

ФГБОУ ВО «СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра химии и защиты растений

# ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Студента \_\_\_\_\_

Факультет \_\_\_\_\_

Направление \_\_\_\_\_

Курс, группа \_\_\_\_\_

Ф.И.О. преподавателя \_\_\_\_\_

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	
Тема 1. Техника безопасности при работе в химической лаборатории.....	
Тема 2. Алканы .....	
Тема 3. Алкены. ....	
Тема 4. Алкины .....	
Тема 5. Циклоалканы. ....	
Тема 6. Ароматические углеводороды .....	
Тема 7. Галогенопроизводные углеводородов.....	
Тема 8. Спирты .....	
Тема 9. Фенолы.....	
Тема 10. Альдегиды.....	
Тема 11. Кетоны.....	
Тема 12. Карбоновые кислоты .....	
Тема 13. Жиры. ....	
Тема 14. Углеводы. Моносахариды.....	
Тема 15. Дисахариды.....	
Тема 16. Полисахариды.....	
Тема 17. Амины. Амиды.....	
Тема 18. Аминокислоты.....	
Тема 19. Белки .....	
Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины....	
Рекомендуемый перечень тем рефератов по дисциплине «Органическая химия» .....	
Требования к оформлению реферата.....	
Рекомендуемый перечень вопросов к итоговой аттестации по дисциплине «Органическая химия» .....	

## ВВЕДЕНИЕ

Лабораторные занятия по органической химии предусмотрены программами биологических специальностей аграрных вузов и способствуют более прочному усвоению материала лекционного курса, направлены на повышение эффективности изучения данной дисциплины.

Данный практикум по органической химии предназначен для первоначального ознакомления студентов с органическими веществами, их свойствами и качественными реакциями на функциональные группы основных классов органических соединений. На лабораторных занятиях студенты приобретают навыки в проведении химических анализов, в качественном определении биологически активных органических соединений, участвующих в процессах метаболизма растительных и животных клеток.

В лабораторном практикуме представлены опыты, выполняемые микрометодом, который имеет некоторые преимущества, позволяющие правильно установить оптимальные количественные соотношения между реагентами, практически исключает опасность несчастных случаев при работе с горючими и взрывоопасными соединениями.

Для самоподготовки студентов имеются вопросы и контрольные упражнения к каждой теме.

К выполнению лабораторных работ студент может приступить после предварительного ознакомления с теорией по данной теме рекомендованных учебников, а также изучения правил по технике безопасности.

## ТЕМА 1. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Приступая к работе в лаборатории, необходимо внимательно изучить возможные причины несчастных случаев и меры их предупреждения.

Наиболее часто встречающиеся причины несчастных случаев следующие:

**1. Выбрасывание жидкости из пробирки.** Причина выброса – нагревание жидкости выше температуры кипения. Вероятность перегрева увеличивается при нагревании пробирки на открытом пламени, особенно при наличии в жидкости осадка.

Для предотвращения выброса реакционной смеси необходимо:

- перед нагреванием в реакционную смесь добавить кипятильный камешек;

- пробирку нагревать в наклонном положении, а не вертикально;

- при нагревании вращать пробирку вдоль оси, иногда осторожно встряхивая; отверстие пробирки направлять в сторону от себя и от соседа.

**2. Засасывание жидкости в реакционную пробирку через газоотводную трубку.**

При работе с газоотводной трубкой нужно помнить, что убирать горелку из под пробирки с реакционной смесью можно только после того, как нижний конец газоотводной трубки удален из жидкости в пробирке. В противном случае жидкость из приемника поднимается по газоотводной трубке вверх, а затем попадает в реакционную пробирку. В лучшем случае при этом опыт будет испорчен, в худшем – произойдет разбрызгивание реакционной массы.

**3. Воспламенение металлического натрия.** Натрий может воспламениться при соприкосновении с водой. Поэтому работа даже с небольшими количествами металлического натрия требует осторожности. Помещать его надо только в сухую пробирку. По окончании реакции избыток натрия уничтожают спиртом, с которым он реагирует относительно спокойно. Только после этого можно осторожно добавлять воду.

**4. Порезы стеклом.** Порезы рук стеклом часто происходят при закрывании пробирки пробкой с газоотводной трубкой. Попытки использовать стеклянную трубку в качестве рычага для того, чтобы плотнее вставить пробку, приводит к излому трубки и порезу кистей рук. Следует запомнить, что в таких случаях можно прилагать лишь небольшие усилия, держась за резиновую пробку, но не за трубку. В случае пореза ранку промывают водой, очищают от осколков стекла, смазывают спиртовым раствором иода и перевязывают бинтом.

**5. Ожоги.** При термическом ожоге нужно обожженное место смочить 5%-ным раствором танина в 40%-ном этиловом спирте. При ожоге концентрированными кислотами следует немедленно промыть обожженный участок большим количеством воды, затем наложить компресс из ваты, смоченной 1%-ной содой. При ожоге щелочами – действия те же, но компресс 1%-ной уксусной кислотой.

При попадании кислоты или щелочи в глаза, их обильно промывают водой, а затем 2%-ным раствором борной кислоты (для нейтрализации щелочи), либо 2%-ным раствором гидрокарбоната натрия (для нейтрализации кислоты).

