

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Н. П. Нефедова, В. И. Воробьев

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

**Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ для студентов,
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование**

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 577.1 (076)

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры химия ФГБОУ ВО «КГТУ»
Г. Е. Степанцова

Нефедова, Н. П.

Органическая химия: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ для студ., обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование / Н. П. Нефедова, В. И. Воробьев. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 31 с.

В учебно-методическом пособии по выполнению лабораторных работ для дисциплины «Органическая химия» представлены организационно-методические указания, вопросы техники безопасности, методики лабораторных работ для направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, формы обучения очная, заочная.

Табл. 3, список лит. – 7 наименований.

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала кафедрой химии 31 мая 2022 г., протокол № 8.

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 15 июня 2022 г., протокол № 7

УДК 577.1 (076)

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2022 г.
© Нефедова Н. П., Воробьев В. И.,
2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	4
1	ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	4
2	ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ И ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ	6
3	МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	9
	Тема: Теоретические представления в органической химии	
	Лабораторная работа № 1. Изучение строения и номенклатуры органических соединений по моделям Стюарта-Бриггса.....	9
	Тема: Углеводороды	
	Лабораторная работа № 2. Изучение физико-химических свойств углеводородов (алканов, алкенов). Проведение качественных реакций	11
	Тема: Гидроксисоединения	
	Лабораторная работа № 3. Изучение физико-химические свойства гидроксисоединений (спиртов и фенолов). Проведение качественных реакций.....	14
	Тема: Оксосоединения	
	Лабораторная работа № 4. Изучение физико-химических свойств оксосоединений (альдегидов и кетонов), проведение качественных реакций.....	18
	Тема: Карбоновые кислоты и их производные	
	Лабораторная работа № 5. Изучение физико-химических свойств карбоновых кислот.....	20
	Тема: Гидроксислоты	
	Лабораторная работа № 6. Изучение физико-химических свойств гидроксикислот.....	24
	Тема: Аминокислоты	
	Лабораторная работа № 7. Изучение физико-химических свойств аминокислот, проведение качественных реакций.....	27
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	30

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие к лабораторным работам по дисциплине «Органическая химия» предназначено для студентов очной и заочной форм обучения в бакалавриате по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование».

Цель изучения дисциплины – формирование у студентов знаний теоретических основ органической и биологической химии, представлений о классах органических соединений и разделах статической и динамической биохимии, привитие студентам навыков постановки и проведения лабораторных исследований. Также дисциплина формирует у обучающихся готовность к приобретению комплекса знаний в области синтетических и природных органических соединений, химических основ процессов жизнедеятельности.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение электронного и пространственного строения, способов получения и свойств, практического применения углеводов, кислород- и азотсодержащих соединений.

Непременным условием успешного усвоения дисциплины «Органическая химия» является выполнение лабораторного практикума.

В результате освоения лабораторного практикума студент должен

Знать:

- химические свойства элементов ряда групп,
- виды химической связи в различных типах соединений,
- свойства важнейших классов органических соединений.

Уметь: применять методы экспериментального исследования в практической и научно-исследовательской деятельности.

Владеть: ключевыми теоретическими и прикладными вопросами химии.

1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Таблица 1. Тематический план лабораторных работ (ЛР)

Номер лабораторной работы	Тема дисциплины	Наименование лабораторной работы	Форма обучения	
			очная	заочная
1	Некоторые теоретические представления в органической химии	Изучение строения и номенклатуры органических соединений по моделям Стюарта-Бриглеба	4	2
2	Углеводороды	Изучение способов получения и физико-химических свойств углеводов (алканов, алкенов). Проведение качественных реакций	4	2

Номер лабораторной работы	Тема дисциплины	Наименование лабораторной работы	Форма обучения	
			очная	заочная
3	Гидроксисоединения	Изучение физико-химических свойств гидроксисоединений (спиртов и фенолов). Проведение качественных реакций	6	1
4	Оксосоединения	Изучение способов получения и физико-химических свойств оксосоединений (альдегидов и кетонов), проведение качественных реакций	4	1
5	Карбоновые кислоты	Изучение физико-химических свойств карбоновых кислот	6	1
6	Гидроксикислоты	Изучение физико-химических свойств гидроксикислот	2	
7	Аминокислоты	Изучение физико-химических свойств аминокислот, проведение качественных реакций	4	1
		Итого	30	8

Подготовка к лабораторной работе включает в себя изучение теоретического материала по теме лабораторной работы; внимательное ознакомление с необходимым оборудованием и реактивами, ходом проведения лабораторной работы; подготовка ответов на вопросы для самостоятельной работы; оформление проекта отчета по лабораторной работе.

Обучающийся допускается к выполнению лабораторных работ при наличии у него лабораторного журнала с оформленным проектом отчёта по лабораторной работе. Перед его оформлением студенту следует самостоятельно изучить теоретический материал по теме лабораторной работы, используя конспект лекций и рекомендуемую учебную литературу, описание лабораторной работы. Для повышения качества подготовки к лабораторным занятиям студенту следует ответить на вопросы для самостоятельной работы, приведенные в конце описания каждой лабораторной работы.

Проект отчёта по лабораторной работе должен включать:

- название темы лабораторной работы;
- название лабораторной работы;
- необходимые теоретические сведения по теме данной лабораторной работы;
- цель лабораторной работы и для каждого опыта;
- описание хода работы, уравнения соответствующих реакций, расчётные формулы;
- свободное место в тетради для наблюдений, расчётов и выводов;

Наблюдения и выводы по каждому опыту формулируются и записываются

только после выполнения каждого опыта в лаборатории органической и биологической химии. В лабораторном журнале следует предусмотреть поля.

Записи в лабораторном журнале выполняются ручкой, аккуратно и разборчиво. Нельзя стирать записи и пользоваться корректором. В случае ошибки слова и цифры зачеркивают и пишут правильные рядом один раз. На титульном листе лабораторного журнала следует привести его название с указанием названия дисциплины, фамилии и инициалов, а также учебной группы студента.

Перед выполнением лабораторной работы преподаватель проверяет у каждого студента наличие оформленного проекта отчета по лабораторной работе, знание им теоретического материала по теме лабораторной работы, хода проведения работы и соответствующих ей уравнений реакций.

Преподаватель также обращает внимание студентов на необходимость соблюдения техники безопасности при выполнении лабораторных работ. Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории и оказание первой помощи приведены в разделе 2.

Лабораторные работы выполняются студентами индивидуально, что позволяет им тщательно наблюдать ход проведения опытов и на его основе самостоятельно делать выводы, увязывая теоретические знания электронного строения, физических и химических свойств исследуемых органических соединений с практическими наблюдениями. Лабораторные работы включают значительное число опытов в виде качественных реакций на соответствующие функциональные группы. Это будет способствовать более глубокому усвоению студентами закономерностей органической химии, строения и свойств соединений разных классов.

Лабораторные работы включают опыты, проводимые капельным методом, не требующим специального обучения. Работа с малыми количествами веществ позволяет правильнее установить оптимальные количественные соотношения между реагентами для проведения соответствующих органических реакций, при этом расход реактивов значительно сокращается и повышается безопасность работы студентов. В ходе выполнения лабораторных работ студенты записывают в лабораторный журнал наблюдения и формулируют выводы по каждому опыту. Преподаватель контролирует правильность выполнения опытов каждым студентом и оформления им отчёта по лабораторной работе.

Студент, выполнивший лабораторную работу, правильно оформивший отчёт по ней (формулирование цели работы, написание уравнения реакций, описание наблюдений, формулирование выводов) и ответивший на вопросы по теме лабораторной работе получает по лабораторной работе оценку «зачтено».

2. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ И ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ

Работа в химической лаборатории связана с некоторой опасностью, поскольку многие вещества в той или иной степени ядовиты, огнеопасны и

взрывоопасны. Опыт показывает, что большинство несчастных случаев, происходящих в лаборатории, является следствием небрежности и невнимательности работающих.

