

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Лельчицкий Игорь Давыдович  
Должность: и.о. проректора по образовательной деятельности  
Дата подписания: 2024.04.24 10:43:51  
Уникальный программный ключ:  
aa5b5ee17d97a2e4d94e98e999f10b94043b51

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Феофанова М.А.

24 апреля 2024 г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)  
**Эксперимент в органической химии**

Специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Специализация

Химия функциональных материалов

Для студентов 3 курса очной формы обучения

Составитель: к.х.н., доцент Егорова И.Ю.

Тверь, 2024

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины:**

*Целью освоения дисциплины является:* формирование и систематизация знаний основных методов экспериментальной работы, формирование экспериментально-технологических умений.

*Основные задачи дисциплины заключаются:* в углубленном освоении студентами понятийного аппарата, базовых положений и понятий основных методов и способов экспериментальной и научно-исследовательской работы в органическом синтезе, закреплении навыков поиска и анализа научной информации, формирование технологических умений научно-исследовательской работы.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Эксперимент в органической химии» входит в Элективные дисциплины 4 Части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. «Дисциплины» учебного плана.

Учебная дисциплина является стартовой для изучения в дальнейшем таких дисциплин, как «Методы синтеза органических соединений», «Химия поверхностно-активных веществ», «Элементоорганическая химия», при выполнении экспериментальной части дипломных работ. Чтение данной дисциплины предусмотрено для формирования у студентов умения критически оценить возможные способы выполнения операций, экспериментальных технологий и выбрать наиболее эффективный для данного случая прием или прибор.

Изучение дисциплины предполагает предшествующее успешное освоение соответствующих дисциплин базовой и специализированной подготовки. Дисциплина опирается на базовые знания, полученные в ходе изучения неорганической, органической и физической химии (1, 2 и 3 курсы специалитета). Однако основная часть изучения материала, касающегося знаний о структуре, содержании и этапах эксперимента, о методах экспериментальной работы и алгоритмах экспериментальных технологий, происходит более детально и глубоко. В ходе освоения дисциплины у студентов формируются умения планировать отдельные стадии исследования по заданной теме, выбирать химическую посуду и оборудование для проведения экспериментальной работы, а также использовать готовый алгоритм сборки прибора и умение составлять свой алгоритм сборки прибора, контролировать и оценивать течение и ход синтеза, выделять конечный продукт реакции; утилизировать отходы синтеза с соблюдением правил техники безопасности и умение мыть химическую посуду.

**3. Объем дисциплины: 2 зачетные единицы, 72 академических часа, в том числе:**

**контактная аудиторная работа:** лекции **18** часов, лабораторные работы **18** часов, в т.ч. лабораторная практическая подготовка – **18** часов;  
**самостоятельная работа: 36** часов.

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<b>Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>
<p>ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР</p> <p>ПК-1.2 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР</p> <p>ПК-1.3 Готовит объекты исследования</p>
<p>ПК-2 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы</p>	<p>ПК-2.1 Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных)</p> <p>ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)</p>

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения:**  
зачет в 6-м семестре.

**6. Язык преподавания русский.**

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции	Лабораторные работы	Контроль самостоятельной работы	
<b>Раздел 1.</b> Основные оборудование и операции при работе в лаборатории органического синтеза.	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>12</b>
<i>Тема 1.</i> Оборудование и приборы для проведения синтезов в органической химии.	10	2	2		6
<i>Тема 2.</i> Основные операции при работе в лаборатории органического синтеза.	14	4	4		6
<b>Раздел II.</b> Основные приемы и методы экспериментальной работы в лаборатории органического синтеза.	<b>48</b>	<b>12</b>	<b>12</b>		<b>24</b>
<i>Тема 3.</i> Органические растворители.	20	4	6		10
<i>Тема 4.</i> Идентификация органических соединений	12	4	2		6
<i>Тема 5.</i> Выделение и очистка продуктов реакции.	16	4	4		8
<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>36</b>

**III. Образовательные технологии**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
<b>Раздел 1.</b> Основные оборудование и операции при работе в лаборатории органического синтеза.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• стартовое тестирование</li> <li>• лекция</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция),</li> <li>• цифровые (показ презентации)</li> <li>• подготовка письменного отчета</li> </ul>
<i>Тема 1.</i> Оборудование и приборы для проведения синтезов в органической химии.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• лабораторная работа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция-визуализация,</li> <li>• цифровые (показ презентаций),</li> <li>• групповая работа в парах</li> <li>• подготовка письменного отчета</li> </ul>