При небольших ожогах фенолом пораженный участок кожи смазывают глицерином.

Для предупреждения несчастных случаев необходимо соблюдать следующие **правила при работе в лаборатории**:

1. Перед занятиями студенту необходимо заранее ознакомиться с ходом занятия, отчетливо уяснить цели и задач работы, обдумывая каждое действие. Находиться в лаборатории органической химии можно только в специальной одежде (халат), при отсутствии которого преподаватель имеет право не допускать студента к занятиям.

2. Работающий должен знать основные свойства используемых и получаемых веществ, их действие на организм, правила работы с ними и на основе этого принять все меры для безопасности проведения работ.

3. Запрещено проводить опыты в грязной посуде, а также пользоваться для проведения опытов веществами из склянок без этикеток или с неразборчивой надписью.

4. Нельзя выливать избыток реактива из пробирки обратно в реактивную склянку. Сухие соли набирают чистым шпателем или ложечкой.

5. Не следует путать пробки от разных склянок. Чтобы внутренняя сторона пробки оставалась чистой, пробку кладут на стол внешней поверхностью.

6. Нельзя уносить реактивы общего пользования на свое рабочее место.

7. После опытов остатки металлов в раковину не выбрасывают, а собирают в банку. Дорогостоящие реактивы (например, остатки солей серебра) собирают в специально отведенную посуду. Нельзя выливать в раковину остатки растворителей, горючих веществ, реакционные смеси, растворы кислот, щелочей и других вредных веществ. Они должны собираться в специальную посуду («слив органики»).

8. Запрещено засорять раковины и сливы в шкафах песком, бумагой, битой посудой и другими твердыми отходами, что приводит к выходу канализации из строя. Все твердые отходы следует выбрасывать в урну.

9. При выполнении работ бережно расходуйте реактивы, электричество и воду. Нельзя оставлять без надобности включенные электроприборы и горящие спиртовки. По окончании работ нужно немедленно отключить электроприборы и погасить спиртовки.

10. Выполнение лабораторной работы и каждого отдельного опыта требует строгого соблюдения всех указаний, содержащихся в описании работы. Опыт должен исполняться тщательно, аккуратно и без спешки.

11. Студентам *категорически запрещается* без разрешения преподавателя проводить какие-либо опыты, не относящиеся к данной работе, или изменять порядок проведения опыта. Следует помнить, что каждый, даже кажущийся внешне простым опыт может оказаться при необдуманном выполнении опасным.

12. Перед уходом из лаборатории рекомендуется тщательно мыть руки.

## ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

1. Избегайте непосредственных контактов кожи, глаз и дыхательных путей с химикатами. На занятиях постоянно носите лабораторный халат. Кроме того, если у вас длинные волосы, их следует аккуратно прибрать, чтобы они не могли соприкасаться с нагревательными приборами, реактивами и т.д.

2. Все работы с ядовитыми и сильнопахнущими веществами, с концентрированными растворами кислот, щелочей, а также упаривание их растворов следует проводить только в вытяжном шкафу. Створки шкафа во время работы должны быть опущены до 18-20 см от его рабочей поверхности.

3. Измельчение твердых веществ, дающих едкую пыль (щелочей, извести, йода и др.), разбавление концентрированных кислот и щелочей, приготовление хромовой смеси и т.п. нужно проводить в фарфоровой посуде также в вытяжном шкафу, защитив глаза очками, а руки перчатками. Разбавляя концентрированные кислоты, особенно серную, осторожно вливают кислоту в воду.

4. С легковоспламеняющимися жидкостями нельзя работать вблизи нагревательных приборов. Запрещается нагревать летучие легковоспламеняющиеся жидкости, вещества (эфир, бензин, спирты, ацетон и т.д.) на открытом пламени. Для этого необходимо использовать водяную или масляную баню.

5. Обращение со спиртовкой. Перед использованием спиртовка должна быть заправлена этанолом (не более 2/3 объема спиртовки), диск плотно прикрывает отверстие резервуара спиртовки, фитиль в трубке должен входить не слишком плотно, но и не выпадать из трубки. Неиспользуемая спиртовка должна быть закрыта колпачком. Спиртовку зажигают только от горящей спички или лучинки. Нельзя зажигать ее от другой спиртовки или от зажигалки. Никогда не следует дуть на горящую спиртовку. Тушат ее, накрыв колпачком. Регулировка пламени производится выдвиганием (увеличение пламени) или убиранием фитиля (уменьшение пламени). Нагревание на спиртовке производят следующим образом: сначала прогревают пробирку с содержимым в течение 15-20 секунд, затем приступают непосредственно к нагреванию содержимого пробирки. При нагревании нельзя прикасаться дном пробирки к фитилю. На спиртовке можно нагревать только посуду из тонкого (химического) стекла.

6. Пробирки при нагревании закрепляют либо в штативной лапке, либо в пробиркодержателе ближе к отверстию. Отверстие пробирки необходимо направлять от себя и окружающих, во избежание выброса веществ из пробирки.

7. Знакомясь с запахом вещества, нельзя наклоняться над сосудом с жидкостью и вдыхать полной грудью. Для этого нужно направить рукой струю воздуха от отверстия сосуда к себе и сделать носом легкий вдох.

