

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

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

И.о. декана

А. С. Князев

Оценочные материалы по дисциплине

Органический анализ

по специальности

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Специализация:

Фундаментальная и прикладная химия

Форма обучения

Очная

Квалификация

Химик / Химик-специалист. Преподаватель химии

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В.В. Шелковников

Председатель УМК

В.В. Шелковников

Томск – 2024

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений в различных областях химии;

ОПК-2. Способен проводить синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследовать процессы с их участием;

ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК 1.1 Знает теоретические основы неорганической, органической, физической и аналитической химии, применяет их при решении профессиональных задач в других областях химии.

РООПК 1.2 Умеет систематизировать и интерпретировать результаты экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии

РООПК 1.3 Умеет грамотно формулировать заключения и выводы по результатам работы

РООПК 2.2 Знает теоретические основы методов изучения состава, структуры и свойств для грамотного выбора метода исследования

РООПК 2.3 Умеет проводить стандартные синтезы по готовым методикам, выполнять стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов, а также использовать серийное научное оборудование для изучения их свойств

РОПК 1.1 Умеет разрабатывать стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий.

РОПК 1.2 Умеет выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- индивидуальные задания;
- контрольная работа;
- отчёты по лабораторным работам.

Примеры вопросов индивидуального задания (РООПК-1.2., РООПК-2.2., РОПК-1.2.):

3. Качественный элементный и функциональный анализ.

3.1. Предложите структурные формулы любых органических соединений, которые удовлетворяют следующим условиям. Ответ обоснуйте.

3.1.1. Нерастворимое в воде и растворимое в кислоте азотсодержащее соединение, не выделяющее азот при действии азотистой кислоты.

3.1.2. Соединение, которое при нагревании до 200 °С выделяет воду.

3.1.3. Оптически активный сложный эфир, при гидролизе образует только оптически неактивное соединение.

3.2. Установите структурную формулу органического вещества. Напишите уравнения реакций.

3.2.1. Предложите конфигурацию углеводорода C_5H_{10} , который обесцвечивает реактив Вагнера, присоединяет 1 моль водорода, при озоноллизе образует уксусный и

метилуксусный альдегиды, а при взаимодействии с бромом образует рацематическую смесь энантиомеров *трео*-ряда.

3.2.2. C_6H_{10} реагирует с аммиаком серебра; оптически активно; при гидрировании образует C_6H_{14} – оптически не активное соединение.

3.2.3. $C_{13}H_{12}O$ реагирует с гидроксидом натрия; метилируется диметилсульфатом; если продукт метилирования окислить перманганатом калия, образуется 4'-метокси-4-бифенилкарбоновая кислота.

3.3. Идентифицируйте соединение по результатам исследований.

3.3.1. Бесцветные кристаллы с $T_{пл.}$ 117-118 °С. Вещество растворимо в воде. Имеет эквивалент нейтрализации 151 ± 1 .

Элементный анализ на присутствие галогенов, азота и серы отрицательный.

Реакции для классификации: фенилгидразин – отрицательная; ацетилхлорид – положительная; перманганат калия – положительная; йодная кислота – положительная; бром в четыреххлористом углероде – отрицательная.

Производное: *p*-нитробензиловый эфир, $T_{пл.}$ 123 °С.

3.3.2. Бесцветная жидкость с $T_{кип.}$ 259-261 °С. Вещество не растворяется в воде, растворах гидроксида натрия и соляной кислоты, растворяется в растворе серной кислоты. Число омыления - 229 ± 2 .

Элементный анализ на бром – положительный, на хлор, йод, азот и серу – отрицательный.

Реакции для классификации: реакции с солянокислым гидросиламином, перманганатом калия, ацетилхлоридом, бромом в четыреххлористом углероде, азотнокислым серебром, йодидом натрия. При обработке горячим раствором гидроксида натрия получается прозрачный раствор, из которого при подкислении выпадают бесцветные кристаллы, содержащие бром с $T_{пл.}$ 250 °С.