Возможность несчастных случаев может быть исключена при выполнении всех мер предосторожности.

Обычно характер предупредительных мер, обеспечивающих безопасность выполнения эксперимента, зависит от вида работы.

Однако существуют общие правила, выполнение которых обязательно для каждого работающего в лаборатории независимо от того, какой эксперимент он выполняет:

1. Работать одному в лаборатории категорически запрещается, так как в случае несчастного случая будет некому оказать помощь пострадавшему и ликвидировать последствия аварии.

2. Во время работы в лаборатории необходимо соблюдать чистоту, тишину, порядок и правила техники безопасности, так как поспешность, неряшливость часто приводят к несчастным случаям с тяжелыми последствиями.

3. Каждый работающий должен знать, где находятся в лаборатории средства противопожарной защиты и аптечка, содержащая все необходимое для оказания первой помощи.

4. Категорически запрещается в лаборатории курить, принимать пищу, пить воду.

5. Нельзя приступать к работе, пока студенты не усвоили технику ее выполнения.

6. Опыты нужно проводить только в чистой посуде. После окончания эксперимента посуду следует мыть сразу же.

7. В процессе работы необходимо соблюдать чистоту, аккуратность. Следить, чтобы вещества не попадали на кожу лица и рук, так как многие вещества (галогенопроизводные, фенолы, нитросоединения, непредельные соединения и др.) вызывают раздражение кожи и слизистых оболочек.

8. Никаких веществ в лаборатории не пробовать на вкус. Нюхать вещества можно, лишь осторожно направляя на себя пары или газы легким движением руки, а не наклоняясь к сосуду и не вдыхая полной грудью.

9. На всех банках, склянках и другой посуде, где хранятся реактивы, должны быть этикетки (или надпись маркером по стеклу) с указанием названия веществ.

10. Склянки с веществами или растворами необходимо брать одной рукой за горлышко, а другой снизу поддерживать за дно.

11. Категорически запрещается затягивать ртом в пипетки органические вещества и их растворы.

12. Во время нагревания жидких и твердых веществ в пробирках и колбах нельзя направлять их отверстия на себя и соседей. Нельзя также заглядывать сверху в открыто нагреваемые сосуды во избежание возможного поражения при выбросе горячей массы.

13. После окончания работы необходимо выключить газ, воду, электроэнергию.

14. Категорически запрещается выливать в раковины концентрированные растворы кислот и щелочей, а также различные органические растворители, сильно пахнущие и огнеопасные вещества. Все эти отходы нужно сливать в специальные бутылки.

15. В каждом помещении необходимо иметь средства противопожарной защиты: ящик с просеянным песком и совком к нему, противопожарное одеяло (асбестовое или толстое войлочное), заряженные огнетушители (желательно со сжиженным углекислым газом).

16. На доступном месте в лаборатории должны находиться медикаменты для оказания первой помощи: растворы танина (в спирте), перманганата калия, борной кислоты, гидрокарбоната натрия, йодная настойка, вата, бинты, пластырь, мази от ожогов.

17. Работа с металлическим натрием (калием)

Металлический натрий хранят в банке под слоем керосина, отвешивание его производится в бюксе с керосином.

Следует остерегаться попадания воды на натрий; приступая к работе с ним, надо тщательно насухо вытереть стол.

Разрезать куски натрия и срезать с него корки следует на куске бумаги. Обрезки натрия (корки) необходимо собирать в банку с керосином, ни в коем случае нельзя выбрасывать в бак для мусора. Бумагу, на которой резали натрий, обезвреживают следующим образом: сняв с нее все, даже мелкие кусочки натрия, и скомкав, обливают ее в раковине сильной струей воды.

Колбу, в которой проводилась реакция с металлическим натрием, нельзя сразу мыть водой; следует уничтожить остатки натрия, растворяя их в спирте. Если заметного количества натрия в колбе не обнаружено, надо все же обмыть стенки колбы небольшим количеством спирта.

18. Меры первой помощи при несчастных случаях

При термических ожогах, чтобы предупредить образование пузырей, нужно сразу же смочить обожжённое место 5%-ным раствором танина в 40%-ном этиловом спирте. Лучше положить небольшой тампон из ваты или марли, смоченный этим раствором.

При ожогах крепкими кислотами немедленно убирают их остатки сухим материалом (тряпочками или фильтровальной бумагой) осторожно промокая, затем промывают обожжённый участок сильной струёй воды, накладывают тампон из ваты или марли, смоченный 1%-ным раствором соды (гидрокарбонат натрия).

При ожогах крепкими щелочами немедленно промывают обожжённый участок сильной струёй воды и накладывают тампон из ваты или марли, смоченный 1%-ным раствором уксусной кислоты.

Если кислота или щёлочь попали в глаз, то его тщательно промывают водой, а затем либо 1%-ным раствором гидрокарбоната натрия (для нейтрализации кислоты), либо 2%-ным раствором борной кислоты (для

нейтрализации щёлочи). Легче промывать глаз, пользуясь специальной глазной ванночкой.

При ожоге бромом поражённое место обрабатывают 10–20%-ным раствором тиосульфата натрия, пока не исчезнет бурая окраска от брома, затем промывают большим количеством воды, и накладывают тампон из ваты или марли, смоченный 5%-ным раствором мочевины. Можно поражённое место промыть спиртом.

При ожоге жидким фенолом побелевший участок кожи растирают глицерином до тех пор, пока не восстановится нормальный цвет кожи. Промывают поражённый участок водой и накладывают тампон из ваты или марли, смоченный глицерином.

При порезах удаляют пинцетом из ранки осколки стекла, смазывают края раны спиртовым раствором йода, положив на рану стерильную повязку, забинтовывают. При сильном кровотечении немедленно перетягивают руку пластичным жгутом из резиновой трубки, лак только остановит кровотечение, жгут надо немедленно снять.

О любом самом незначительном несчастном случае немедленно сообщить преподавателю и лаборанту, не ограничиваться самостоятельным принятием мер.

19. Меры по обеспечению электробезопасности в химической лаборатории
Особенностью действия электрического тока на человека является его невидимость.

Во время работы в химической лаборатории следует строго выполнять следующие правила электробезопасности:

- включение электрооборудования производить вставкой исправной вилки в исправную розетку;
- если во время работы обнаруживается неисправность электрооборудования или работающий почувствует действие тока, работа должна быть немедленно прекращена и неисправное оборудование должно быть сдано для проверки или ремонта;
- отключать электрооборудование при перерыве в работе и по окончании рабочего процесса.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Тема: Теоретические представления в органической химии

Лабораторная работа № 1 (4 ч)

Изучение строения и номенклатуры органических соединений по моделям Стюарта-Бриглеба

Цель работы – формирование умений и навыков определения, к какому классу относится органическое соединение, умения давать названия, объяснять электронное строение органических соединений, писать формулы изомеров.

Теоретическое введение

Модели Стюарта-Бриглеба наиболее точно согласуются с известными данными о строении органических соединений. Они дают правильное представление о длине и направленности ковалентной связи, величинах валентных углов, пространственных конфигурациях и объеме молекул.

Атомы химических элементов представлены усечёнными шариками различного цвета (С – чёрный, Н – белый, О – красный, N – синий и т.д.).

Количество сечений (срезов) соответствует числу атомов, связанных с данным атомом ковалентными связями. При этом количество срезов может быть равно или меньше валентности элемента, так как существуют простые и кратные связи.

CH_4	С – чёрный шарик с четырьмя срезами Н – белый шарик с одним срезом
$\text{H}_2\text{C} = \text{O}$	С – чёрный шарик с тремя срезами Н – белый шарик с одним срезом О – красный шарик с одним срезом.

В соответствии с возможными валентными состояниями углерод представлен следующими моделями.