8. Запрещается набирать ртом при помощи пипетки или трубки любые вещества. Для этого следует пользоваться сифоном или резиновой грушей.

9. Особенно внимательно нужно проводить сборку установок из стекла. При этом нельзя зажимать стеклянные изделия в лапки штативов без соответствующей мягкой прокладки. Особенно осторожно обращайтесь с тонкостенной посудой, термометрами и холодильниками.

10. Нельзя нагревать закупоренные любые аппараты и сосуды, кроме тех, которые специально для этого предназначены. Нельзя нагревать жидкости в толстостенной и мерной посуде (она может лопнуть).

11. При приливании реактивов нельзя наклоняться над отверстием сосуда во избежание попадания брызг на лицо и одежду.

12. При использовании пробиркодержателя необходимо зажимать пробирку ближе к открытому концу. Нельзя также наклоняться над нагреваемой жидкостью, так как ее может выбросить. Никогда не направляйте открытый конец пробирки к себе или в сторону вашего соседа.

13. В лаборатории запрещается пробовать на вкус реактивы, а также принимать пищу, пить и курить.

14. Щелочные металлы должны храниться под слоем керосина, толуола или ксилола, не содержащих следов воды. Нельзя работать с металлическим натрием поблизости от водопроводного крана. Приступая к работе, надо насухо вытереть стол и высушить посуду, в которой будет проводиться реакция с металлическим натрием. После окончания работы нельзя сразу мыть эту посуду водой, следует сначала уничтожить остатки натрия, растворяя их в спирте. Крупные остатки натрия или его обрезки следует поместить в отдельную банку с керосином (толуолом или ксилолом).

15. Нельзя класть на лабораторные столы посторонние предметы (сумки, шапки и др.), а также вешать в лаборатории верхнюю одежду.

16. О любом происшествии в лаборатории, даже самом незначительном, необходимо сообщить преподавателю или технику.

## ТЕМА 2. АЛКАНЫ

### Опыт 1. Получение метана и изучение его свойств

В сухую пробирку, снабженную пробкой с газоотводной трубкой, помещают 1 г смеси обезвоженного ацетата натрия (20) и натронной извести (21) (примерно 1:2) и нагревают в пламени горелки. Выделяющийся газ поджигают у конца газоотводной трубки, он горит голубоватым пламенем.

### Уравнения реакций

### Результаты опыта

---

---

---

---

### Выводы

---

---

---

---

---

### Опыт 2. Доказательство химической инертности алканов

Смеси жидких алканов (24) вносят по 5 капель в четыре пробирки и добавляют по 5 капель, соответственно, водного раствора щелочи (26), раствора

перманганата калия (23), концентрированной серной (4) и азотной (27) кислот. Содержимое пробирок энергично перемешивают 1-2 минуты. В условиях опыта алканы не реагируют с данными реагентами. В чем причина их химической инертности?

### **Результаты опыта**

---

---

---

---

### **Выводы**

---

---

---

---

---

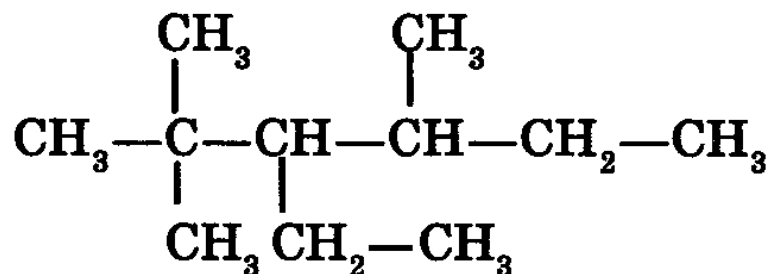
Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

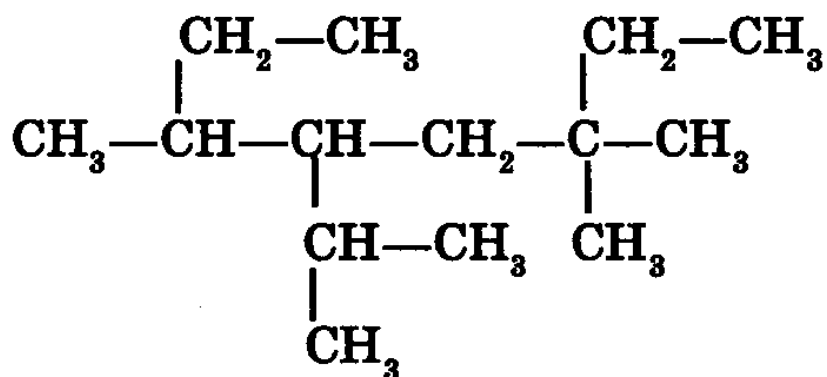
## КОНТРОЛЬНЫЕ УПРАЖНЕНИЯ

1. Дайте названия по международной номенклатуре следующим соединениям:

