

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

Химический факультет



А.С. Князев

«25» 08 20 22 г.

Фонд оценочных средств

Химия редкоземельных элементов

по специальности

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Специализация:

«Фундаментальная и прикладная химия»

Форма обучения

Очная

Квалификация

Химик. Преподаватель химии

Год приема

2022

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.1.ДВ.01.02.04

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 В.В. Шелковников

Председатель УМК

 Л.Н. Мишенина

Томск – 2022

1 Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Дисциплина	Химия редкоземельных элементов
Семестр обучения	8
Общий объем дисциплины, ЗЕ	3
Формы текущего контроля	тестирование; устный опрос; отчет по лабораторной; индивидуальное задание
Форма промежуточной аттестации	зачет с оценкой

Оценивание результатов учебной деятельности обучающихся при изучении дисциплины осуществляется по балльно-рейтинговой системе

2 Перечень формируемых компетенций и уровни их освоения

Изучение дисциплины «Химия редкоземельных элементов» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды и содержание компетенций по СУОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ООП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.	ИОПК-1.1. . Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.	<i>Допороговый уровень</i>	<i>Знать:</i> фрагментарно физико-химические свойства РЗЭ и важнейших классов их соединений, в том числе комплексных соединений, и закономерности их изменения в зависимости от положения РЗЭ в периодической системе Д.И. Менделеева. <i>Уметь:</i> объяснять взаимосвязь между физико-химическими свойствами РЗЭ, их соединений, комплексобразующей способностью РЗЭ и их положением в периодической системе, делая значительные ошибки.
	ИОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Знать:</i> основные физико-химические свойства РЗЭ и некоторых классов их соединений, в том числе комплексных соединений, и закономерности их изменения в зависимости от положения РЗЭ в

	<p>ИОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.</p>		<p>периодической системе Д.И. Менделеева.</p> <p><i>Уметь:</i> объяснять взаимосвязь между физико-химическими свойствами РЗЭ, их соединений, комплексобразующей способностью РЗЭ и их положением в периодической системе, допуская ошибки.</p> <p><i>Владеть (обладать навыками):</i> Периодической системой Д.И. Менделеева как методологической основой для объяснения выбора методов получения соединений РЗЭ и наблюдаемых свойств, проявляемых данными соединениями, допуская ошибки при объяснении</p>
		<p><i>Достаточный уровень</i></p>	<p><i>Знать:</i> основные физико-химические свойства РЗЭ и важнейших классов их соединений, в том числе комплексных соединений, и закономерности их изменения в зависимости от положения РЗЭ в периодической системе Д.И. Менделеева.</p> <p><i>Уметь:</i> объяснять взаимосвязь между физико-химическими свойствами РЗЭ, их соединений, комплексобразующей способностью РЗЭ и их положением в периодической системе, допуская незначительные ошибки</p> <p><i>Владеть (обладать навыками):</i> Периодической системой Д.И. Менделеева как методологической основой для объяснения выбора методов получения</p>

			соединений РЗЭ и наблюдаемых свойств, проявляемых данными соединениями.
		<i>Продвинутый уровень</i>	<p><i>Знать:</i> физико-химические свойства РЗЭ и важнейших классов их соединений, в том числе комплексных соединений, и закономерности их изменения в зависимости от положения РЗЭ в периодической системе Д.И. Менделеева.</p> <p><i>Уметь:</i> объяснять взаимосвязь между физико-химическими свойствами РЗЭ, их соединений, комплексобразующей способностью РЗЭ и их положением в периодической системе.</p> <p><i>Владеть (обладать навыками):</i> Периодической системой Д.И. Менделеева как методологической основой для предсказания и объяснения выбора методов получения соединений РЗЭ и наблюдаемых свойств, проявляемых данными соединениями.</p>
ОПК-2. Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности.	<p>ИОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.</p> <p>ИОПК-2.2. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для</p>	<i>Допороговый уровень</i>	<p><i>Знать:</i> фрагментарно основы методов разделения РЗЭ: ионный обмен и экстракция, и некоторые принципы подбора ионитов и комплексобразующих агентов для разделения смеси РЗЭ методами ионного обмена, а также принципы подбора экстрагентов и растворителей для разделения смеси РЗЭ методами экстракции; основы техники безопасности при работе с соединениями РЗЭ.</p>