Таблица 2. Характеристики валентных состояний атома углерода

Валентное состояние	Число присоединенных атомов	Тип гибридизации	Пространственная конфигурация	Валентные углы
1^e	4	Sp^3	тетраэдрическая	$109^\circ 28'$
2^e	3	Sp^2	плоская	120°
3^e	2	Sp	линейная	180°

Задание и этапы проведения лабораторной работы

1. В ходе выполнения лабораторной работы соберите модели Стюарта Бриглеба следующих органических соединений:

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ (цис-)
	$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ (транс-)
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{C} \equiv \text{CH}$	$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{C} \equiv \text{CH}_3$ (цис-)
	$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{C} \equiv \text{CH}_3$ (транс-)
$\text{CH}_3 - \text{COOH}$	HCOO-CH_3

Модели атомов соединяются при помощи кнопок, а в случае двойной связи используются кнопки со стопором, что соответствует отсутствию свободного вращения атомов относительно друг друга.

2. Приведите названия заданных соединений (тривиальные, рациональные, систематические).

3. Определите к каким классам они относятся, укажите имеющиеся функциональные группы.

4. Зарисуйте собранные модели в лабораторной тетради, напишите полные структурные формулы заданных соединений, определите и укажите на структурных формулах валентные состояния атомов углерода, величины валентных углов, σ - и π -связей.

5. Определите, какие из соединений являются структурными, какие – пространственными изомерами;

Вопросы для самостоятельной работы

1. Классификация органических соединений.
2. Какие органические соединения называются углеводородами и их функциональными производными?
3. Дайте определение функциональной группе. Приведите формулы функциональных групп и назовите их.
4. Сформулируйте основные принципы систематической номенклатуры органических соединений.
5. Что называют углеводородным радикалом? Приведите формулы и названия углеводородных радикалов.
6. Какими химическими связями соединяются атомы в молекулах органических соединений?
7. Каково электронное строение: σ - и π -связей?
8. sp^3 -, sp^2 -, sp -гибридизация электронных орбиталей атомов углерода.
9. Дайте определение изомерии органических соединений? Какие виды её существуют?

Учебная литература: [1, 3, 5, 7]

Тема: Углеводороды

Лабораторная работа №2 (4 ч)

Изучение способов получения и физико-химических свойств углеводородов (алканов, алкенов). Проведение качественных реакций

Цель работы – формирование навыков и умений получения насыщенных и ненасыщенных углеводородов в лабораторных условиях, установления с помощью качественных реакций предельности или непредельности углеводородов.

Теоретическое введение

Предельными углеводородам (алканами) называются ациклические углеводороды, в молекулах которых атомы связаны между собой только простыми или одинарными ковалентными связями. Ковалентные связи в молекулах алканов прочные, неполярные или малополярные, поэтому в обычных условиях для алканов характерна устойчивость к различным реагентам. Алканы способны к реакциям замещения и отщепления водорода, а также к реакциям разложения, протекающим с разрывом углеродной цепи, не способны к реакциям присоединения. Реакции алканов идут преимущественно по радикальному механизму и в достаточно жёстких условиях.

Алкены – непредельные ациклические углеводороды, характеризующиеся наличием двойной связи, состоящей из одной σ - и одной π -связи.

Алкены значительно более реакционноспособны по сравнению с алканами за счёт меньшей прочности – π -связи по сравнению с σ -связью. Они вступают в химические реакции главным образом по двойной связи в первую очередь с разрывом π -связи: реакции электрофильного присоединения, окисления, полимеризации.

Реакции алкенов с бромной водой и водным раствором перманганата калия являются качественными на двойную связь. Этими же реагентами можно открыть тройную связь в органических соединениях.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт № 1. Получение метана и изучение его свойств

Для проведения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с микропробирками, газоотводная трубка, пробиркодержатель.

Реактивы: уксуснокислый натрий, обезвоженный; натронная известь (смесь едкого натрия и оксида кальция); бромная вода, насыщенный раствор; перманганат калия, 1 н. раствор

Ход работы. В сухую пробирку поместите смесь примерно равных количеств обезвоженного (сплавлением) уксуснокислого натрия и натронной извести, высота слоя в пробирке около 10 мм. Пробирку закройте пробкой с газоотводной трубкой, держа в горизонтальном положении, нагрейте ее в пламени горелки, сначала обогревайте всю пробирку, затем сильно нагревайте смесь, вводя на 1–2 мин поочередно конец газоотводной трубки в пробирки, с предварительно налитым раствором перманганата (10 капель) и раствора бромной воды (10 капель). Обесцвечивание растворов не происходит. Не прекращая нагревания смеси, подожгите газообразный метан, выделяющийся из газоотводной трубки. Обратите внимание на то, что метан горит несветящимся пламенем. Иногда оно бывает окрашено в желтый цвет за счет натрия, содержащегося в стекле. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 2. Свойства жидких предельных углеводородов

Для проведения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с микропробирками.

Реактивы: петролейный эфир; бромная вода, насыщенный раствор; перманганат калия, 1 н. раствор; серная кислота, концентрированная

Ход работы. В две пробирки поместите по 5 капель петролейного эфира (смесь насыщенных углеводородов) и добавьте по 1–2 капли в одну раствора перманганата, в другую – раствор бромной воды. Содержимое пробирок энергично перемешайте. Окраска брома и перманганата калия при этом не исчезает. Объясните почему? В пробирку поместите 2 капли петролейного эфира и 2 капли серной кислоты. Содержимое пробирок энергично перемешайте 1–2 минуты, охлаждая пробирку холодной проточной водой. В условиях опыта алканы с серной кислотой не реагируют. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 3. Получение этилена и изучение его свойств

Для проведения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с микропробирками, газоотводная трубка, пробиркодержатель.

Реактивы: этиловый спирт, 95%-раствор; серная кислота, концентрированная; песок или битое стекло.

Ход работы. В сухую пробирку поместите один-два кусочка битого стекла (или несколько крупинок песка), и 10 капель готовой спиртово-кислотной смеси (в вытяжном шкафу), закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой и осторожно нагрейте пробирку в пламени горелки, вводя поочередно конец газоотводной трубки в пробирки, с предварительно налитым перманганатом /5 капель / и раствора бромной воды (5 капель). Пропускайте этилен до обесцвечивания раствора в пробирках. Не прекращая нагревания смеси, выньте конец газоотводной трубки из пробирки, подожгите газообразный этилен, выделяющийся из газоотводной трубки. Обратите внимание, что этилен горит светящимся пламенем. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 4. Свойства жидких непредельных углеводородов

Для проведения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с микропробирками

Реактивы: крекинг-бензин или керосин; перманганат калия, бело-розовый раствор; бромная вода, насыщенный раствор; серная кислота, концентрированная.

Ход работы. В две пробирки поместите по 4 капли бензина или керосина и добавьте по 1–2 капли в одну пробирку раствора перманганата калия, в другую – раствора бромной воды, содержимое пробирок энергично перемешайте.

Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Напишите общие формулы углеводородов гомологических рядов алканов, алкенов и аренов.

2. Напишите формулы возможных изомеров пентана, пентена-2 и гидрохинона. Назовите виды изомерии и изомеры по систематической номенклатуре.

3. Какие способы получения алканов, алкенов и аренов вы знаете?

4. Охарактеризуйте электронное строение метана, этилена и бензола.

5. Приведите примеры реакций замещения для метана, укажите по какому механизму они протекают.

5. Приведите примеры реакций присоединения для этилена, укажите по какому механизму они протекают?

6. Охарактеризуйте промышленное применение насыщенных и ненасыщенных углеводородов и их нахождение в природе.

7. Какие реакции являются качественными на двойную связь?

Учебная литература: [1, 3, 5]

Тема: Гидроксисоединения

Лабораторная работа № 3 (6 ч)

Изучение физико-химических свойств гидроксисоединений (спиртов и фенолов). Проведение качественных реакций

Цель работы – формирование навыков и умений установления различий в кислотных свойствах спиртов и фенолов, проведения реакций окисления спиртов и качественных реакций на многоатомные спирты и фенолы.