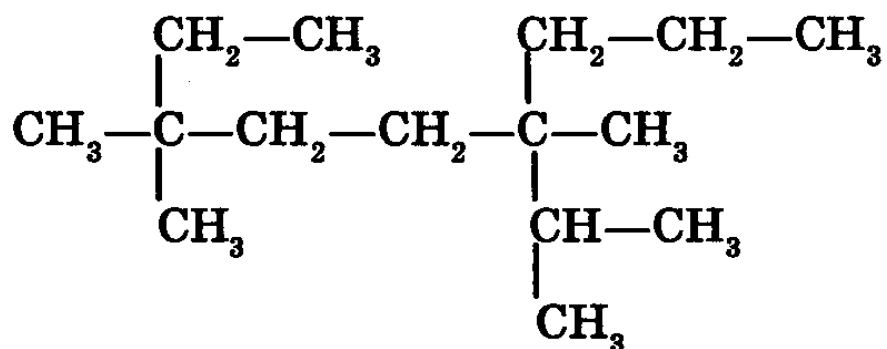
1)



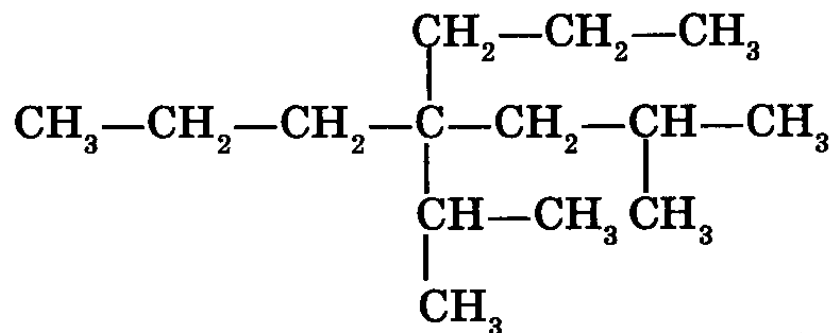
2)



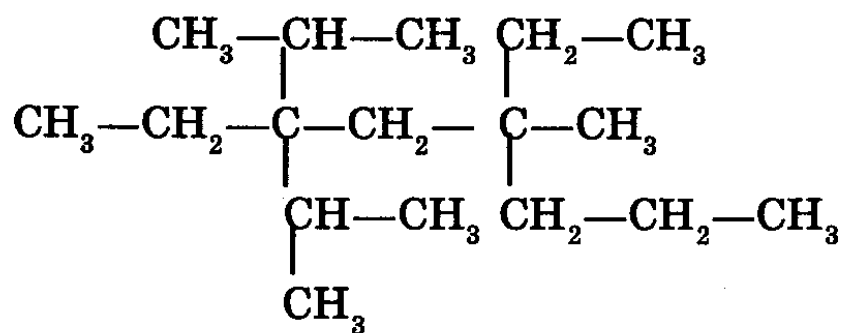
3)



4)



5)



2. Напишите структурные формулы следующих соединений:

2,2,3-триметилгексан

2,4-диметил-3-изопропилгептан

2-метил-3,4-диэтилгептан

2,4,7-триметил-4-пропилотан

3. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров гексана, назовите их по международной номенклатуре и укажите число первичных, вторичных, третичных и четвертичных атомов углерода в каждом из них.

4. Напишите уравнения реакций получения по реакции Вюрца следующих углеводородов:

а) н-пентана

б) 2-метилбутана

5. Какие вещества образуются при нагревании с натронной известью следующих соединений:

а) натриевой соли пропионовой кислоты

б) натриевой соли 3-метилбутановой кислоты

6. Напишите уравнения нитрования и назовите полученные вещества:

а) 2-метилпропана

б) бутана

### Тема 3. АЛКЕНЫ

#### Опыт 1. Получение этилена и его химические свойства

В пробирку помещают 10 капель этилового спирта (41) и 15 капель конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (4), добавляют 1-2 кипятильных камушка для равномерного кипения. Закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой и осторожно нагревают реакцию смесь. Выделяющийся газ пропускают через водный раствор перманганата калия (23), предварительно налитый в отдельную пробирку в количестве 10-12 капель.

#### Уравнения реакции

#### Результаты опыта

---

---

---

---

#### Выводы

---

---

---

---

---

**Опыт 2. Окисление жидких непредельных углеводородов (реакция Вагнера)**

В пробирку наливают 6-8 капель раствора  $\text{KMnO}_4$  (23), прибавляют 2-3 капли смеси жидких непредельных углеводородов (29), встряхивают. При этом фиолетовая окраска  $\text{KMnO}_4$  переходит в бурую.