<p><i>Тема 2. Основные операции при работе в лаборатории органического синтеза.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекции</li> <li>• подготовка к лабораторным работам</li> <li>• лабораторные работы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция-визуализация,</li> <li>• цифровые (показ презентаций),</li> <li>• расчеты по различным видам концентраций растворов</li> <li>• групповая и индивидуальная работы</li> </ul>
<p><b>Раздел II. Основные приемы и методы экспериментальной работы в лаборатории органического синтеза</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекции</li> <li>• лабораторные работы</li> <li>• модульное тестирование</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция-визуализация,</li> <li>• цифровые (показ презентаций),</li> <li>• технология проблемного обучения</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• подготовка письменного отчета</li> </ul>
<p><i>Тема 3. Органические растворители.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекции</li> <li>• подготовка к лабораторным работам</li> <li>• лабораторные работы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция),</li> <li>• цифровые (показ презентаций),</li> <li>• составление алгоритма сборки прибора</li> <li>• индивидуальная работа</li> <li>• подготовка письменного отчета</li> </ul>
<p><i>Тема 4. Идентификация органических соединений</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекции</li> <li>• лабораторные работы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция),</li> <li>• цифровые (показ презентаций),</li> <li>• индивидуальная работа</li> </ul>
<p><i>Тема 5. Выделение и очистка продуктов реакции.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекции</li> <li>• лабораторные работы</li> <li>• итоговое тестирование</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция),</li> <li>• цифровые (показ презентаций),</li> <li>• технология проблемного обучения</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• подготовка письменного отчета</li> </ul>

#### IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

##### Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

###### Образцы контрольных тестов

###### Вариант 1

Инструкция к пункту 1. За вопросом или незаконченным утверждением следует пять ответов. Выберите один наиболее правильный ответ.

1. Общими этапами проведения любого синтеза в химической лаборатории являются:

- |                                        |                                                   |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>A</b> Подготовительный этап         | <b>D</b> Очистка и идентификация продукта реакции |
| <b>B</b> Проведение химической реакции | <b>E</b> Все перечисленное верно                  |
| <b>C</b> Выделение продукта реакции    |                                                   |

Инструкция к пункту 2

Вставьте пропущенное слово или слова или химическую формулу вещества

2. Если сконденсированные пары надо возвращать в зону реакции, то применяют \_\_\_\_\_ холодильники, а если сконденсированные пары надо выводить из зоны реакции, то применяют \_\_\_\_\_ холодильники.

Инструкция к пунктам 3-6

За перечнем пронумерованных цифрами вопросов (фраз, рисунков) следует список ответов, обозначенных буквами. Для каждого вопроса (фразы, рисунка) надо подобрать соответствующий ответ, обозначенный буквенным индексом. Каждый ответ может быть использован один раз, несколько раз или не использован совсем.

Установить соответствие между смесью веществ и методом ее разделения:

- |                                                        |                             |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 3. Ацетон и толуол                                     | <b>A</b> Фильтрация         |
| 4. Спиртовой раствор щелочи с осадком белого цвета     | <b>B</b> Возгонка           |
| 5. Мочевина с включениями твердых частиц черного цвета | <b>C</b> Перегонка          |
| 6. Нафталин желтого цвета                              | <b>D</b> Перекристаллизация |
|                                                        | <b>E</b> Упаривание         |

Инструкция к пункту 7

Для каждого вопроса или незаконченного утверждения один или несколько ответов являются правильными. Выберите ответ **A**, если правильно сочетание ответов 1, 2, 3; ответ **B**, если правильна комбинация 1 и 3; ответ **C** – если правильно сочетание 2 и 4; ответ **D** – если только 4 ответ правильный; **E** – если правильны все ответы.

7. В лаборатории категорически запрещается:

1. Органические и агрессивные жидкости набирать в пипетку без использования резиновой груши
2. Нагревать органические вещества в сосудах, имеющих сообщение с атмосферой
3. Выбрасывать остатки металлического натрия в раковину



10. Для перегонки жидкостей в органическом синтезе применяют специальные колбы и насадки:

- |                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| 1. Колба или насадка Вюрца    | 3. Колба Фаворского  |
| 2. Колба или насадка Кляйзена | 4. Колба Эрленмейера |

Выберите: **A** 1, 2, 3; **B** 1 и 3; **C** 2 и 4; **D** только 4; **E** если все правильно

### *Вопросы и задания для лабораторных работ*

#### **Раздел I. Тема 1** Лабораторная работа № 1

1. Виды лабораторного стекла. Мера термической устойчивости стекла.
2. Назначение некоторой химической посуды: пробирки, стаканы, мерная посуда, воронки, холодильники.
3. Словесное описание сборки прибора для перегонки при атмосферном давлении.

#### **Тема 2** Лабораторная работа № 2

1. Способы поддержания заданной температуры в бане, в реакционной колбе.
2. Некоторые правила техники безопасности: работа с электронагревательными приборами, газовыми горелками.
3. Работа с концентрированными кислотами и щелочами.
4. Поведение при пожаре.
5. Первые меры медицинской помощи при термическом ожоге, при порезе стеклом.

#### **Раздел II. Тема 3** Лабораторная работа № 3

1. Разделение органических растворителей по классам опасности: легко воспламеняющиеся жидкости, воспламеняющиеся жидкости, горючие жидкости, негорючие жидкости.
2. Почему объем жидкости в перегонной колбе не должен быть намного меньше половины рабочего объема колбы?
3. Жидкое органическое вещество необходимо очистить перегонкой, однако оно разлагается при нагревании выше 100°C. При этой температуре давление пара составляет лишь 30 мм рт.ст. Как надо поступить?
4. Какая ошибка вносится в измеренную температуру кипения, если шарик термометра не полностью омывается парами?