Теоретическое введение

Спирты можно рассматривать как производные алифатических углеводов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на гидроксильную группу (-ОН). По числу гидроксильных групп они делятся на одно- и многоатомные; в зависимости от того, с каким (первичным, вторичным или третичным) атомом углерода связана гидроксильная группа – на первичные, вторичные и третичные.

Спирты обладают чрезвычайно слабыми кислотными свойствами, слабее чем у воды. Они не окрашивают лакмус в красный цвет, практически не взаимодействуют с водными растворами щелочей, однако со щелочными металлами дают алкоголяты – соли слабых кислот, легко подвергающиеся гидролизу. Спирты можно рассматривать и как очень слабые основания, так как они могут протонироваться за счёт неподелённой электронной пары атома кислорода, образуя оксониевые соединения (соли). В первом приближении все спирты можно считать нейтральными соединениями. Спирты вступают в реакции замещения, окисления, отщепления. Многоатомные спирты вступают ещё и в реакции поликонденсации.

В обычном спирте ректификате содержится около 5 % воды, которую нельзя удалить перегонкой, так как ректификат является азеотропной смесью. Безводный сульфат меди, связывая воду, переходит в синий кристаллогидрат $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. По изменению окраски судят о наличии воды в спирте и о ходе обезвоживания спирта

Фенолами называются производные ароматических углеводов, содержащие в молекулах гидроксильную группу при атоме углерода бензольного ядра. Фенолы, как и спирты, делятся по числу гидроксильных групп на одно- и многоатомные.

Химические свойства фенолов объясняются их электронным строением. Неподеленная электронная пара атома кислорода находится в сопряжении с π – электронами бензольного ядра, что приводит к большей полярности связи О-Н. Появляется большая по сравнению со спиртами возможность диссоциации фенолов по связи О-Н с отщеплением протона. В водных растворах фенолы ведут себя, как слабые кислоты, они не окрашивают лакмус в красный цвет, солеобразные производные фенолов - феноляты в водных растворах сильно гидролизуются и даже такие слабые кислоты, как угольная, вытесняют из фенолятов свободные фенолы. В отличие от спиртов фенолы могут образовывать феноляты и при действии водных растворов щелочей. Фенолы из-за положительного индуктивного эффекта гидроксильных групп значительно легче по

сравнению с аренами вступают в реакции электрофильного замещения, окисления, присоединения.

Реакции фенолов с бромной водой и хлоридом железа (III) являются качественными на фенолы.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт № 1. Обнаружение присутствия воды в спирте и обезвоживание спирта

Для проведения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с микропробирками, водяная баня

Реактивы: этиловый спирт (ректификат), сульфат меди (б/в порошок).

Ход работы. В сухую пробирку поместите один микрошпатель белого порошка безводного сульфата меди и добавляют 5 капель этилового спирта, хорошо встряхивают и нагревают до окрашивания белого порошка в голубой.

Полученный обезвоженный спирт осторожно слейте и используйте для следующего опыта. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 2. Образование этилата натрия

Для проведения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с микропробирками

Реактивы: обезвоженный этиловый спирт, металлический натрий, фенолфталеин (1%-ный спиртовой раствор).

Ход работы. В сухую пробирку поместите маленький кусочек металлического натрия, добавляют 3–4 капли этилового спирта. Сейчас же начинается бурное выделение водорода. Пробирку отверстием поднесите к пламени горелки, водород воспламеняется с характерным звуком, образуя маленькое колечко голубого цвета. На дне пробирки остается беловатый осадок этилата натрия или его раствор (если бы был взят избыток спирта). Прибавьте 2–3 капли воды, осадок растворяется. Иногда наблюдается очень незначительная вспышка за счет ничтожных остатков не прореагировавшего натрия (если его взять избыток). Добавьте 1 каплю раствора фенолфталеина, появляется малиновое окрашивание.

Объясните, почему после прибавления воды раствор фенолфталеина окрашивается в красный цвет? Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 3. Взаимодействие глицерина с гидроксидом меди

Для проведения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с микропробирками, пробиркодержатель

Реактивы: глицерин, сульфат меди (0,2н), едкий натр (0,2н).

Ход работы. Поместите в пробирку 3 капли раствора сульфата меди, 3 капли раствора едкого натра и перемешайте – образуется голубой студенистый осадок гидроксида меди. В пробирку добавьте 3–4 капли глицерина и взболтайте содержимое. Осадок растворяется и появляется тёмно-синее окрашивание вследствие образования глицерата меди (внутрикомплексное, хелатное соединение).

Объясните, почему многоатомные спирты в отличие от одноатомных вступают в реакцию с гидроксидами тяжелых металлов? Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 4. Окисление этилового спирта хромовой смесью

Для проведения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с микропробирками, водяная баня

Реактивы: этиловый спирт, бихромат калия (0,5н), серная кислота (2н).

Ход работы. В пробирку поместите 3–4 капли этилового спирта, добавьте 2–3 капли раствора серной кислоты и 2–3 капли раствора бихромата калия. Оранжевый раствор в пробирке нагрейте на водяной бане до начала изменения окраски на синевато-зеленую. Одновременно будет ощущаться запах уксусного альдегида. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 5. Дегидратация глицерина

Для проведения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с микропробирками

Реактивы: бисульфат калия, фуксинсернистая кислота

Ход анализа. Поместите в пробирку 1/3 микрошпателя бисульфата калия и 3–4 капли глицерина. Нагрейте на пламени горелки (безводный бисульфат плавится при температуре около 205 °С. Сырой бисульфат плавится значительно ниже. Поэтому, пока вся вода из него не удалится, разложение глицерина не происходит).

Признаком реакции дегидратации глицерина служит побурение жидкости в пробирке и появление резкого, острого запаха.

Опустите в пробирку полоску фильтровальной бумаги, смоченную раствором фуксинсернистой кислоты. Как только пары достигают бумаги, она окрасится в красный цвет. На что это указывает? Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 6. Получение и разложение фенолятов

Для получения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с микропробирками.

Реактивы: жидкий фенол, едкий натр (2н р-р), серная кислота (2н р-р).

Ход работы. В пробирку поместите 3–4 капли жидкого фенола и добавьте 3–4 капли воды, тщательно перемешайте. К полученной эмульсии добавьте 3–4 капли раствора едкого натра. Моментально образуется прозрачный раствор фенолята натрия, так как он хорошо растворим в воде. К половине прозрачного раствора фенолята натрия добавьте 2–3 капли серной кислоты. Вновь выделяется свободный фенол в виде эмульсии. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 7. Растворимость фенола в воде

Для проведения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с микропробирками.

Реактивы: фенол жидкий.

Ход работы. Поместите в пробирку 3–4 капли жидкого фенола, прибавьте 3–4 капли воды и взболтайте. Образуется мутная жидкость – эмульсия фенола. При сгорании такая эмульсия постепенно расслаивается: верхний слой – раствор фенола в воде (карболовая кислота), нижний – раствор воды в феноле.

Поместите пробирку в водяную баню до помутнения однородного раствора. При охлаждении вновь образуется мутная жидкость.

При повышении температуры увеличивается растворимость как воды в феноле, так и фенола в воде, и при 68 °С они смешиваются друг с другом в любых отношениях.

Обратите внимание на то, что фенол в чистом виде представляет собой бесцветное кристаллическое вещество с характерным запахом, плавящийся при 41°С. Температура плавления фенола сильно понижается от примеси небольших количеств воды (кристаллогидрат плавится при 16 °С). Кристаллы фенола при стоянии на воздухе расплываются, образуя так называемый жидкий фенол.

Запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 8. Реакции фенолов с хлоридом железа (III)

Для проведения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с микропробирками.

Реактивы: 1%-ные растворы фенола, пирокатехина, резорцина, гидрохинона, пирогаллола, хлорид железа (0,1н р-р).

Ход работы. В одну пробирку поместите 3–4 капли раствора фенола, в другую – пирокатехина, в третью – резорцина, в четвертую – гидрохинона, в пятую – пирогаллола. В каждую из них добавьте по 3–4 капли раствора железа.