<p>решения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ИОПК-2.3. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.</p>		<p><i>Уметь:</i> проводить разделение смеси РЗЭ методом ионного обмена/экстракцией по предложенной методике, не соблюдая нормы техники безопасности и допуская грубейшие ошибки при проведении эксперимента и работы на серийном научном оборудовании.</p>
	<p><i>Пороговый уровень</i></p>	<p><i>Знать:</i> некоторые основы методов разделения РЗЭ: ионный обмен и экстракция на и некоторые принципы подбора ионитов и комплексообразующих агентов для разделения смеси РЗЭ методами ионного обмена, а также принципы подбора экстрагентов и растворителей для разделения смеси РЗЭ методами экстракции; некоторые правила техники безопасности при работе с соединениями РЗЭ.</p> <p><i>Уметь:</i> проводить разделение смеси РЗЭ методом ионного обмена/экстракцией по предложенной методике с соблюдением норм техники безопасности, допуская ошибки при проведении эксперимента и работы на серийном научном оборудовании.</p> <p><i>Владеть (обладает навыками):</i> некоторыми методиками разделения смеси РЗЭ методом ионного обмена/экстракцией имеющейся смеси РЗЭ.</p>
	<p><i>Достаточный уровень</i></p>	<p><i>Знать:</i> основы методов разделения РЗЭ: ионный обмен и экстракция; принципы подбора ионитов и комплексообразующих</p>

			<p>агентов для разделения смеси РЗЭ методами ионного обмена; принципы подбора экстрагентов и растворителей для разделения смеси РЗЭ методами экстракции; основы техники безопасности при работе с соединениями РЗЭ.</p> <p><i>Уметь:</i> проводить разделение смеси РЗЭ методом ионного обмена/экстракцией по предложенной методике с соблюдением норм техники безопасности, грамотно используя серийное научное оборудование, допуская незначительные ошибки при проведении эксперимента.</p> <p><i>Владеть (обладает навыками):</i> методиками разделения смеси РЗЭ методом ионного обмена/экстракцией имеющейся смеси РЗЭ, допуская незначительные ошибки.</p>
		<p><i>Продвинутый уровень</i></p>	<p><i>Знать:</i> основы методов разделения РЗЭ: ионный обмен и экстракция; принципы подбора ионитов и комплексообразующих агентов для разделения смеси РЗЭ методами ионного обмена; принципы подбора экстрагентов и растворителей для разделения смеси РЗЭ методами экстракции; основы техники безопасности при работе с соединениями РЗЭ.</p> <p><i>Уметь:</i> проводить разделение смеси РЗЭ методом ионного обмена/экстракцией по предложенной методике с соблюдением всех норм техники безопасности с</p>

			<p>использованием современного серийного научного оборудования.</p> <p><i>Владеть (обладает навыками):</i> методиками разделения смеси РЗЭ методом ионного обмена/экстракцией имеющейся смеси РЗЭ.</p>
<p>ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.</p>	<p>ИПК-1.1. Разрабатывает стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий.</p> <p>ИПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.</p>	<i>Допороговый уровень</i>	<p><i>Знать:</i> фрагментарно теоретические основы методов получения индивидуальных соединений РЗЭ из минерального сырья (минеральное сырье, методы вскрытия руд, методы разделения РЗЭ); методы получения металлов РЗЭ; аналитические особенности РЗЭ (методы количественного и качественного определения суммы РЗЭ и индивидуальных РЗЭ; основные проблемы получения и разделения РЗЭ и области их применения.</p> <p><i>Уметь:</i> выбирать методику получения индивидуальных РЗЭ, методику количественного и качественного определения суммы РЗЭ и индивидуальных РЗЭ; методику получения металлов РЗЭ исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов, допуская грубейшие ошибки.</p>
		<i>Пороговый уровень</i>	<p><i>Знать:</i> некоторые теоретические основы некоторых методов получения индивидуальных соединений РЗЭ из минерального сырья (минеральное сырье, некоторые методы вскрытия руд и разделения РЗЭ);</p>