#### **Тема 4** Лабораторная работа № 4

1. Проверив растворимость в серной кислоте и щелочи, сделайте вывод о кислотно-основных свойствах вазелинового масла.
2. Сравните растворимость вазелинового масла в каждой из трех групп растворителей.
3. На основании полученных результатов предскажите, в каком из растворителей – диэтиловом эфире ( $\mu=0$ ,  $\varepsilon=2,21$ ) или диметилформамиде ( $\mu=3,86$ ,  $\varepsilon=36,7$ ) – вазелиновое масло растворяться не будет?

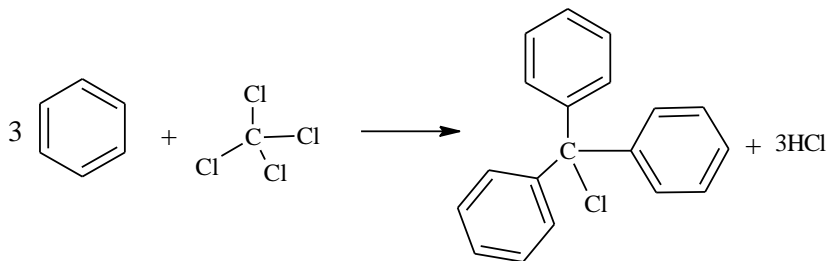
#### **Тема 5** Лабораторная работа № 5

1. В каких единицах выражается растворимость вещества?
2. Почему нельзя использовать для перекристаллизации растворитель, обладающий хорошей растворяющей способностью, которая, однако, не зависит от температуры?
3. Какой растворитель – спирт, бензол или вода – пригоден для перекристаллизации глюкозы?
4. Объясните, почему: а) амид адипиновой кислоты в воде нерастворим, тогда как его тетраметильный аналог N,N,N',N'-тетраметиладипиндиамид растворим в воде; б) фумаровая кислота ( $T_{пл.} 200^{\circ}C$ , возгоняется) нерастворима в воде, а малеиновая кислота ( $T_{пл.} 130^{\circ}C$ ) растворима; в) хлороформ имеет растворимость в воде 1,03 при  $25^{\circ}C$ , а четыреххлористый углерод 0,077 при той же температуре.
5. Сколько чистого вещества А можно получить перекристаллизацией смеси, состоящей из 10 г А, 0,1 г В и 1 г С? Сколько надо использовать растворителя? Данные о растворимости веществ: А=С=10 (при  $100^{\circ}C$ ); В=0 (как при 20, так и при  $100^{\circ}C$ ). При указанных температурах взаимного влияния на растворимость вещества не оказывают.

### *Пример оформления теоретического синтеза*

#### **Получение трифенилметилхлорида**

Уравнение реакции:



В сухую трехгорлую колбу на 100 мл с мешалкой, обратным холодильником с хлоркальциевой трубкой и капельной воронкой помещают смесь 0,06 моль безводного хлористого алюминия и 0,6 моль бензола. К смеси при комнатной температуре по каплям прибавляют 0,04 моль четыреххлористого углерода. Перемешивают около 1 часа. Бензол отгоняют. Полученную твердую массу перекристаллизовывают из лигроина ( $T_{кип.} 90-100^{\circ}C$ ).

В методике (инструкции) даны следующие количества реагентов:

бензол	0,6 моль;
четырехлористый углерод	0,04 моль;
хлорид алюминия	0,06 моль.

Находят в справочнике свойства всех веществ, с которыми предстоит работать, и заполняют таблицу.

Таблица 1

## Свойства реагентов и продукта реакции

Название и структурная формула	Брутто-формула и мол. масса, г/моль	T <sub>пл.</sub> , °C	T <sub>кип.</sub> , °C	$\rho^{20}$ , г/мл	$n_D^{20}$
1. Бензол 	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> 78	5,5	80,1	0,86	1,5014
2. Тетрахлорметан CCl <sub>4</sub>	CCl <sub>4</sub> 154	-22,87	76,75	1,5954	1,4607
3. Хлорид алюминия AlCl <sub>3</sub>	AlCl <sub>3</sub> 133	192	–	2,48	–
Трифенилметилхлорид CCl(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>	C <sub>19</sub> H <sub>15</sub> Cl 278	115	310	–	–

Вычисляют количества веществ, необходимых для синтеза и теоретический выход продукта реакции. Теоретический выход продукта ведем по недостатку, т.е. по четыреххлористому углероду.