При этом в первой пробирке появляется красно-фиолетовое, в четвертой – зеленое, моментально переходящее в желтое, в пятой – красное. Объясните, почему быстро изменяется зеленая окраска с гидрохиноном?

Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Напишите общие формулы спиртов и фенолов.
2. Опишите электронное строение метанола и фенола.
3. Какие способы получения спиртов и фенолов вам известны?
4. Объясните, почему у фенолов по сравнению со спиртами более выражены кислотные свойства?
5. Перечислите типы химических реакций, характерные для спиртов и фенолов, напишите соответствующие уравнения реакций.
6. Напишите уравнения реакций
7. окисления первичных, вторичных и третичных спиртов, а также фенолов, укажите условия и протекания. Объясните различия в способности к окислению указанных соединений.
8. Укажите реакцию, позволяющую отличать одноатомные спирты от многоатомных, напишите уравнение этой химической реакции.
9. Напишите уравнения качественных реакций на многоатомные спирты и фенолы.

Учебная литература: [1, 3, 6]

Тема: Оксосоединения

Лабораторная работа № 4 (4 ч)

Изучение физико-химических свойств оксосоединений (альдегидов и кетонов), проведение качественных реакций

Цель работы – формирование навыков и умений получения альдегидов в лабораторных условиях, проведения качественных реакций на альдегидную группу, получения высокомолекулярных соединений из альдегидов.

Теоретическое введение

Альдегиды и кетоны – производные углеводородов, содержащие оксо- (карбонильную) группу $=C=O$. В альдегидах она связана с углеводородным радикалом и атомом водорода $R(Ar)-CH=O$, в кетонах – с двумя углеводородными радикалами $R(Ar)-CO-R(Ar)$.

Альдегиды и кетоны являются сильно полярными соединениями, так как в карбонильной группе более электроотрицательный атом кислорода оттягивает к себе электроны, образуя двойную связь. Кетоны менее реакционноспособны по сравнению с альдегидами, так как алкильные радикалы оказывают электронодонорное действие (положительный индуктивный эффект (+) I и тем самым, компенсируют в некоторой степени частичный положительный заряд ($+\delta$) на карбонильном атоме углерода, что приводит к уменьшению дипольного момента оксо-группы. Кроме того, объемные углеводородные радикалы могут создавать пространственные препятствия для реагентов.

Различная реакционная способность альдегидов и кетонов сильнее всего сказывается в отношении к окислителям: альдегиды легко окисляются при действии таких слабых окислителей, как оксид серебра и гидроксид меди (II), являющиеся качественными на альдегидную группу. Кетоны окисляются только сильными окислителями, такими, как перманганат калия в кислой среде, хромовая кислота и другие, при нагревании. Для альдегидов и кетонов характерны реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе (продукты присоединения в ряде случаев отщепляют воду и реакции по результатам выглядят как реакции замещения), реакции замещения кислорода в карбонильной группе и водорода в α -положении по отношению к карбонильной группе, конденсации, полимеризации и другие.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт № 1. Получение уксусного альдегида.

Для проведения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с микропробирками, спираль из медной проволоки

Реактивы: этиловый спирт, фуксинсернистая кислота

Ход работы. В сухую пробирку поместите 2–3 капли этилового спирта. Спираль из медной проволоки нагрейте в пламени горелки до появления черного налета оксида меди. Еще горячую спираль опустите в пробирку с этиловым спиртом. Черная поверхность спирали мгновенно превращается в золотистую за счет восстановления оксида меди. Одновременно можно определить образование уксусного альдегида по характерному запаху (запах яблок). Более

убедительным доказательством образования уксусного альдегида служит цветная реакция с фуксинсернистой кислотой. Для проведения реакции из пробирки удалите медную спираль и добавьте в пробирку 2 капли раствора фуксинсернистой кислоты. Появляется розово-фиолетовое окрашивание. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 2. Окисление альдегидов аммиачным раствором оксида серебра (реакция «серебряного зеркала»)

Для проведения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с микропробирками, водяная баня.

Реактивы: муравьиный альдегид (40% водный раствор), аммиак (2н р-р), нитрат серебра (0,2н р-р).

Ход работы. В чистую пробирку поместите 2 капли раствора нитрата серебра и прибавьте каплю раствора аммиака. Образовавшийся бурый осадок гидроксида серебра растворите, добавляя избыток – 1–2 капли раствора аммиака. Затем прибавьте каплю раствора муравьиного альдегида, поставьте пробирку в водяную баню, нагретую до 50-60 °С, до выделения на стенках пробирки серебра в виде блестящего зеркального налета (комплексный ион металла восстанавливается до металлического серебра). Альдегид окисляется до кислоты, которая образует аммониевую соль. Объясните, к какому типу относится данная реакция? Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 3. Окисление альдегидов гидроксидом меди (II)

Для проведения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с микропробирками, пробиркодержатель.

Реактивы: муравьиный альдегид (40% водный р-р), сульфат меди (0,2н р-р), едкий натр (2н р-р).

Ход работы. В пробирку поместите 4 капли раствора едкого натра, разбавьте его 4 каплями воды и добавьте 2 капли раствора сульфата меди. К выпавшему осадку гидроксида меди (II) прибавьте 1 каплю раствора муравьиного альдегида, содержимое пробирки перемешивают. Нагрейте над пламенем горелки до кипения только верхнюю часть так, чтобы нижняя часть оставалась для контроля холодной. В нагретой части пробирки выделяется желтый осадок гидроксида меди (I), переходящий в красный оксид меди (I), а иногда на стенках пробирки выделяется даже металлическая медь. Объясните, к какому типу относится данная реакция. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 4. Реакция ацетона с гидросульфитом натрия

Для проведения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с микропробирками, водяная баня.

Реактивы: ацетон, гидросульфит натрия (насыщенный раствор), соляная кислота (2н р-р).

Ход работы. В пробирку поместите 4 капли ацетона и прибавляют 6 капель раствора гидросульфита натрия. Слегка разогревшуюся смесь охладите холодной водой. Затем пробирку встряхните или потрите стеклянной палочкой

о стенки пробирки. Вскоре выделяется белый осадок гидросульфитного производного ацетона. Содержимое пробирки разделите на две части. В одну пробирку внесите 5 капель соляной кислоты, в другую – 5 капель раствора щелочи и нагревайте до исчезновения осадка. Отметьте запах выделившихся паров после прибавления к гидросульфитному производному ацетона раствора кислоты и щелочи. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 5. Получение фенолформальдегидной смолы

Для получения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с микропробирками, водяная баня.

Реактивы: фенол (жидкий), муравьиный альдегид (40%-ный водный раствор), соляная кислота (конц.).

Ход работы. Поместите в пробирку 4 капли жидкого фенола, добавьте 5 капель раствора муравьиного альдегида, образуется прозрачный раствор. Добавьте к полученному раствору 1–2 капли соляной кислоты (в тяге) и поставьте его в кипящую водяную баню. После 5–10 мин кипячения (при этом необходимо тщательно перемешивать) образуется фенолформальдегидная смола – твердый кусочек, который можно вытряхивать из пробирки. Объясните, почему при добавлении к жидкому фенолу муравьиного альдегида раствор становится прозрачным. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Каково электронное строение оксо-группы?
2. Напишите все возможные формулы альдегидов и кетонов с общей формулой C_5H_8O . Назовите их по систематической номенклатуре.
3. Укажите способы получения альдегидов и кетонов.
4. Напишите уравнения реакций, в которые вступают и уксусный альдегид, и ацетон.
5. Расположите в ряд по убывающей химической активности и объясните такое расположение для соединений: ацетон, муравьиный альдегид, пропионовый альдегид.
6. Напишите уравнения качественных реакций на альдегидную группу.