			<p>методы получения металлов РЗЭ; аналитические особенности РЗЭ (методы количественного и качественного определения суммы РЗЭ и индивидуальных РЗЭ; основные проблемы получения и разделения РЗЭ и области их применения.</p> <p><i>Уметь:</i> выбирать методику получения индивидуальных РЗЭ, методику количественного и качественного определения суммы РЗЭ и индивидуальных РЗЭ; методику получения металлов РЗЭ исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов, допуская ошибки.</p>
		<p><i>Достаточный уровень</i></p>	<p><i>Знать:</i> теоретические основы методов получения индивидуальных соединений РЗЭ из минерального сырья (минеральное сырье, методы вскрытия руд, методы разделения РЗЭ); методы получения металлов РЗЭ; аналитические особенности РЗЭ (методы количественного и качественного определения суммы РЗЭ и индивидуальных РЗЭ; основные проблемы получения и разделения РЗЭ и области их применения.</p> <p><i>Уметь:</i> выбирать методику получения индивидуальных РЗЭ, методику количественного и качественного определения суммы РЗЭ и индивидуальных РЗЭ; методику получения металлов РЗЭ исходя из имеющихся, материальных,</p>

			<p>информационных и временных ресурсов, допуская незначительные ошибки.</p> <p><i>Обладать навыками (владеть) планирования эксперимента по получению индивидуальных соединений РЗЭ, в том числе металлов, из имеющегося минерального сырья и проведения качественного и количественного анализа, допуская незначительные ошибки при выборе методик синтеза</i></p>
		<p><i>Продвинутый уровень</i></p>	<p><i>Знать:</i> теоретические основы методов получения индивидуальных соединений РЗЭ из минерального сырья (минеральное сырье, методы вскрытия руд, методы разделения РЗЭ); методы получения металлов РЗЭ; аналитические особенности РЗЭ (методы количественного и качественного определения суммы РЗЭ и индивидуальных РЗЭ; основные проблемы получения и разделения РЗЭ и области их применения.</p> <p><i>Уметь:</i> выбирать методику получения индивидуальных РЗЭ, методику количественного и качественного определения суммы РЗЭ и индивидуальных РЗЭ; методику получения металлов РЗЭ исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.</p> <p><i>Обладать навыками (владеть) планирования эксперимента по получению индивидуальных соединений</i></p>

			РЗЭ, в том числе металлов, из имеющегося минерального сырья и проведения качественного и количественного анализа.
--	--	--	---

Уровни и шкала оценивания сформированности компетенций

Допороговый уровень	Соответствует оценке «неудовлетворительно», предполагает несформированность компетенций на достаточном уровне. Студент имеет пробелы по отдельным теоретическим разделам и не владеет основными умениями и навыками.
Пороговый уровень	Соответствует оценке «удовлетворительно», предполагает сформированность компетенций на достаточном уровне. Студент имеет недостаточно глубокие знания по отдельным теоретическим разделам, показал не все основные умения и навыки.
Достаточный уровень	Соответствует оценке «хорошо», предполагает сформированность компетенций на достаточно хорошем уровне. Студент изучил все теоретические вопросы, показал основные умения и навыки.
Продвинутый уровень	Соответствует оценке «отлично», предполагает сформированность компетенций на высоком уровне. Студент показал творческое отношение к обучению, в совершенстве овладел всеми теоретическими вопросами дисциплины, показал все требуемые умения и навыки.

2 Этапы формирования компетенций и оценочные средства (текущая аттестация)

2.1 Виды оценочных средств

№	Контролируемые темы/разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Код индикатора достижения компетенции согласно ОПШ
1	Тема 1. Современные проблемы химии редкоземельных элементов	Индивидуальное задание	ИОПК 1.3. ИПК-1.2. ИПК-1.1.
2	Тема 2. Соединения РЗЭ	Тестирование Устный опрос	ИОПК 1.3. ИОПК-1.1. ИПК-1.2. ИПК-1.1.
3	Тема 3. Технологии получения редкоземельных элементов	Тестирование Отчеты по лабораторным работам .	ИОПК-1.1. ИОПК-1.2. ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИПК-1.2. ИПК-1.1.