Таблица 2

## Реактивы, необходимые для синтеза

Реактивы	Количество вещества, моль	Объем, мл, масса, г
Бензол	0,6 моль	43 мл
Тетрахлорметан	0,04 моль	7 мл
Хлорид алюминия (б/в)	0,06 моль	8 г
Трифенилметилхлорид	0,04 моль	11,14 г

Зарисовывают прибор, подписав все его составные части на рисунке

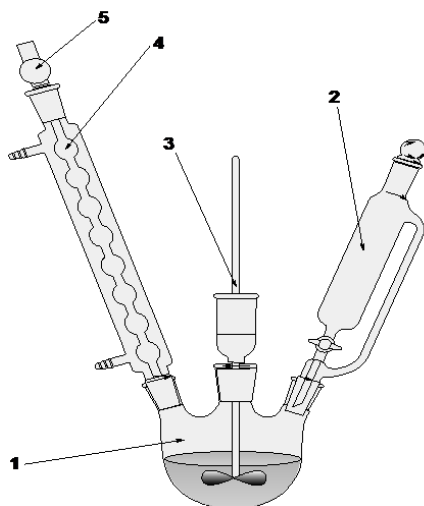


Рис. Прибор для выполнения синтеза:

- 1 – трехгорлая круглодонная колба,
- 2 – капельная воронка,
- 3 – мешалка, 4 – обратный шариковый холодильник, 5 – хлоркальциевая трубка.

В собранный прибор (рис.), в колбу помещаем 8 г (0,06 моль) хлористого алюминия и 43 мл (0,6 моль) бензола. К смеси при комнатной температуре по каплям прибавляем 7 мл (0,04) моль четыреххлористого углерода и перемешиваем. Через 1 час реакционную массу перемещаем в прибор для перегонки

при атмосферном давлении и отгоняем бензол. Полученную твердую массу трифенилметилхлорида перекристаллизовываем из лигроина.

После выполнения синтеза вычисляют практический выход в %:

$$\text{Выход (\%)} = \frac{\text{практическая масса продукта реакции}}{\text{теоретическая масса продукта реакции в г}} \cdot 100\%$$

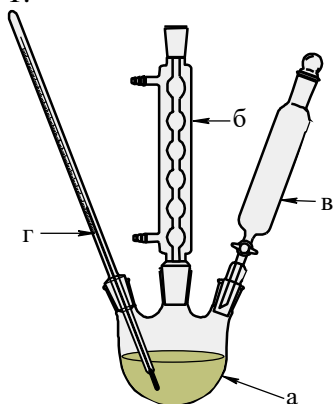
**Оценочные материалы (фонд оценочных средств)  
для проведения диагностической работы в рамках аккредитационных  
показателей по образовательным программам высшего образования**

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации

Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
<i><b>Задания закрытого типа</b></i>			
1	<b>А</b>	Для очистки органических соединений, которые частично или полностью разлагаются при температуре кипения, используют прибор для: <b>А.</b> Перегонки при пониженном давлении <b>Б.</b> Перегонки при атмосферном давлении <b>В.</b> Перегонки с паром <b>Г.</b> Фракционной перегонки	1 балл за правильный ответ
2	<b>Г</b>	Общими этапами проведения любого синтеза в химической лаборатории являются: <b>А.</b> Подготовительный этап <b>Б.</b> Проведение химической реакции <b>В.</b> Выделение, очистка и идентификация продукта реакции <b>Г.</b> Все перечисленное верно	1 балл за правильный ответ
3	<b>В</b>	Для отмеривания строго определенного объема жидкости используется: <b>А.</b> Градуированная пипетка <b>Б.</b> Мензурка <b>В.</b> Пипетка Мора <b>Г.</b> Цилиндр	1 балл за правильный ответ