Учебная литература: [1, 3, 7]

Тема: Карбоновые кислоты

Лабораторная работа № 5 (6 ч)

Изучение физико-химических свойств карбоновых кислот

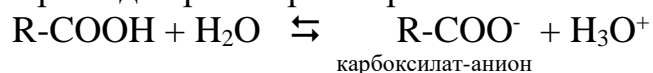
Цель работ – формирование навыков и умений установления кислотных свойств карбоновых кислот, проведения реакций разложения и изомеризации для ряда карбоновых кислот; получения биурета и доказывать наличия в нем повторяющихся амидных связей.

Теоретическое введение

Карбоновыми кислотами называются производные углеводородов, содержащие карбоксильную группу ($-COOH$), характеризующую класс кислот.

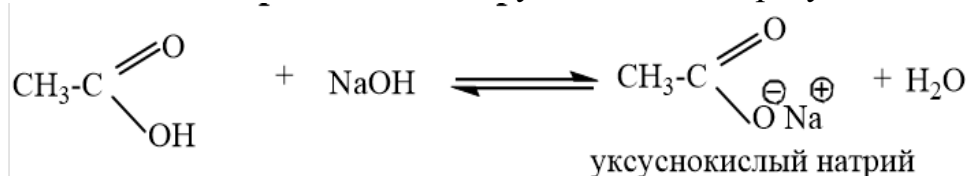
Кислоты делятся на одно-, многоосновные – по числу карбоксильных групп, на алифатические (предельные и непредельные), ароматические – по структуре радикала.

Кислород карбонильной группы притягивает к себе электроны от кислорода гидроксильной группы, таким образом, кислород гидроксила менее прочно удерживает атом водорода и становится возможной диссоциации, характерная для растворов карбоновых кислот.



Образование карбоксилат – аниона является причиной увеличения кислотности карбоновых кислот по сравнению со спиртами. На легкость отщепления протона влияет также радикал, связанный с карбоксильной группой. Поэтому карбоновые кислоты дают характерное окрашивание с индикаторами, проводят электрический ток, т. е. являются электролитами. Карбоновые кислоты по сравнению с неорганическими слабые кислоты. Константа диссоциации $\approx 10^{-5}$.

Карбоновые кислоты при взаимодействии с активными металлами, основными оксидами и гидроксидами металлов, аммиаком, аминами, магниорганическими соединениями, ацетилендами, гидридами металлов, алкоголятами, солями слабых или летучих кислот образуют соли, например:

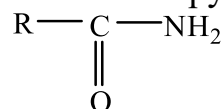


Для карбоновых кислот свойственны реакции замещения –H и OH в карбоксильной группе.

Свойства ароматических кислот подобны свойствам кислот жирного ряда, однако кислотность их выше вследствие того, что образование карбоксилат-иона облегчается взаимодействием его (сопряжением) с бензольным ядром.

Карбоновые кислоты образуют функциональные производные: галогенангидриды, ангидриды, сложные эфиры, амиды.

Амиды кислот – продукты замещения гидроксила в карбоксильной группе кислот на аминогруппу (NH₂), их общая формула:



Особое значение в классе амидов имеет полный амид угольной кислоты – карбамид или мочевины, конечный продукт азотистого обмена человека, млекопитающих и рыб: H₂N-CO-NH₂.

Из насыщенных кислот в жирах чаще всего встречаются пальмитиновая C₁₅H₃₁COOH и стеариновая C₁₇H₃₅COOH. Из ненасыщенных наиболее распространены олеиновая C₁₇H₃₃COOH, линолевая C₁₇H₃₁COOH, линоленовая C₁₇H₂₉COOH.

При щелочном гидролизе (омылении) жиров получают глицерин и мыла – соли высших жирных кислот, например, C₁₇H₃₅COONa – стеарат натрия.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Для проведения опыта необходимы:

Опыт № 1. Растворимость в воде различных кислот

Реактивы: кислоты: уксусная, масляная, стеариновая, олеиновая, щавелевая, молонная, янтарная.

Оборудование: штатив с микропробирками, водяная баня.

Ход работы. Три или несколько кристаллов каждой из исследуемой кислот поместите в пробирки, добавьте по 5 капель воды в каждую пробирку, тщательно перемешайте. Затем, если кислота не растворяется, нагревайте. Горячие растворы охладите и отметьте выделение кристаллов кислот, растворившихся лишь при нагревании. Отметьте в рабочем журнале, как влияет на растворимость кислот увеличение длины углеродной цепочки (гидрофобной части) и числа карбоксильных групп (гидрофильной части). Запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 2. Кислотные свойства карбоновых кислот

Для проведения опыта необходимы:

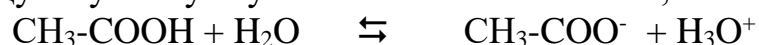
Реактивы: уксусная кислота 0,1 н раствор; магний, порошок или стружка; карбонат натрия; метиловый оранжевый, раствор; лакмус синий, раствор; фенолфталеин, 10%-ный спиртовой раствор.

Оборудование: штатив с микропробирками.

Ход работы. В три пробирки поместите по 1 капле раствора уксусной кислоты. В первую пробирку добавьте 1 каплю метилового оранжевого, во вторую – 1 каплю лакмуса. В третью – 1 каплю фенолфталеина. В пробирке с метиловым оранжевым появляется красное окрашивание; в пробирке с лакмусом – розовое. Фенолфталеин остался бесцветным. Объясните, почему?

В пробирку поместите 2 капли раствора уксусной кислоты и добавьте немного магния. К отверстию пробирки поднесите горящую лучинку. При этом наблюдается вспышка, сопровождающаяся резким звуком. Объясните, для смеси каких газов характерна такая вспышка?

В пробирку налейте 2–3 капли раствора уксусной кислоты и добавьте несколько крупинок углекислого натрия. К отверстию пробирки поднесите горящую лучинку. Лучинка гаснет. Объясните, почему лучинка гаснет.



уксусная кислота

анион уксусной кислоты



Опыт № 3. Разложение щавелевой кислоты при нагревании

Оборудование: штатив с микропробирками, газоотводная трубка с оттянутым концом.

Реактивы: щавелевая кислота, кристаллическая; известковая вода.

Ход работы. Несколько кристаллов щавелевой кислоты нагревайте в пробирке с газоотводной трубкой, которая опущена в другую пробирку с известковой водой. Нагревание проводят до помутнения известковой воды. Затем трубку из жидкости выньте и подожгите у её отверстия выделяющийся газ, он горит характерным голубым пламенем. Объясните, для какого газа характерно голубое окрашивание?

Опыт № 4. Изомеризация олеиновой кислоты в элаидиновую

Оборудование: штатив с пробирками.

Реактивы: олеиновая кислота или подсолнечное масло; медь, стружка или кусочки проволоки; азотная кислота, концентрированная.

Ход работы. В пробирку помещают 5 капель олеиновой кислоты, маленький кусочек медной проволоки или стружки. Добавляют 2–3 капли концентрированной азотной кислоты (в вытяжном шкафу), и осторожно встряхивают, чтобы выделяющиеся при взаимодействии азотной кислоты с медью окислы азота лучше поглощались олеиновой кислотой. Пробирку ставят в штатив и оставляют в вытяжном шкафу (примерно на час), пока вспенившийся слой олеиновой кислоты над синим водно-кислотным слоем сильно загустеет или затвердеет и при опрокидывании пробирки не выливается. Объясните, какое явление вы наблюдаете в пробирке. В чем отличие физических и химических свойств этих изомеров? Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 5. Образование биурета

Для проведения опыта необходимы:

Оборудование: штатив с пробирками, микрошпатель.

Реактивы: мочевины; гидроксид натрия, 2н раствор; сульфат меди, 0,2 н раствор.

Ход работы. В пробирку поместите один шпатель мочевины, осторожно продолжительно нагревайте над пламенем горелки до прекращения выделения пузырьков аммиака и затвердения реакционной смеси, вследствие образования биурета. Чтобы открыть биурет, пробирку охладите, добавьте в неё 5–6 капель дистиллированной воды и содержимое пробирки кипятите 2–3 мин, дайте ему отстояться.