**Результаты опыта**

---

---

---

**Выводы**

---

---

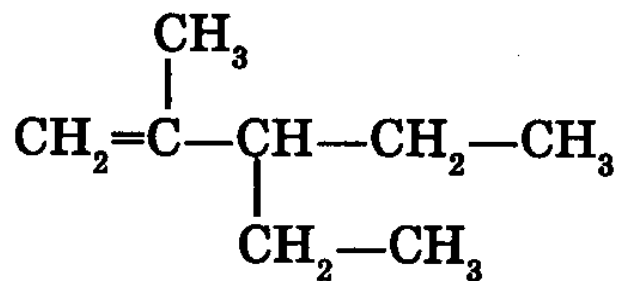
---

Дата \_\_\_\_\_

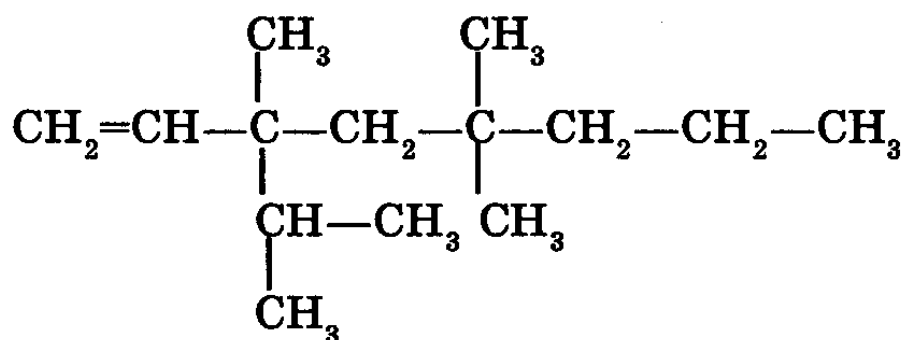
Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

## КОНТРОЛЬНЫЕ УПРАЖНЕНИЯ

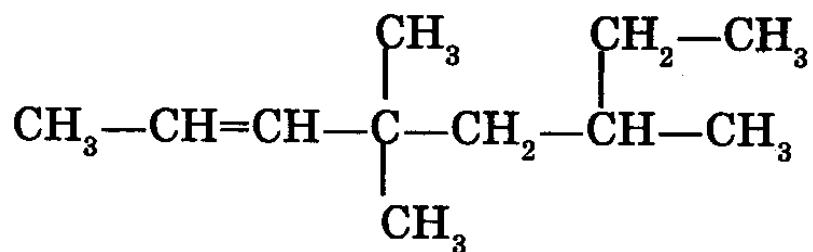
1. Назовите по международной номенклатуре следующие соединения:  
1)



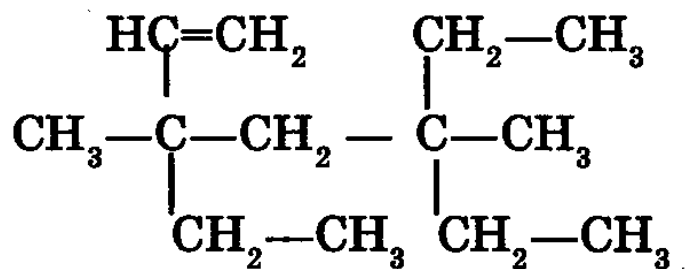
- 2)



- 3)



4)



2. Напишите структурные формулы следующих соединений:

4- метил-3-этилгексен-2

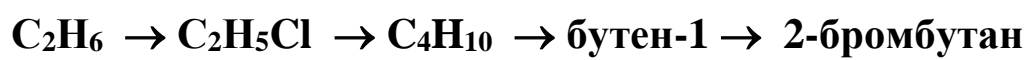
2,4-диметил-4-изопропилоктен-1

3. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров веществ молекулярной формулы  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ . Назовите соединения.

4. Напишите уравнения реакций получения пропена всеми известными способами.

5. Составьте уравнения дегидратации следующих спиртов:  
а) пропанол-1; б) 2-метилпропанол-2. Назовите получаемые этиленовые углеводороды по международной номенклатуре.

6. Составьте уравнения реакций в соответствии со схемой превращений:



## Тема 4. АЛКИНЫ

### Опыт 1. Получение ацетилена и его химические свойства

Реакция карбида кальция с водой экзотермична и протекает весьма бурно. Ее проводят в большой пробирке, снабженной пробкой с газоотводной трубкой с оттянутым концом. В пробирку помещают 1-2 кусочка карбида кальция, к которому добавляют по мере необходимости по 2-9 капли воды, регулируя таким образом скорость выделения ацетилена.

#### а) Горение ацетилена

Поджигают ацетилен у концаа газоотводной трубки. Он горит на воздухе светящимся, коптящим пламенем (в кислороде – пламя голубое).

#### Уравнение реакции

#### Результаты опыта

---

---

---

#### Выводы

---

---

---

#### б) Окисление ацетилена

Выделяющийся ацетилен пропускают в пробирку с 5-6 каплями разбавленного раствора перманганата калия (23). Розовый раствор быстро обесцвечивается: происходит окисление ацетилена по месту разрыва тройной связи с образованием промежуточного продукта окисления – щавелевой кислоты, которая далее окисляется до диоксида углерода

## Уравнение реакции

### Результаты опыта

---

---

---

### Выводы

---

---

---

**в) Образование ацетиленида серебра.** Через 6-8 капель аммиачного раствора гидроксида серебра (30) пропускают ацетилен. В пробирке образуется желтовато-серый осадок ацетиленида серебра.