4	<b>Б</b>	При перегонке легко воспламеняющихся жидкостей в лаборатории разрешается пользоваться только: <b>А.</b> Колбонагревателем <b>Б.</b> Горячей водяной баней <b>В.</b> Газовой горелкой <b>Г.</b> Электроплиткой	1 балл за правильный ответ
5	<b>А.</b>	Концентрированные растворы щелочей в лаборатории хранят в: <b>А.</b> Полиэтиленовой емкости <b>Б.</b> Стеклопосуде <b>В.</b> Железной емкости <b>Г.</b> Алюминиевой емкости	1 балл за правильный ответ
<b>Задания открытого типа</b>			
1	Рассчитайте теоретический выход (в граммах) бромистого бутила, полученного в ходе реакции взаимодействия 0,16 моль бутанола-1 и 0,21 моль бромида калия при нагревании в присутствии 0,30 моль серной кислоты.		3 балла
Правильный ответ (ключ):			
1. Записываем уравнение реакции: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$			1 балл
2. Теоретический выход бромистого бутила (в моль) равен числу моль вещества, взятому в наименьшем количестве, т.е. $n(\text{C}_4\text{H}_9\text{Br})=n(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH})=0,16$ моль.			1 балл
3. Рассчитываем теоретический выход бромистого бутила по формуле: $m(\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}) = n(\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}) \cdot M(\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}) = 0,16 \text{ моль} \cdot 137 \text{ г/моль} = 21,92 \text{ г}$			1 балл
<b>Ответ:</b> $m(\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}) = 21,92 \text{ г}$			Итого: 3 балла
2	В трехгорлой колбе с мешалкой, термометром, обратным холодильником и капельной воронкой нагревают смесь 0,2 моль бензальдегида, 60 мл метанола и 0,26 моль формальдегида в виде формалина. Затем добавляют по каплям раствор 0,6 моль КОН в 25 мл воды. Рассчитайте массу раствора 0,26 моль формальдегида в виде формалина и массу раствора 0,6 моль КОН в 25 мл воды.		3 балла
Правильный ответ (ключ):			
1. Формалин 40% раствор формальдегида в воде. $M(\text{CH}_2\text{O})=30$ г/моль Рассчитаем количество вещества формальдегида в 100 г формалина. $m(\text{CH}_2\text{O})=40$ г в 100 г раствора, т.е. в 100 г формалина содержится 1,33 моль формальдегида.			1 балл
2. Рассчитаем массу раствора 0,26 моль формальдегида в виде формалина: в 100 г формалина содержится 1,33 моль формальдегида, в X г формалина содержится 0,26 моль формальдегида, $m(\text{р-ра формалина}) = 19,55 \text{ г} \approx 19,6 \text{ г}$ .			1 балл
3. Рассчитаем массу 0,6 моль КОН: $m(\text{KOH})=0,6 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль}=33,6 \text{ г}$ , откуда масса раствора КОН равна: $m(\text{р-ра КОН})=25 \text{ г} + 33,6 \text{ г}=58,6 \text{ г}$			1 балл
<b>Ответ:</b> $m(\text{р-ра формалина}) = 19,6 \text{ г}$ , $m(\text{р-ра КОН})= 58,6 \text{ г}$			Итого: 3 балла

3	Если сконденсированные пары надо возвращать в зону реакции, то применяют _____ холодильники, а если сконденсированные пары надо выводить из зоны _____, то применяют _____ холодильники.	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Обратные 2. Реакции 3. Прямые		1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла
4	В этом приборе один компонент реакции можно прибавлять к другому при перемешивании и с контролем температуры. Изобразить описанный прибор и назвать составные части установки.	
Правильный ответ (ключ): 1. 		1 балл  1 балл  1 балл Итого: 3 балла
2. а – Круглодонная трехгорлая колба, б – обратный шариковый холодильник  3. в – Капельная воронка, г - термометр		
5	При приготовлении водных растворов кислот приливают _____ к _____, а не наоборот. В этом случае выделяющаяся кислота хорошо распределяется по всему объему жидкости и _____ не происходит.	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Кислоту 2. Воде 3. Разбрызгивания		1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла

**ПК-2 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы**

Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
<b>Задания закрытого типа</b>			
1	...Процесс перевода вещества из одной жидкой или твердой фазы в другую жидкую фазу.	Экстракция это...	1 балл за правильный ответ
2	Г	Для перегонки жидкостей в органическом синтезе применяют специальные колбы и насадки: А. Колба или насадка Вюрца Б. Колба или насадка Кляйзена В. Колба Фаворского Г. Все используют	1 балл за правильный ответ

3	<b>Б</b>	К химическим способам высушивания веществ относятся: <b>А.</b> Азеотропная перегонка <b>Б.</b> Образование гидратов некоторых солей. <b>В.</b> Высушивание в вакууме при комнатной температуре и при нагревании; <b>Г.</b> Образование нового соединения при взаимодействии с водой	1 балл за правильный ответ
4	<b>В</b>	При дегидратации 3-метилбутанола-2 серной кислотой образуется _____ и вода. Выберите правильный ответ: <b>А.</b> Ацетон и уксусный альдегид <b>Б.</b> Дивтор. бутиловый эфир <b>В.</b> 2-Метилбутен-2 <b>Г.</b> 2-Метилбутанон-2	1 балл за правильный ответ
5	<b>Б</b>	Для получения душистого синтетического вещества «жасмин» - бензилацетата используют: <b>А.</b> Взаимодействие уксусной кислоты с фенолом <b>Б.</b> Метод этерификации бензилового спирта ацетилхлоридом <b>В.</b> Переэтерификация этилацетата фенолметилловым спиртом <b>Г.</b> Этерификация бензилового спирта уксусной кислотой	1 балл за правильный ответ

**Задания открытого типа**

1	Катализ – это процесс _____ скорости химической реакции при помощи _____ – веществ, принимающих участие в химической реакции, но в состав конечных продуктов _____ и в результате реакции не расходующихся.	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Изменения 2. Катализаторов 3. Не входящих		1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла
2	Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: этанол → этилен → C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Br → C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, \text{ } >170^\circ\text{C}} \text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$		1 балл
2. $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{Br}}{\text{CH}_2}$		1 балл
3. $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{Br}}{\text{CH}_2} + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2} + \text{NaBr}$		1 балл
		Итого: 3 балла