К раствору биурета добавьте 2 капли раствора гидроксида натрия и 1 каплю раствора сульфата меди, появляется розово-фиолетовое окрашивание комплексной медной соли биурета (биуретовая реакция). Избыток сульфата меди придает раствору синий цвет, маскирующий характерную розовую окраску.

Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Напишите формулы муравьиной, стеариновой, кротоновой, олеиновой, бензойной кислот. Назовите их по современной международной номенклатуре.
2. Опишите электронное строение карбоксильной группы.
3. Перечислите способы получения пропионовой кислоты, напишите соответствующие уравнения химических реакций.
4. Напишите уравнения диссоциации, образования аммонийной соли масляной кислоты.
5. Какие функциональные производные можно получить из 2-метилбутановой кислоты? Напишите уравнения соответствующих химических реакций

6. Расположите карбоновые кислоты в порядке убывания кислотных свойств: уксусная кислота, бензойная кислота, акриловая кислота. Ответ обоснуйте на основе электронного строения заданных карбоновых кислот.

Учебная литература: [1, 3, 5]

Лабораторная работа № 6 (2 ч)

Тема: Гидроксикислоты. Оксокислоты

Изучение физико-химических свойств гидроксикислот

Цель работы – формирования навыков и умений способности гидроксикислот окисляться в различных условиях, установления их способности к комплексообразованию; выявления наличия таутомерных форм ацетоуксусного эфира

Теоретическое введение

Гидроксикислотами называются производные карбоновых кислот, в углеводородном радикале которых один или несколько атомов водорода замещены на гидроксильную группу. Оксокислоты содержат в радикале оксогруппу (карбонильную группу) $=C=O$.

Если гидроксил или кетогруппа находится в α -положении по отношению к карбоксильной группе, то они усиливают кислотные свойства оксикислот и оксокислот.

Гидрокси- и оксокислоты являются гетерофункциональными соединениями, они вступают в реакции по каждому виду функциональных групп. Кроме того, они могут реагировать с участием обеих групп.

В щелочной среде оксикислоты окисляются перманганатом калия до кетокилот, в кислой – до альдегидов и муравьиной кислоты.

Щелочной раствор комплексного медного производного сегнетовой соли известен под названием жидкости Фелинга и обладает окислительными свойствами. Реактив Фелинга применяется для открытия альдегидной группы в альдегидах и сахарах.

Для оксикислот характерны реакции комплексообразования.

Ацетоуксусный эфир существует в растворе в виде двух таутомерных форм (кето-енольная таутомерия). Таутомерия – это динамическая структурная изомерия. Более устойчивой формой является кетонная форма ацетоуксусного эфира, что обусловлено наличием в ней сопряженной системы электронов.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт № 1. Окисление молочной кислоты

Для проведения опыта необходимы:

Реактивы: молочная кислота, перманганат калия (1%-ный раствор), едкий натр (2н раствор), серная кислота (5%-ный раствор).

Оборудование: штатив с микропробирками, водяная баня, микрошпатель.

Ход работы.

1. В пробирку поместите 10 капель раствора перманганата калия, добавьте 1–2 капли раствора едкого натра. К полученному щелочному раствору добавьте 3–4 капли молочной кислоты и нагрейте 1–2 мин в кипящей водяной бане до

изменения окраски. Затем прибавьте один микрошпатель хлоргидрата фенилгидразина и столько же ацетата натрия и нагревайте 10–15 мин на кипящей водяной бане. После охлаждения выпадает желтый осадок фенилгидразона пировиноградной кислоты.

2. В пробирку поместите 4 капли молочной кислоты и добавляют равный объем соответственно раствора серной кислоты и перманганата калия. Содержимое пробирки нагревают 2–5 мин на водяной бане. В рабочем журнале отмечают изменения окраски и запах выделяющегося газа.

Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 2. Реакции гидроксикислот с хлоридом железа (III)

Для проведения опыта необходимы:

Реактивы: молочная кислота, уксусная кислота (конц.), салициловая кислота (нас. р-р), бензойная кислота (нас. р-р), хлорид железа (III) (0,1н р-р), фенол (водный раствор).

Оборудование: штатив с микропробирками.

Ход работы. В две пробирки вводят по 1 капле раствора хлорида железа и добавляют по 2 капли раствора фенола. Растворы окрашиваются в фиолетовый цвет. В одну пробирку добавляют 2 капли молочной кислоты, а в другую – столько же капель уксусной кислоты (в вытяжном шкафу). Также проводят опыт с салициловой и бензойной кислотами. Отметьте в рабочем журнале в каких пробирках изменилась окраска. Почему? Напишите уравнения реакций, наблюдения и выводы. Сравните структуру образующихся комплексов со структурой комплексного фенолята железа.

Опыт № 3. Взаимодействие натриево-калиевой соли винной кислоты с гидроокисью меди (получение реактива Фелинга)

Для проведения опыта необходимы:

Реактивы: калий-натрий виннокислый (2н р-р), сульфат меди (II) (2н р-р), едкий натр (2н).

Оборудование: штатив с микропробирками.

Ход работы. В пробирку помещают 2 капли раствора сульфата меди (II) и 2 капли раствора едкого натра. К выпавшему голубому осадку гидроксида меди (II) добавляют средней соли виннокаменной кислоты – сегнетова соль. Голубой осадок растворяется и образуется темно-синий раствор комплексной медной соли винной кислоты. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 4. Обнаружение двух таутомерных форм ацетоуксусного эфира

Для проведения опыта необходимы:

Реактивы: ацетоуксусный эфир, хлорид железа (0,1 н р-р), бром (нас. р-р, над раствором в склянке должны быть оранжевые пары брома)

Оборудование: штатив с микропробирками.

Ход работы. Ацетоуксусная кислота и её этиловый эфир могут существовать в виде таутомерных форм – кетонной и енольной.

В пробирку поместите 1 каплю ацетоуксусного эфира и 1 каплю раствора хлорида железа. Немедленно появляется фиолетово-красное окрашивание, указывающее на наличие енольной формы ацетоуксусного эфира (гидроксил находится при углероде с двойной связью). Прибавьте 1 каплю насыщенного раствора брома, фиолетовое окрашивание моментально исчезает, но затем постепенно возобновляется. Прибавьте еще 1 каплю бромной воды – вновь происходит обесцвечивание с последующим возобновлением фиолетовой окраски. Объясните это явление.

При добавлении нескольких капель бромной воды раствор обесцвечивается, так как бром присоединяется по двойной связи, и гидроксильная группа утрачивает енольный характер. Через некоторое время раствор вновь окрашивается в фиолетовый цвет, так как связывание енольной формы нарушает динамическое равновесие, и часть оставшейся кетонной формы ацетоуксусного эфира переходит в енольную, образующую окрашенный комплекс с ионами Fe^{3+} . В енольную форму может также переходить монобромацетоуксусный эфир. При повторном добавлении бромной воды снова наблюдают обесцвечивание раствора с последующим возобновлением фиолетовой окраски. Этот процесс может продолжаться до полного замещения подвижных атомов водорода на бром, т. е. до получения дибромацетоуксусного эфира, не способного к таутомерным превращениям.

Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Напишите формулы и назовите по современной международной номенклатуре следующие соединения: молочная кислота, пировиноградная кислота, ацетоуксусный эфир, щавелевоуксусная кислота, гликолевая кислота, лимонная кислота.

2. Напишите реакции синтеза из соответствующих гидроксикислот следующих производных: натриево-калиевая соль винной кислоты, хлорангидрид пировиноградной кислоты, метиловый эфир молочной кислоты, полный амид яблочной кислоты.

3. Исходя из ацетоуксусного эфира, напишите уравнения реакций синтеза: масляной кислоты, метилэтилкетона (укажите условия расщепления эфира в обоих случаях), напишите схему получения лактида из молочной кислоты.