2.2 Содержание оценочных средств

2.2.1 Примеры тем индивидуального задания:

1. Извлечение редких и редкоземельных металлов из техногенных объектов как путь к рациональному освоению недр.
2. Экологическая безопасность РЗЭ и их соединений.
3. Биологическая активность соединений РЗЭ, области применения биологически активных соединений РЗЭ.

2.2.2. Примеры тестов по теме «Соединения РЗЭ»

Вопрос 1. Из предложенного списка веществ выберите те, которые могут вступить в реакцию с КОН с образованием гидроксикомплекса $K_3[Ln(OH)_6]$. Число верных ответов может быть любым.

- а) $Lu(OH)_3$;
- б) $Ce(OH)_3$;
- в) $Sm(OH)_3$;
- г) $Nd(OH)_3$.

Вопрос 2. Укажите элементы, которые могут проявлять валентность равную 4 в оксидах и кислородсодержащих солях:

- а) Ce, Pr, Dy;
- б) Ce, Pr, Tb; (+)
- в) Ce, Tb, Dy ;
- г) Pr, Tb, Dy.

Вопрос 3. Укажите, какие из перечисленных редкоземельных металлов нельзя получить металлотермическим восстановлением безводных галогенидов $LnCl_3$:

- а) Sm; (+)

- б) Er;
- в) Gd;
- г) Yb; (+)
- д) Nd;
- е) Eu. (+)

Вопрос 4: Из предложенного списка веществ выберите те, с которыми реагируют Ln. Число верных ответов может быть любым.

- а) NaOH;
- б) H₂SO₄; (+)
- в) HF;
- г) HCl; (+)
- д) HNO₃. (+)

Вопрос 5: Укажите, с какими лигандами лантаноиды образуют наиболее устойчивые комплексные соединения:

- а) N-донорные лиганды;
- б) O -донорные лиганды; (+)
- в) S –донорные лиганды.

2.2.3. Примеры вопросов для устного опроса по теме «Соединения РЗЭ»

1. Сравнительная характеристика элементов подгруппы скандия и семейства лантаноидов.
2. Закономерности в изменении химических свойств галогенидов РЗЭ.
3. Закономерности в изменении констант устойчивости и растворимости комплексов лантанидов в зависимости от их положения в периодической системе Д.И. Менделеева.

2.2.4 Примеры тестов по теме «Технологии получения РЗЭ»

Вопрос 1. При проведении ионообменной хроматографии в качестве ионита использовали катионит КУ-2-8, в качестве элюента – раствор Трилона Б. Раствор солей РЗЭ содержал Tb(NO₃)₃, Eu(NO₃)₃, Sm(NO₃)₃. Основываясь на знаниях о «средстве» к сульфокатионитам ионов Ln³⁺ и закономерностях изменения констант устойчивости для их комплексных соединений с ЭДТА, укажите порядок вымывания РЗЭ из хроматографической колонки при проведении ионообменной хроматографии:

- а) Sm – Eu – Tb;
- б) Tb – Eu – Sm;
- в) Tb – Sm – Eu.

Вопрос 2. Дайте определение, что называют элюентом в ионообменной хроматографии:

- а) поток жидкости, прошедший через слой неподвижной фазы;
- б) неподвижную фазу;
- в) поток жидкости, перемещающий анализируемые вещества вдоль неподвижной фазы; (+)
- г) смесь анализируемых веществ.

Вопрос 3. Укажите, какие способы разложения монацитового концентрата применяются в промышленной практике:

- а) сернокислотный метод; (+)
- б) щелочной метод; (+)
- в) хлорирование в присутствии угля;

г) азотнокислотный метод.

Вопрос 4. Укажите, для переработки какого концентрата применяется метод хлорирования в присутствии угля:

- а) монацитового концентрата;
- б) бастнезитового концентрата;
- в) лопаритового концентрата; (+)
- г) апатитового концентрата.