3	В сухую трехгорлую колбу на 100 мл с мешалкой, обратным холодильником и капельной воронкой помещают смесь 0,06 моль $\text{AlCl}_3$ и 0,6 моль бензола. К смеси при комнатной температуре по каплям прибавляют 0,04 моль тетрахлорметана. Перемешивают около 1 часа. Бензол отгоняют, трифенилхлорметан перекристаллизовывают из лигроина. Рассчитать загрузку синтеза.	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. $m(\text{AlCl}_3) = 0,06 \text{ моль} \cdot 133,5 \text{ г/моль} = 8,0 \text{ г}$ 2. $m(\text{C}_6\text{H}_6) = 0,6 \text{ моль} \cdot 78 \text{ г/моль} = 46,8 \text{ г}$ $V(\text{C}_6\text{H}_6) = 46,8 \text{ г} : 0,8786 \text{ г/мл} = 53,3 \text{ мл}$ 3. $m(\text{CCl}_4) = 0,04 \text{ моль} \cdot 154 \text{ г/моль} = 6,2 \text{ г}$ $V(\text{CCl}_4) = 6,2 \text{ г} : 1,5954 \text{ г/мл} = 3,9 \text{ мл}$ <b>Ответ:</b> $m(\text{AlCl}_3) = 8,0 \text{ г}$ ; $V(\text{C}_6\text{H}_6) = 53,3 \text{ мл}$ ; $V(\text{CCl}_4) = 3,9 \text{ мл}$		1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла
4	В трех пробирках находятся вещества: этиленгликоль, пропанол-1 и циклогексан. С помощью химических реакций различите названные вещества. Составьте уравнения реакций.	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. $  \begin{array}{c}  \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}_2\text{C}-\text{OH}  \end{array}  + \text{Cu}(\text{OH})_2 \longrightarrow  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H}_2\text{C}-\text{O} \quad \text{O}-\text{CH}_2 \\    \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\  \text{H}_2\text{C}-\text{O} \quad \quad \quad \text{Cu} \quad \quad \quad \text{O}-\text{CH}_2 \\  \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad   \\  \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \text{H}  \end{array}  $ 2. $  \begin{array}{c}  \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\    \\  \text{OH}  \end{array}  + \text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{X}}  $ $  2\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 + 2\text{Na} \longrightarrow 2\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 + \text{H}_2 \uparrow  $ $  \begin{array}{c}  \text{OH} \\    \\  \text{O}-\text{Na}  \end{array}  $ 3. $  \begin{array}{l}  \text{C}_6\text{H}_{12} \begin{cases} \nearrow + \text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{X}} \\ \searrow + 2\text{Na} \xrightarrow{\text{X}} \end{cases}  \end{array}  $		1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла
5	В лаборатории категорически запрещается: 1) органические и агрессивные жидкости набирать в пипетку без использования _____ 2) нагревать органические вещества в сосудах, _____ сообщение с атмосферой 3) _____ остатки металлического натрия в раковину	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. ...Резиновой груши 2. ...Не имеющих... 3. ...Выбрасывать...		1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла

## V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 1) Рекомендуемая литература

#### а) Основная литература

1. Иванов В. Г. Органическая химия. Краткий курс: Учебное пособие / Иванов Виталий Георгиевич, Гева Ольга Николаевна. - 1. - Москва; ООО "КУРС" : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018. - 222 с. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=912392>

#### б) Дополнительная литература

1. Орлова А.М. Органическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. М. Орлова; А.М. Орлова. - Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. - 230 с. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/48034.html>

2. Найденко Е.С. Органическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.С. Найденко. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 91 с. — 978-5-7782-2513-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44674.html>

#### 2) Программное обеспечение

##### а) Лицензионное программное обеспечение

- WindowsXP
- ChemOffice10.0 2009
- ChemSketch 20010
- ISIS™/Draw 2/4 2001

#### 3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Российский образовательный портал
- Электронная научная библиотека ТвГУ – <http://www.academiaXXI.ru>;
- <http://www.soft.intbel.ru> – обзор программных средств;
- <http://www.akelpad.net.ru> – текстовые редакторы;
- <http://www.babylon.com> – словарь;
- <http://www.ice-graphies.com> – программа для чтения электронных книг.

#### 4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- Электронная образовательная среда ТвГУ <http://lms.tversu.ru>
- Научная библиотека ТвГУ <http://library.tversu.ru>.

## VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

### *Вопросы для подготовки к зачету*

1. Основная лабораторная посуда и ее назначение.

2. Сборка приборов и овладение приемами сборки для проведения органического синтеза.
3. Мытье и сушка посуды.
4. Приборы из химического стекла различного типа для проведения органических синтезов.
5. Основные операции при работе в лаборатории органического синтеза.
6. Нагревание и охлаждение. Перемешивание. Растворение. Работа с химическим стеклом.
7. Высушивание органических соединений и основные осушители.
8. Физические и химические методы высушивания. Сравнительный эффект высушивающих средств.
9. Свойства наиболее употребительных органических растворителей: спирт, ацетон, этилацетат и др.
10. Методы удаления примесей и абсолютизирование растворителей.
11. Идентификация органических соединений.
12. Изучение растворимости и идентификация органических соединений по растворимости, отнесение их к различным классам.
13. Выделение и очистка продуктов реакции.
14. Теоретические основы кристаллизации. Техника выделения синтезированного вещества.
15. Выбор растворителя и определение критерия чистоты вещества после перекристаллизации.
16. Преодоление проблем при выделении продукта реакции.
17. Техника выполнения микровакуумной кристаллизации.
18. Ведение лабораторного журнала.
19. Этапы проведения синтеза.
20. Утилизация отходов органического синтеза с соблюдением правил техники безопасности.