## Уравнение реакции

### Результаты опыта

---

---

---

---

### Выводы

---

---

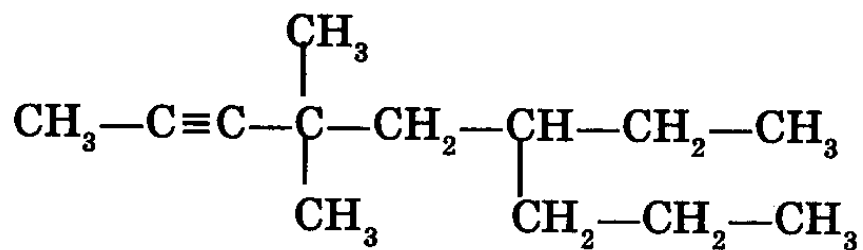
---

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

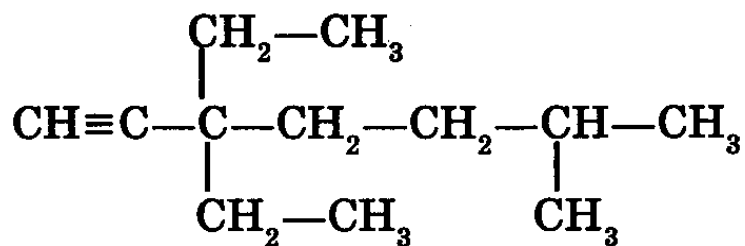
## КОНТРОЛЬНЫЕ УПРАЖНЕНИЯ

1. Назовите по международной номенклатуре следующие соединения:

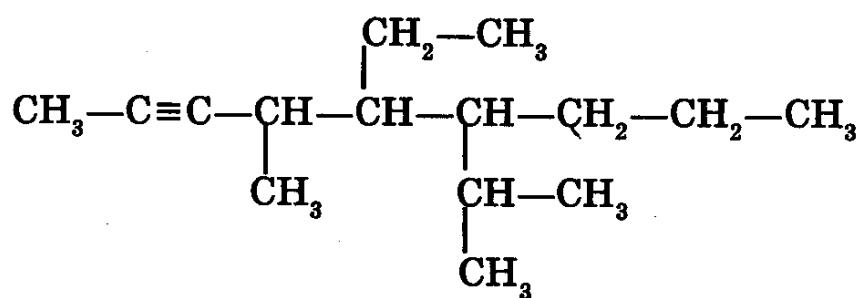
1)



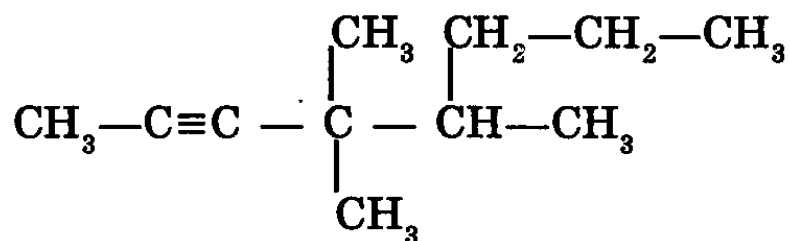
2)



3)



4)



2. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров веществ молекулярной формулы  $C_5H_8$ . Назовите соединения.

3. Напишите уравнения реакций пропина со следующими веществами:  
а) водород; б) бромоводород; в) вода; г) бром.

4. Составьте схемы реакций получения ацетилена из 1,2-дихлорэтана и пропина из соответствующего дигалогенопроизводного углеводорода.

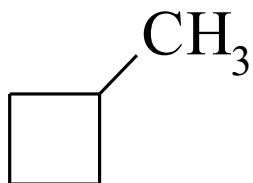
5. Составьте схемы реакций получения ацетилена карбидным методом, а также пиролизом метана.

6. Напишите уравнения реакции Кучерова для следующих соединений:  
а) метилацетилен; б) пентин-2

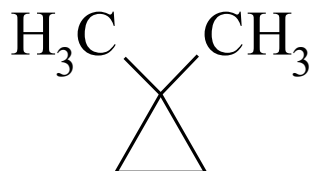
## Тема 5. ЦИКЛОАЛКАНЫ

1. Назовите по международной номенклатуре следующие соединения:

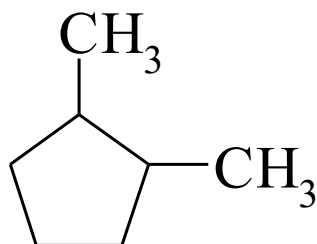
1)



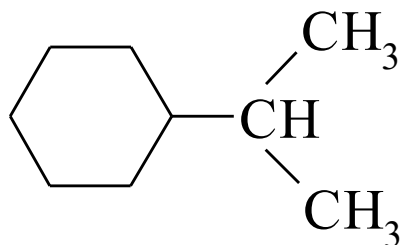
2)



3)



4)



2. Напишите структурные формулы следующих соединений:

1,2-диметилциклобутан

1,1,3-триметилциклогексан

3-метил-2-циклогексилпентан

2. Составьте структурные формулы изомерных циклоалканов состава  $C_5H_{10}$ , назовите их и укажите тип изомерии.

3. Получите циклопропан всеми возможными способами.

4. Приведите химические свойства циклогексана.

## Тема 6. АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

### Опыт 1. Свойства бензола

В пробирку с 1 мл воды добавляют 3 капли раствора  $\text{KMnO}_4$  (23). К полученному раствору добавляют 2 капли бензола (32). После встряхивания обесцвечивание раствора не происходит. Это объясняется тем, что при действии окислителей бензол не подвергается окислению в данных условиях.