Производные: с гидразином образует бесцветные кристаллы, $T_{пл.}$ 164 °С. При обработке 3,5-динитробензойной кислотой и серной кислотой образуются бледно-жёлтые кристаллы, $T_{пл.}$ 92 °С.

Критерии оценивания:

«отлично» (или баллы 80-100)

«хорошо» (или баллы 60-79)

«удовлетворительно» (или баллы 36-59)

«неудовлетворительно» (или баллы 0-35)

Пример билета контрольной работы (РООПК-1.1., РООПК-2.2., РОПК-1.1.):

Билет №1

1. Методы качественного определения С и Н.
2. Качественные реакции на многоатомные спирты.
3. Определение нитроалканов.
4. Установите структурную формулу соединения C_3H_5ClO , которое является сильнодействующей слезоточивой жидкостью, использовавшейся в качестве боевого отравляющего вещества. Известно, что оно реагирует с гидросиламином и 2,4-динитрофенилгидразином, не дает реакции серебряного зеркала, а при реакции со спиртовым раствором $AgNO_3$ образует белый осадок. Напишите уравнения соответствующих реакций.

Критерии оценивания:

Результаты контрольной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

«отлично» (или баллы 80-100)

«хорошо» (или баллы 60-79)

«удовлетворительно» (или баллы 36-59)

«неудовлетворительно» (или баллы 0-35)

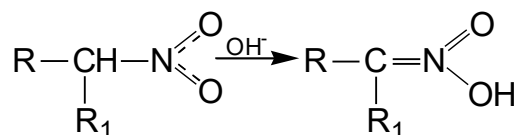
Пример отчёта по лабораторной работе (РООПК-1.3., РООПК-2.3.):

ОТЧЁТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРОГРУППЫ В АЛИФАТИЧЕСКИХ НИТРОСОЕДИНЕНИЯХ

Цель работы: Количественное определение нитрогруппы в навеске нитрометана.

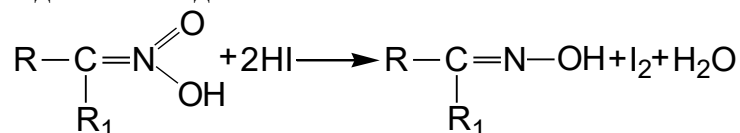
Оборудование и реактивы: коническая колба (150 мл), колба для титрования, пипетки, микробюретка, стеклянные стаканчики, колбы (50 мл), весы электронные аналитические, нитрометан, спиртовой раствор КОН, водный раствор KI, 15% раствор HCl, 0,01 н тиосульфат натрия, дистиллированная вода, крахмал.

Ход работы. Метод определения нитрогруппы в предельных нитросоединениях основан на восстановлении йодистоводородной кислотой ациформы нитросоединения до оксима. Первичные и вторичные нитросоединения способны образовывать соли со щелочами, что объясняется изомеризацией нейтрального нитросоединения в кислое изонитросоединение.



Незначительная растворимость высших нитропарафинов в воде сильно затрудняет взаимодействие их с водным раствором щелочи. Поэтому для увеличения скорости реакции необходимо использовать спиртовой раствор КОН, взятого в избытке.

При взаимодействии ациформы нитросоединения с йодистоводородной кислотой образуется оксим и выделяется йод:



Йод титруют раствором тиосульфата натрия.

Навеску (2-6 мг) анализируемого нитросоединения помещают в коническую колбу с притертой пробкой емкостью около 150 мл, в которую предварительно наливают 3 мл 2 %-ного спиртового раствора КОН. Через 10 мин в колбу наливают 3 мл 50%-ного водного раствора йодида калия, содержимое колбы перемешивают, после чего быстро прибавляют 5 мл 15%-ного раствора соляной кислоты.

Колбу закрывают пробкой, реакционный раствор снова перемешивают и оставляют в темноте на 10 мин. Затем в колбу наливают 50 мл воды и титруют выделившийся йод 0,01 н. раствором тиосульфата натрия, добавляя перед концом титрования 2 мл 0,5 %-ного раствора крахмала. Параллельно проводят холостой опыт с реактивами.

Результаты эксперимента.