### *Задания для итогового тестирования*

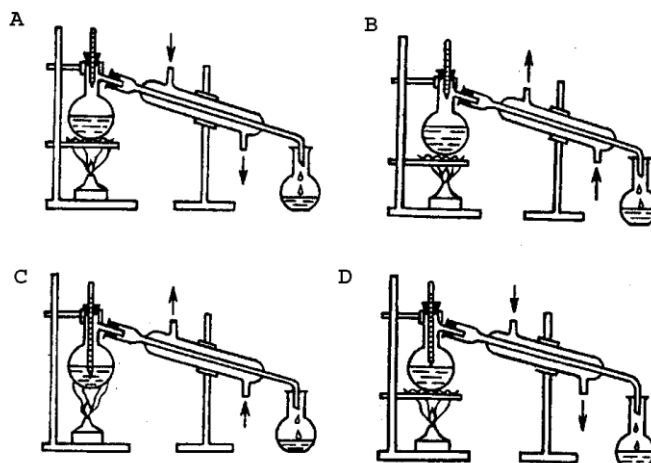
#### Инструкция к пунктам 1-2

За вопросом или незаконченным утверждением следует пять ответов. Выберите один наиболее правильный ответ.

1. При перегонке легко воспламеняющихся жидкостей в лаборатории разрешается пользоваться только

- |          |                  |          |                                    |
|----------|------------------|----------|------------------------------------|
| <b>A</b> | Спиртовкой       | <b>C</b> | Электроплиткой с открытой спиралью |
| <b>B</b> | Газовой горелкой | <b>D</b> | Горячей водяной баней              |

2. Для перегонки органических жидкостей в лаборатории пользуются правильно собранным прибором:



### Инструкция к пунктам 3-5.

Для каждого вопроса или незаконченного утверждения один или несколько ответов являются правильными. Выберите ответ **A**, если правильно сочетание ответов 1, 2, 3; ответ **B**, если правильна комбинация 1и 3; ответ **C** – если правильно сочетание 2 и 4; ответ **D** – если только 4 ответ правильный; **E** – если правильны все ответы.

Выберите: **A** 1, 2, 3; **B** 1 и 3; **C** 2 и 4; **D** только 4; **E** если все правильно.

3. Для перегонки жидкостей в органическом синтезе применяют специальные колбы и насадки:

- |                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| 1. Колба или насадка Вюрца    | 3. Колба Фаворского  |
| 2. Колба или насадка Кляйзена | 4. Колба Эрленмейера |

Выберите: **A** 1, 2, 3; **B** 1 и 3; **C** 2 и 4; **D** только 4; **E** если все правильно

4. В лаборатории категорически запрещается:

1. Органические и агрессивные жидкости набирать в пипетку без использования резиновой груши
2. Нагревать органические вещества в сосудах, имеющих сообщение с атмосферой
3. Выбрасывать остатки металлического натрия в раковину
4. Оказывать первую медицинскую помощь при отравлении токсичными веществами.
5. К химическим способам высушивания веществ относятся
  1. Азеотропная перегонка
  2. Образование нового соединения при взаимодействии с водой
  3. Высушивание в вакууме при комнатной температуре и при нагревании
  4. Образование гидратов некоторых солей.

### Инструкция к пунктам 6-11.

Установить соответствие между температурой максимального нагрева бани и типом бани. Каждый ответ может быть использован один раз, несколько раз или не использован совсем.

6. Водяная баня
7. Баня с водными растворами солей

<b>A</b>	До 250°C
<b>B</b>	До 200°C

- 8. Масляная баня
- 9. Глицериновая баня
- 10. Песчаная баня
- 11. Металлическая баня

<b>C</b>	До 50°C
<b>D</b>	До 400°C
<b>E</b>	До 100°C
<b>F</b>	До 140°C
<b>G</b>	До 350°C

*Рекомендации по самостоятельной работе*

Самостоятельная работа является необходимой и важной частью учебной деятельности студента по изучаемой дисциплине и включает:

- поиск и систематизация литературных данных по изучаемой теме, с использованием патентных баз данных, баз данных научно-образовательных порталов;
- изучение теоретического материала по учебнику при подготовке к лабораторным и практическим работам (конспекты);
- Анализ и обобщение результатов патентного поиска по тематике лабораторной работы;
- оформление лабораторного журнала (письменный отчет).