Вопрос 5 Расположите ионы Nd^{3+} , Gd^{3+} и Er^{3+} в порядке уменьшения их «средства» к сульфокатиониту (например, КУ-2-8)

- а) $\text{Nd}^{3+} > \text{Gd}^{3+} > \text{Er}^{3+}$; (+)
- б) $\text{Er}^{3+} > \text{Gd}^{3+} > \text{Nd}^{3+}$;
- в) $\text{Gd}^{3+} > \text{Nd}^{3+} > \text{Er}^{3+}$.

2.2.5 Пример структуры написания отчетов:

- 1. Название работы
- 2. Цель работы
- 3. Теоретическая часть
- 4. Экспериментальная часть
- 5. Выводы
- 6. Список используемой литературы

Оценочные материалы в полном объеме содержатся на странице электронного курса в системе Moodle: <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=23421>

2.3 Методические рекомендации

2.3.1 Порядок проведения текущего контроля

Текущий контроль осуществляется на протяжении периода обучения по дисциплине в рамках организации и проведения лекционных занятий, тестирований, лабораторных работ, самостоятельной работы студентов и оценивается в 60 баллов.

2.3.2 Критерии оценивания по видам оценочных средств

1. Индивидуальное задание – по балльно-рейтинговой системе максимальное количество баллов 20 баллов.

– 17 – 20 баллов – «отлично»

Студент показал творческое отношение к обучению, представленный материал в реферате соответствует теме индивидуального задания, оформление работы соответствует требованиям, в ходе работы проанализированы и даны ссылки на литературные источники, опубликованные за последние 10 лет, при защите индивидуального задания студент показывает свободное владение материалом, отвечает на вопросы.

– 13 – 16 баллов – «хорошо»

Представленный материал в реферате соответствует теме индивидуального задания, оформление работы соответствует требованиям, с небольшими недочетами, в ходе работы проанализированы и даны ссылки на литературные опубликованные более чем за 10 лет, при защите индивидуального задания студент показывает хорошее владение материалом, отвечает почти на все на вопросы.

– 10 – 15 баллов – «удовлетворительно»

Представленный материал в реферате соответствует теме индивидуального задания, оформление работы соответствует требованиям оформления, допускаются некоторые недочеты, проанализированы и даны ссылки на литературные опубликованные более чем

за 10 лет, при защите индивидуального задания студент не показывает хорошее владение материалом, не отвечает на вопросы.

- 0 – 9 баллов – «неудовлетворительно»

Представленный материал в реферате не соответствует теме индивидуального задания, оформление работы не соответствует требованиям оформления, даны ссылки на литературные опубликованные более чем за 10 лет или список литературных источников не оформлен, при защите индивидуального задания студент демонстрирует полное незнание материала, не отвечает на вопросы.

2. Устный опрос

- студент дает ответ на вопрос опроса – зачтено
- студент не дает ответа на вопрос опроса – не зачтено

3. Тестирование – по балльно-рейтинговой системе максимальный балл за выполнение одного теста – 5 баллов.

- 4,5 – 5 баллов – «отлично»;
- 3,5 – 4 баллов – «хорошо»;
- 2,5 – 3 балла – «удовлетворительно»;
- 0 – 2 балов – «неудовлетворительно».

4. Отчет – по балльно-рейтинговой системе максимальный балл за выполнение одного отчета 10 баллов.

- 8 – 10 баллов – «отлично»

Отчет соответствует требованиям, в теоретической части полностью отражен теоретический материал по тематике работы; в экспериментальной части представлены расчеты, результаты и анализ результатов, сделан вывод по результатам работы, который соответствует поставленной цели.

- 6,5 – 7,9 баллов – «хорошо»

Отчет соответствует требованиям, теоретический материал по тематике работы отражен в не полном объеме; в экспериментальной части представлены расчеты, результаты и анализ результатов с некоторыми неточностями, сделан вывод по результатам работы, который соответствует поставленной цели.