4. Напишите уравнения реакций получения α -кетоглутаровой и яблочной кислот, напишите для них все возможные изомеры, дайте им названия.

Учебная литература: [1, 3, 4]

Лабораторная работа № 7 (4 ч)

Тема: Аминокислоты

Изучение физико-химических свойств аминокислот, проведение качественных реакций

Цель работы – формирование навыков и умений установления отношения аминокислот к индикаторам, способности аминокислот к комплексообразованию; установления наличия первичной аминогруппы в аминокислотах.

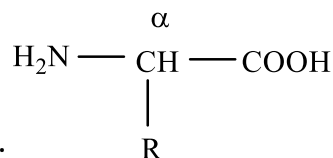
Теоретическое введение

Аминокислоты являются производными карбоновых кислот, в углеводородных радикалах которых один или несколько атомов водорода замещены аминогруппами.

Общая формула аминокислот: $\text{H}_2\text{N}-\text{R}-\text{COOH}$

Простейшей аминокислотой является аминокислота (аминоэтановая) кислота, глицин или гликокол: $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$

В зависимости от взаимного положения аминогруппы и карбоксильной группы различают α -, β -, γ -аминокислоты.



Общая формула α -аминокислот:

Аминокислоты являются амфотерными соединениями, так как обладают как кислотными, так и основными свойствами; кислотная группа – COOH и основная группа $-\text{NH}_2$ взаимно нейтрализуют друг друга, образуя структуру биполярных ионов: $\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COO}^-$.

Аминокислоты являются гетерофункциональными соединениями, они вступают в реакции по каждому виду функциональных групп. Кроме того, они могут реагировать с участием обеих групп. Для аминокислот характерны реакции комплексообразования: аминокислоты образуют с медью очень устойчивые окрашенные внутренне комплексные соли. Из-за дисмутации муравьиного альдегида его раствор имеет кислую реакцию. Формальдегид вступает в реакцию с аминокислотами, блокирует аминогруппу, в результате блокирования аминогруппа не влияет на карбоксильную группу, и раствор аминокислот приобретает кислую реакцию.

Протеиногенные аминокислоты за исключением пролина имеют первичные аминогруппы, наличие которых можно установить при проведении реакции с азотистой кислотой. На этой реакции основано количественное определение аминогруппы в аминокислотах, а также в белках и продуктах их распада. Выделяющийся азот определяется объёмным методом.

Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт № 1. Отношение аминокислот к индикаторам

Для проведения опыта необходимы:

Реактивы: глицин, 0,2н раствор; метиловый оранжевый, раствор; метиловый красный, раствор; лакмус, раствор.

Оборудование: штатив с микропробирками.

Ход работы. В три пробирки поместите по 5 капель раствора глицина и добавьте в одну 1 каплю раствора метилового оранжевого, в другую – метилового красного, в третью – лакмуса. Содержимое пробирок тщательно перемешайте и в рабочем журнале отметьте окраску индикатора. Объясните отношение раствора глицина к индикаторам. Результаты опыта внесите в табл. 3.

Таблица 3. Результаты опыта

Индикатор	Окраска в зависимости от рН	Окраска индикаторов в растворе глицина
Метиловый оранжевый	Розовая 3–4,4 желтая	
Метиловый красный	Красный 4,4–6,3 жёлтая	
Лакмус	Красный 5–8 синий	

Сформулируйте вывод.

Опыт № 2. Образование медной соли глицина

Для проведения опыта необходимы:

Реактивы: глицин, 0,2н раствор; оксид меди (II), порошок; едкий натр, 2н раствор.

Оборудование: штатив с микропробирками, микрошпатель, пробиркодержатель.

Ход работы. В пробирку поместите немного порошка оксида меди, добавьте 5–6 капель раствора глицина и нагрейте в пламени горелки, периодически встряхивая содержимое пробирок. Пробирку поставьте в штатив, пока не осядет избыток чёрного порошка оксида меди. Отстоявшийся синий раствор осторожно слейте в другую пробирку и прилейте 1 каплю раствора едкого натра. Раствор остаётся прозрачным. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 3. Действие муравьиного альдегида на аминокислоты.

Для проведения опыта необходимы:

Реактивы: глицин, 0,2н раствор; формальдегид, 40% раствор; метиловый красный, раствор.

Оборудование: штатив с микропробирками.

Ход работы. В пробирку поместите 5 капель раствора формальдегида и прилейте 1 каплю метилового красного.

Из пипетки по каплям прилейте раствор едкого натра до появления жёлтой окраски (нейтральная среда на метиловый красный).

В другую пробирку поместите 5 капель глицина и прилейте к ней содержимое первой пробирки. Тотчас же появляется красное окрашивание. Объясните почему? Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт № 4. Действие азотистой кислоты на аминокислоты.

Для проведения опыта необходимы:

Реактивы: глицин 0,2н раствор; нитрит натрия; 1н раствор; соляная кислота, 2н раствор.

Оборудование: штатив с микропробирками.

Ход работы. В пробирку поместите 4 капли раствора глицина, добавьте 4 капли раствора нитрита натрия и 4 капли раствора соляной кислоты. При встряхивании содержимого пробирки выделяются пузырьки газа. Отметьте в рабочем журнале, какие пузырьки газа могут выделяться.

Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Как классифицируют аминокислоты по строению?
2. Рассмотрите строение α -аминокислоты на примере аминокислоты.
3. Что называется биполярным ионом? Объясните, почему аминокислоты являются амфотерными соединениями? Напишите уравнения реакций, характеризующих амфотерный характер аминокислот.
4. Объясните, почему в изоэлектрической точке аминокислоты не движутся ни к катоду, ни к аноду?
5. В какой среде находится изоэлектрическая точка у глутаминовой кислоты? Лизина?
6. Что называют изоэлектрическим состоянием и изоэлектрической точкой аминокислот?
4. Каково строение биполярного иона лизина и аспарагиновой кислоты?
5. Какова реакция среды водных растворов аланина, аргинина и глутаминовой кислоты? Ответ обоснуйте.
5. Какие аминокислоты называют нейтральными, кислыми и щелочными?
6. Как аминокислоты реагируют с кислотами и щелочами? Напишите соответствующие уравнения реакций
7. С помощью каких индикаторов можно установить реакцию среды водных растворов аминокислот?
8. Почему аминокислоты способны к комплексообразованию?

Учебная литература: [2, 4, 6, 7]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Иванов, В. Г. Органическая химия: учебник / В. Г. Иванов, В. А. Горленко, О. Н. Гева. – 7-е изд., перераб. – Москва: Академия, 2012. – 560 с.
2. Артеменко, А. И. Органическая химия: учеб. пособие / А. И. Артеменко. – Москва: Высшая школа, 2003. - 605 с.
3. Иванов, В. Г. Органическая химия: учеб. пособие / В. Г. Иванов, В. А. Горленко, О. Н. Гева. – 5-е изд., стер. – Москва: Академия, 2009. – 621 с.
4. Петров, А. А. Органическая химия: учеб. для студ. хим.-технолог. вузов А. А. Петров, Х. В. Бальян, А. Т. Трощенко; под ред. М. Д. Стадничук. – 5-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: Иван Федоров, 2002. – 622 с.
5. Березин, Б. Д. Курс современной органической химии: учеб. пособие / Б. Д. Березин, Д. Б. Березин. – Москва: Высшая школа, 2001. – 768 с.
6. Некрасов, В. В. Руководство к малому практикуму по органической химии: учеб. пособие / В. В. Некрасов. – Москва: Химия, 1975. – 328 с.
7. Сергеева, Н. Т. Органическая химия: методические указания к лабораторному практикуму по направлениям 561100, 562200, 552400 / Н. Т. Сергеева, Н. Н. Ремов. – Калининград: КГТУ, 1996. – 86 с.

Локальный электронный методический материал

Наталья Павловна Нефедова
Виктор Иванович Воробьев

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 2,4. Печ. л. 2,0

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1