Масса навески –

Объём раствора целевого опыта –

Объём раствора холостого опыта –

Объём аликвоты –

Результаты титрования:

 целевой опыт –

 холостой опыт –

Содержание двуокиси азота (x) в процентах вычисляют по формуле:

$$\bar{\delta} = \frac{23,004NK(a-b)100}{g},$$

где N – нормальность раствора тиосульфата натрия;
 K – поправка к титру раствора тиосульфата натрия;
 a – объем раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование навески, мл;
 b – объем раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование в холостом опыте, мл;
 g – навеска, мг.

Массовая доля NO_2 группы, теоретическая -

Вывод.

Оценочные материалы в полном объеме содержатся в LMS Moodle:
<https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=23452>

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

Экзамен в восьмом семестре проводится в письменной форме по билетам или же в системе MOODLE в форме теста и письменной форме. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Первая часть представляет собой тест из 20 вопросов, проверяющих ОПК-2. Ответы на вопросы первой части даются путем единичного или множественного выбора из списка предложенных, а также путем выбора соответствия или построения последовательности из предложенных ответов.

Вторая часть содержит задачу на установление структуры органического соединения по результатам химического анализа и предварительных испытаний. Проверяет ОПК-1. Ответ на вопрос второй части дается в развернутой форме, с написанием уравнений реакций и структурных формул.

Третья часть содержит расчётную задачу на установление количественного состава соединения или смеси веществ. Для проверки ПК-1. Ответы на вопрос третьей части предполагают решение задачи и краткую интерпретацию полученных результатов.

Примерный перечень теоретических вопросов первой части:

1. Какие факторы необходимо учитывать при отборе пробы?

--	--	--

- А) Температуру кипения
- Б) Агрегатное состояние
- В) Возможность изменения состава объекта во времени
- Г) Растворимость в воде
- Д) Неоднородность анализируемого материала

2. Расположите в правильной последовательности составные части установки для совместного количественного определения С и галогенов.

- А) Трубка для сжигания
- Б) Вакуумный насос
- В) Поглотительная трубка
- Г) Устройство для очистки газа
- Д) Источник газа
- Е) Поглотительная трубка

→	→	→	→	→
---	---	---	---	---

3. Для каждой группы соединений выберите подходящие условия титрования

- | | |
|---------------------|---------------------------------|
| А) Слабые кислоты | 1. В водной среде |
| Б) Сильные кислоты | 2. В неводной среде |
| В) Слабые основания | 3. Щелочью |
| | 4. Метилатами щелочных металлов |
| | 5. Хлорной кислотой |

Пример задачи второй части:

1. Установите структурную формулу соединения $C_7H_{14}O_2$, обладающего следующими свойствами:

- с фенилгидразином даёт фенилгидразон
- не даёт реакции серебряного зеркала
- при действии металлического натрия выделяет водород
- при восстановлении боргидридом натрия образует соединение $C_7H_{16}O_2$, которое окисляется CrO_3 с образованием пропаналя и метилэтилкетона.

Напишите все указанные реакции.

Пример расчётной задачи третьей части:

1. При определении углерода и водорода в органическом веществе массой 0,3485 г методом сжигания получены следующие данные: масса поглотителя для углерода до анализа 8,1248 г, масса этого же поглотителя после поглощения CO_2 8,2536 г. Масса поглотителя для воды до анализа 11,2546 г, масса этого же поглотителя после поглощения H_2O 11,5682 г. Вычислить процентное содержание углерода и водорода в исследуемом веществе.

Критерии оценивания:

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

Первая, тестовая часть экзамена оценивается в 60 баллов, вторая – 20 баллов, третья – 20 баллов. Всего за экзамен – 100 баллов. Оценка «отлично» выставляется студентам, набравшим не менее 80 баллов, «хорошо» – 60-79 баллов, «удовлетворительно» - 40-59 балла, «неудовлетворительно» - менее 40 баллов.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в полном объеме содержатся в LMS Moodle: <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=23452>

Информация о разработчиках

Матвеева Татьяна Николаевна, канд. хим. наук, химический факультет ТГУ, кафедра органической химии, доцент.