- 5 – 6,4 баллов – «удовлетворительно»

Отчет соответствует требованиям, в теоретической части теоретический материал по тематике работы отражен фрагментарно; в экспериментальной части представлены расчеты, результаты, анализ результатов проведен фрагментарно, сделанный вывод по результатам работы частично соответствует поставленной цели.

- 0 – 4,9 баллов – «отлично»

Отчет не соответствует требованиям, в теоретической части теоретический материал отражен не по тематике работы; в экспериментальной части представлены некоторые расчеты, результаты, не проведен анализ результатов, сделан вывод по результатам работы, который не соответствует поставленной цели.

3 Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной

3.1 Порядок проведения зачета с оценкой.

Зачет с оценкой проводится в письменной форме по билетам. Билет состоит из двух частей. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Первая часть представляет собой тест из 15 вопросов, проверяющих знания, приобретенные по ОПК-1 (ИОПК-1.2, ИОПК-1.3). Ответы на вопросы первой части даются путем выбора из списка предложенных, соотнесения вопросов с предложенными вариантами ответов и предоставлением короткого ответа в виде одно-двух слов. Каждый

правильный ответ оценивается в 1–2 балла. Суммарное число баллов за тест составляет 25 баллов. Продолжительность тестирования 50 минут.

Вторая часть содержит вопрос, проверяющий знания, полученные по ОПК-1 (ИОПК-1.3) и ПК-1 (ИПК-1.1, ИПК-1.3.). Ответ на вопрос второй части дается в развернутой форме. Максимальное количество баллов за ответ – 15. Продолжительность подготовки ответа по билету (2 часть) 20 минут, ответ 20 минут.

3.2 Примеры билетов

Примеры вопросов теста (первой части):

Вопрос 1. Из предложенного списка веществ выберите те, которые могут вступить в реакцию с КОН с образованием гидрокомплекса $K_3[Ln(OH)_6]$. Число верных ответов может быть любым.

- а) $Lu(OH)_3$;
- б) $Ce(OH)_3$;
- в) $Sm(OH)_3$;
- г) $Nd(OH)_3$.

Вопрос 2. Установите соответствие между уравнением реакции, а также соединениями лантаноидов, которые могут участвовать в данных реакциях.

- | | |
|--------------------------------------|---------------------|
| 1. $2LnF_3 + 3Ca = 2Ln + 3CaF_2$; | [1] TbF_3 , Tb; |
| 2. $2LnCl_3 + 3Ca = 2Ln + 3CaCl_2$; | [2] Nd_2O_3 , Nd; |
| 3. $Ln_2O_3 + 2La = 2Ln + La_2O_3$; | [3] $NdCl_3$, Nd; |
| | [4] $HoCl_3$, Ho; |
| | [5] Sm_2O_3 , Sm; |

Вопрос 3. В ряду лантаноидов Ce – Lu радиус атома изменяется немонотонно. Укажите те элементы, особенности электронного строения которых приводят к отклонению в монотонном изменении радиуса атома, а также температур плавления и плотности простых веществ в ряду лантаноидов. В ответе приведите символы элементов через запятую без пробелов.

Вопрос 4. Для получения монацитового концентрата из руды применяется совокупность методов разделения минералов друг от друга, основанных на различиях их физических или химических свойств. Установите соответствие между стадией обогащения руды РЗЭ и методом, который для этого применяется.

- | | |
|---|----------------------------------|
| [1] отделение фракции тяжелых минералов от пустой породы; | а) флотация; |
| [2] отделение титановых минералов (рутила и ильменита); | б) электромагнитная сепарация; |
| [3] отделение циркона. | в) электростатическая сепарация; |
| | г) дробление; |
| | д) гравитационное обогащение. |

Вопрос 5. При проведении ионообменной хроматографии в качестве ионита использовали катионит КУ-2-8, в качестве элюента – раствор Трилона Б. Раствор солей РЗЭ содержал $Tb(NO_3)_3$, $Eu(NO_3)_3$, $Sm(NO_3)_3$. Основываясь на знаниях о «средстве» к сульфокатионитам ионов Ln^{3+} и закономерностях изменения констант устойчивости для их комплексных соединений с ЭДТА, укажите порядок вымывания РЗЭ из хроматографической колонки при проведении ионообменной хроматографии:

- а) Sm – Eu – Tb;
- б) Tb – Eu – Sm;
- в) Tb – Sm – Eu.