Особое внимание следует уделять овладению основными понятиями, приемами и методами, правилами техники безопасности и т.д. Для этого необходимо работать систематически, не пропускать лекционные и лабораторные занятия, тщательно прорабатывать теоретический материал по учебнику, не оставлять невыясненными трудные вопросы, работать над ошибками. Ниже представлены задания и вопросы для контроля самостоятельной работы студентов для более детального и глубокого освоения материала по данной учебной дисциплине.

Тема	Вопросы
Тема 1	1. Виды лабораторного стекла. Мера термической устойчивости стекла. 2. Назначение некоторой химической посуды: пробирки, стаканы, мерная посуда, воронки, холодильники. 3. Словесное описание сборки прибора для перегонки при атмосферном давлении.
Тема 2	1. Способы поддержания заданной температуры в бане, в реакционной колбе. 2. Некоторые правила техники безопасности: работа с электронагревательными приборами, газовыми горелками. 3. Работа с концентрированными кислотами и щелочами. 4. Поведение при пожаре. 5. Первые меры медицинской помощи при термическом ожоге, при порезе стеклом.
Тема 3	1. Разделение органических растворителей по классам опасности: легковоспламеняющиеся жидкости, воспламеняющиеся жидкости, горючие жидкости, негорючие жидкости. 2. Почему объем жидкости в перегонной колбе не должен

	<p>быть намного меньше половины рабочего объема колбы?</p> <p>3. Жидкое органическое вещество необходимо очистить перегонкой, однако оно разлагается при нагревании выше 100°C. При этой температуре давление пара составляет лишь 30 мм рт.ст. Как надо поступить?</p> <p>4. Какая ошибка вносится в измеренную температуру кипения, если шарик термометра не полностью омывается парами?</p>
Тема 4	<p>1. Проверив растворимость в серной кислоте и щелочи, сделайте вывод о кислотно-основных свойствах вазелинового масла.</p> <p>2. Сравните растворимость вазелинового масла в каждой из трех групп растворителей.</p>
Тема 5	<p>1. В каких единицах выражается растворимость вещества?</p> <p>2. Почему нельзя использовать для перекристаллизации растворитель, обладающий хорошей растворяющей способностью, которая, однако, не зависит от температуры?</p> <p>3. Какой растворитель – спирт, бензол или вода – пригоден для перекристаллизации глюкозы?</p> <p>4. Объясните, почему:</p> <p>а) амид адипиновой кислоты в воде нерастворим, тогда как его тетраметильный аналог N,N,N',N'-тетраметиладипиндиамид растворим в воде;</p> <p>б) фумаровая кислота (T<sub>пл.</sub> 200°C, возгорается) нерастворима в воде, а малеиновая кислота (T<sub>пл.</sub> 130°C) растворима;</p> <p>в) хлороформ имеет растворимость в воде 1,03 при 25°C, а четыреххлористый углерод 0,077 при той же температуре.</p>

*Изданное методическое пособие по дисциплине*

Егорова И.Ю. Техника эксперимента в органической химии / Учебно-методическое пособие. Тверь, ТвГУ, 2019. С. 64.

*Требования к рейтинг-контролю*

Зачет – 100 баллов

1 модуль Раздел I. Темы 1, 2, Раздел II. Тема 3.

Стартовое тестирование – 5 баллов.

Лабораторная работа № 1 – 5 баллов.

Лабораторная работа № 2 – 10 баллов.

Лабораторная работа № 3 – 15 баллов.

Самостоятельная работа студента – 5 баллов.

**Первая контрольная точка – 40 баллов**

2 модуль Раздел II Тема 4, 5.

Промежуточное тестирование – 5 баллов.

Лабораторная работа № 4 – 5 баллов.

Лабораторная работа № 5 – 15 баллов.

Самостоятельная работа студента – 5 баллов.

Итоговое тестирование – 10 баллов.

**Вторая контрольная точка – 40 баллов**

**Зачетный теоретический синтез – 20 баллов**

## VII. Материально-техническое обеспечение

В ходе прохождения дисциплины используется химическая посуда, реактивы и приборная база для освоения экспериментальных и технологических навыков, физико-химического анализа, которым располагают лаборатории кафедры органической химии.

Аудитория кафедры органической химии, № 411 уч. корпус № 3, (170002, Тверская область, г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	Столы, стулья, доска ученическая Весы лабораторные ВЛ-120 с гирей калибровочной 100гЕ2 Весы лабораторные ВЛТЭ-1100г с гирей калибровочной 1кг F1 Доска классная большая Лаборатория подготовительная Горелка (M082-06990) Спиртовка СЛ с металлической оправой Сушилка для пипеток Шкаф вытяжной Шкаф сушильный
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	Раздел I Аннотация.	Измены часы лекций и практических занятий согласно учебному плану на 2021-2022 уч. год	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета
2.	Раздел V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Дополнен список основной и дополнительной литературы	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета
3.	Раздел IV Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации	Разработаны фонды оценочных средств по каждой компетенции	Протокол №1 от 31.08.22г. заседания ученого совета химико-технологического факультета