) увеличение заряда; уменьшение радиуса; разные электронные оболочки;
- b) увеличение заряда; уменьшение радиуса; одинаковые электронные оболочки;
- c) уменьшение заряда; уменьшение радиуса; одинаковые электронные оболочки;
- d) увеличение заряда; увеличение радиуса; разные электронные оболочки.

2. У газообразных молекул  $\text{PbCl}_2$  и  $\text{BeCl}_2$  тип гибридизации атомных орбиталей центральных атомов и

- a) форма газообразных молекул;
- b)  $sp^3$ ,  $sp$ ; тетраэдрическая, линейная;
- c)  $sp^3$ ,  $sp^2$ ; тетраэдрическая, треугольная;
- d)  $sp^2$ ,  $sp$ ; угловая, линейная.

3. Сходство свойств соединений шестивалентных элементов подгруппы хрома и шестивалентной серы ( $\text{SO}_3\text{--CrO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4\text{--H}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{SO}_2\text{Cl}_2\text{--CrO}_2\text{Cl}_2$ ) объясняется:

- a) электронной аналогией шестивалентной серы и шестивалентных элементов подгруппы хрома;
- b) закономерным увеличением ионного радиуса  $\text{Э}^{6+}$  в ряду S, элементы подгруппы Cr;
- c) тенденцией к уменьшению электроотрицательности элементов в ряду S, элементы подгруппы Cr.

4. Укажите электронную формулу иона  $\text{Na}^+$ :

- a)  $1s^2 2s^2 2p^5$
- b)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
- c)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
- d)  $1s^2 2s^2 2p^6$

5. Сокращенная электронная формула, число неспаренных электронов, набор квантовых чисел для валентных электронов иона  $\text{Mn}^{2+}$  имеют вид:

- a)  $[\text{Ar}] 3d^5; 5e^-; n: 3, 3, 3, 3, 3; l: 2, 2, 2, 2, 2; m: -2, -1, 0, +1, +2; s: +1/2, -1/2, +1/2, -1/2, +1/2;$
- b)  $[\text{Ar}] 3d^5; 5e^-; n: 3, 3, 3, 3, 3; l: 2, 2, 2, 2, 2; m: -2, -1, 0, +1, +2; s: +1/2, +1/2, +1/2, +1/2, +1/2;$
- c)  $[\text{Ar}] 4s^2 3d^3; 3e^-; n: 4, 4, 3, 3, 3; l: 0, 0, 2, 2, 2; m: 0, 0, -2, -1, 0; s: +1/2, -1/2, +1/2, +1/2, +1/2;$

d)  $[\text{Ar}] 4s^1 3d^4; 5e^-; n: 4, 3, 3, 3, 3; l: 0, 2, 2, 2, 2; m: 0, -2, -1, 0, +1; s: +1/2, +1/2, +1/2, +1/2, +1/2$ .

6. Молярная масса эквивалента серной кислоты в реакциях 1, 2



соответственно составляет:

a) 49 г/моль, 98 г/моль;

b) 98 г/моль, 49 г/моль;

c) 98 г/моль, 98 г/моль.

7. Охарактеризуйте валентное состояние комплексообразователя соединения  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , указав его степень окисления, КЧ, ковалентность:

a) +2, 8, > 6;

b) +3, 6, 6;

c) +2, 6, > 6.

8. Химическая реакция неосуществима при любой температуре при условиях:

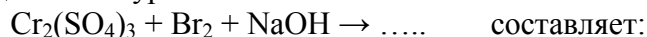
a)  $\Delta H < 0, \Delta S < 0$ ;

b)  $\Delta H > 0, \Delta S < 0$ ;

c)  $\Delta H > 0, \Delta S > 0$ ;

d)  $\Delta H < 0, \Delta S > 0$ ?

9. Сумма коэффициентов в уравнении окислительно-восстановительной реакции

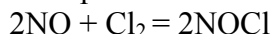


a) 39;

b) 42;

c) 35.

10. При повышении давления в 2 раза скорость элементарной химической реакции



увеличивается в следующее число раз(a):

a) 4;

b) 8;

c) 6;

d) 2.

11. Объем концентрированной серной кислоты (плотность 1,84 г/см<sup>3</sup>), содержащей 98 % (мас.)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , необходимый для приготовления 500 мл 0,5 моль/л ее раствора, равен:

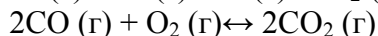
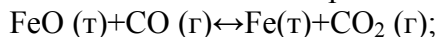
a) 13,2 мл

b) 13,0 мл

c) 14,2 мл

d) 13,6 мл.

12. Математическое выражение закона действующих масс для равновесий



имеет вид соответственно:

a)  $K_c = [\text{CO}_2] / [\text{CO}]; K_c = [\text{CO}_2]^2 / [\text{O}_2] [\text{CO}]^2$  или  $K_p = P(\text{CO}_2) / P(\text{CO});$

$K_p = P^2(\text{CO}_2) / P(\text{O}_2) P^2(\text{CO});$

b)  $K_c = [\text{CO}_2] [\text{Fe}] / [\text{CO}] [\text{FeO}]; K_c = [\text{CO}_2]^2 / [\text{O}_2] [\text{CO}]^2$  или  $K_p = P(\text{CO}_2) / P(\text{CO});$

$K_p = P^2(\text{CO}_2) / P(\text{O}_2) P^2(\text{CO});$

c)  $K_c = [\text{CO}] [\text{FeO}] / [\text{CO}_2] [\text{Fe}]; K_c = [\text{CO}]^2 [\text{O}_2] / [\text{CO}_2]^2$  или  $K_p = P(\text{CO}) / P(\text{CO}_2);$

$K_p = P^2(\text{CO}) P(\text{O}_2) / P^2(\text{CO}_2).$

13. Степень окисления атома молибдена в гетерополисоединении  $\text{H}_3[\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}]$  составляет:

a) +6

b) +5

с) +4.

14. Моляльность и молярная концентрация 4,7 %-ого раствора ( $\rho = 1,03 \text{ г/см}^3$ ) серной кислоты равны соответственно:

а) 0,480 моль/кг; 0,494 моль/л;

б) 0,503 моль/кг; 0,988 моль/л;

с) 0,503 моль/кг; 0,494 моль/л.

15. При повышении температуры скорость химической реакции:

а) уменьшается;

б) не изменяется;

с) возрастает.

Ключи:

1-б), 2-д), 3-а), 4-с), 5-б), 6-б), 7-с), 8-б), 9-а), 10-б), 11-д), 12-а), 13-а), 14-с), 15-с).

### **Информация о разработчиках**

Лютова Екатерина Сергеевна, к.т.н., доцент кафедры неорганической химии НИ ТГУ