Примерное содержание вопросов второй части:

1. Вопрос 1.

Оцените целесообразность применения метода дробного осаждения двойных сульфатов для разделения смеси соединений РЗЭ (Ce, Nd, Er, Ho, Sm, Yb), полученного при переработке монацитового концентрата по сернокислотному методу после вскрытия минерального концентрата 93% H₂SO₄ на цериевую и иттриевую группы. Объясните, на чем основан данный метод, приведите критерий оценки эффективности разделения.

2. Вопрос 2.

Предложите метод извлечения празеодима из фракции «дидима» (смеси Pr и Nd) получаемой в процессе разделения методом ионного обмена концентрата РЗЭ цериевой группы, объяснив суть предлагаемого метода, энергозатратность и эффективность разделения предложенных РЗЭ.

Критерии оценивания ответов:

13 – 15 баллов: предлагает методы разделения и количественного определения соединений РЗЭ в смеси для решения конкретных задач, обосновывает эффективность и целесообразность применения методов на основании знаний о методах разделения и определения индивидуальных РЗЭ, Периодической системы как методологической основы для описания электронного строения и закономерностей изменения свойств соединений в ряду РЗЭ (константы устойчивости, растворимости солей, сродства к ионам).

10 – 12 баллов: предлагает методы разделения и количественного определения соединений РЗЭ в смеси для решения конкретных задач, обосновывает эффективность и целесообразность применения методов на основании знаний о методах разделения и определения индивидуальных РЗЭ, применяя Периодическую систему как методологическую для описания электронного строения и закономерностей изменения свойств соединений в ряду РЗЭ (константы устойчивости, растворимости солей, сродства к ионам), но допускает отдельные неточности.

7 – 9 баллов: имеет представление о методах разделения и методов определения индивидуальных РЗЭ, их электронном строении и закономерностях изменения свойств соединений в ряду РЗЭ (константы устойчивости, растворимости солей, сродства к ионам), но не может предложить методы разделения и количественного определения соединений РЗЭ в смеси для решения конкретных задач, не может обосновать эффективность и целесообразность их применения.

0 – 6 баллов: имеет общее представление о методах разделения и методов определения индивидуальных РЗЭ, их электронном строении, не имеет представлений о закономерностях изменения свойств соединений в ряду РЗЭ, не может предложить методы разделения и количественного определения соединений РЗЭ в смеси для решения конкретных задач.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в полном объеме содержатся на странице электронного курса в системе Moodle: <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=23421>

3.3. Критерии оценивания

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

Итоговая оценка учитывает результаты экзамена и рейтинга семестра: суммарный рейтинг курса – 100 баллов.

Балльно-рейтинговая система:

Вид контроля	Количество	Балл	Максимальное количество баллов
Текущий контроль			
Тесты по лекциям	3	5	10
Отчеты по лабораторной работе	3	10	30
Индивидуальное задание	1	20	20
Суммарное число баллов текущего контроля			60
Промежуточная аттестация (зачет)			
Тест (1 часть)			25
Билет (2 часть)			15
Суммарное число баллов итогового контроля			40
Суммарный рейтинг по курсу			100

Для допуска к зачету необходимо выполнить лабораторный практикум в полном объеме и набрать за текущий контроль не менее 50 % от общего количества баллов (30 – 60 баллов).

Для получения оценки необходимо также набрать не менее 50 % от общего количества баллов за промежуточную аттестацию (20 – 40 баллов).

Количество баллов, набранных за текущий и промежуточный контроль, суммируется и выставляется оценка.

Соответствие баллов экзаменационной оценке:

81 – 100 баллов – «отлично» (80%)

64 – 80 баллов – «хорошо» (64%)

51 – 63 баллов – «удовлетворительно» (50%)

4. Информация о разработчиках

Автор программы: Халипова Ольга Сергеевна, канд. тех. наук, кафедра неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.