#### Результаты опыта

---

---

---

---

#### Выводы

---

---

---

### Опыт 2. Окисление толуола

В пробирку помещают 7 капель воды, 3 капли раствора перманганата калия (23), 2 капли раствора серной кислоты (33) и 2 капли толуола (34). Пробирку закрывают пробкой с воздушным холодильником и нагревают в пламени горелки при постоянном встряхивании. Окраска вскоре исчезает и раствор обесцвечивается. Бензойная кислота образуется при окислении любого гомолога бензола с одним углеводородным радикалом в кольце.

#### Уравнение реакции

## Результаты опыта

---

---

---

## Выводы

---

---

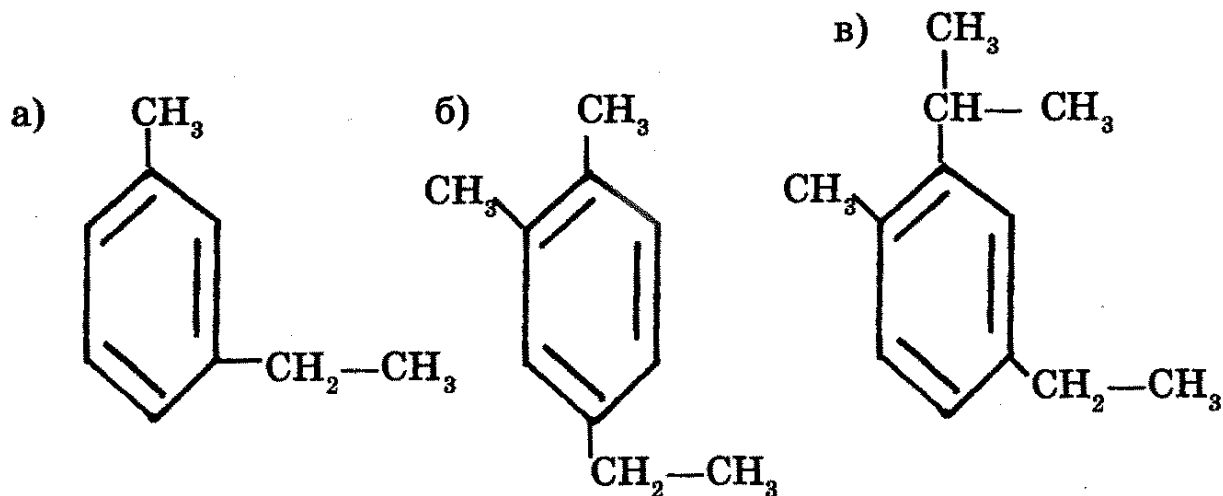
---

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

## КОНТРОЛЬНЫЕ УПРАЖНЕНИЯ

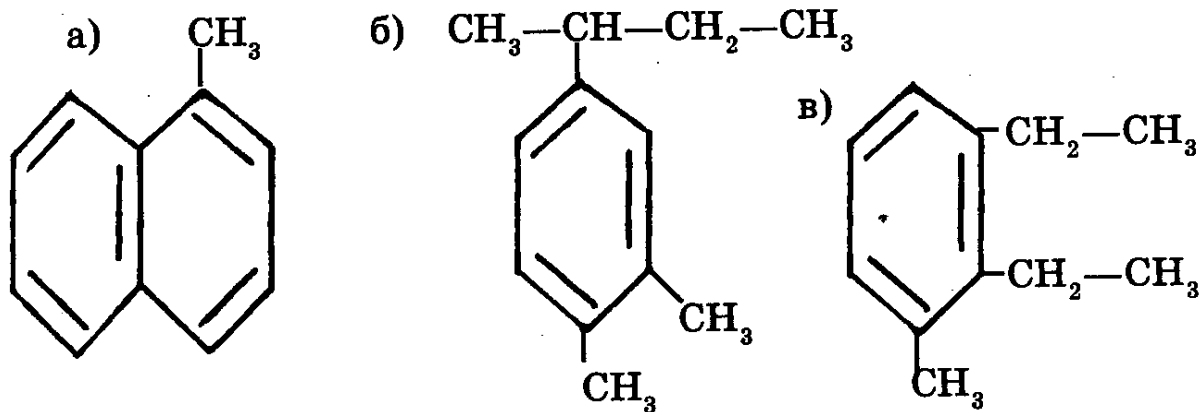
1. Назовите по международной номенклатуре следующие соединения:



а) \_\_\_\_\_

б) \_\_\_\_\_

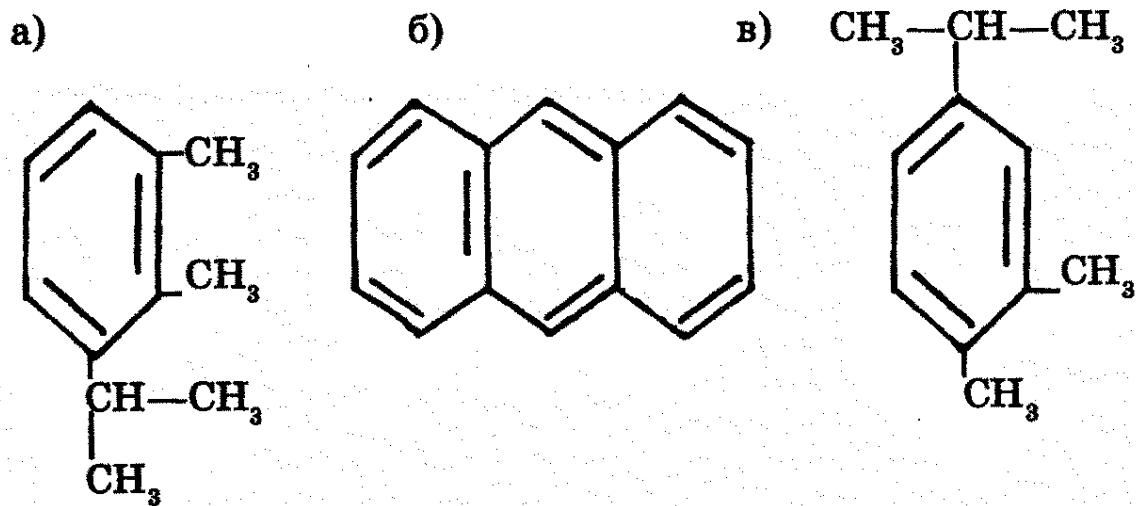
в) \_\_\_\_\_



а) \_\_\_\_\_

б) \_\_\_\_\_

в) \_\_\_\_\_



а) \_\_\_\_\_

б) \_\_\_\_\_

в) \_\_\_\_\_

2. Напишите структурные формулы следующих соединений:

а) 1,2-диметил-4-изопропилбензол

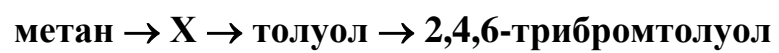
б) гексаметилбензол

в) 1-метил-3-пропилбензол

3. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров ароматических углеводородов общей формулы  $C_9H_{12}$ . Назовите соединения по международной номенклатуре.

4. Приведите примеры заместителей первого и второго рода и охарактеризуйте их ориентирующее влияние в реакциях электрофильного замещения у ароматических углеводородов. Приведите уравнения соответствующих реакций.

5. Составьте уравнения реакций в соответствии со схемой превращений:



## Тема 7. ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

### Опыт 1. Получение хлористого этила

В пробирку насыпают 1 микрошпатель кристаллов хлорида натрия (38), затем добавляют 3 капли этилового спирта (41), 3 капли конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (4) и нагревают смесь. Время от времени подносят отверстие пробирки к пламени горелки. Выделяющийся хлористый этил загорается, образуя характерное колечко, окрашенное в зеленый цвет.

#### Уравнение реакции

#### Результаты опыта

---

---

---

---

#### Выводы

---

---

---

### Опыт 2. Цветная реакция на хлороформ

В пробирку помещают несколько кристаллов резорцина (37), добавляют 3 капли раствора  $\text{NaOH}$  (26) и 5 капель хлороформа (5). Смесь в пробирке нагревают в пламени газовой горелки. Появляется характерное окрашивание.

#### Результаты опыта

---

---

---

---

## **Выводы**

---

---

---

### **Опыт 3. Свойства хлороформа и четыреххлористого углерода**

а) В пробирку помещают 6 капель хлороформа (5) затем добавляют 7-8 капель воды. Пробирку энергично встряхивают. Что наблюдается при этом? Сделайте вывод о растворимости хлороформа в воде.

#### **Результаты опыта**

---

---

---

---

## **Выводы**

---

---

---

б) В пробирку помещают 10-12 капель хлороформа (5) и добавляют 3-4 капли раствора йода в KI (46). Смесь встряхивают. Нижний слой окрашивается в розовый цвет. Хлороформ растворяет йод, который из водного слоя переходит в хлороформ, окрашивая его.

#### **Результаты опыта**

---

---

---

---

## **Выводы**

---

---

---

в) В пробирку помещают 10-12 капель  $CCl_4$  (47) и добавляют 2 капли подсолнечного масла (48). Смесь взбалтывают. Сделайте вывод о растворимости жира в  $CCl_4$ .

## **Результаты опыта**

---

---

---

---

## **Выводы**

---

---

---

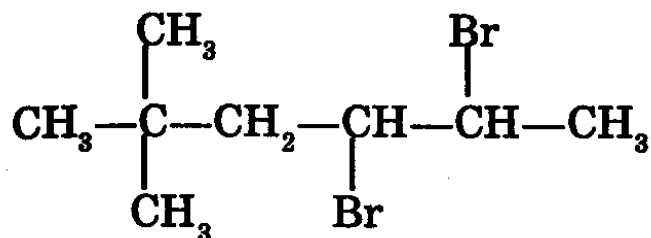
Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

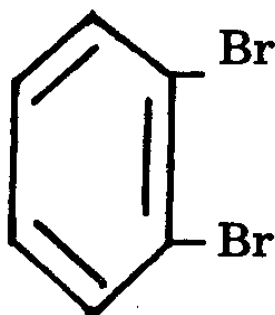
## КОНТРОЛЬНЫЕ УПРАЖНЕНИЯ

1. Назовите по международной номенклатуре следующие галогенопроизводные углеводородов:

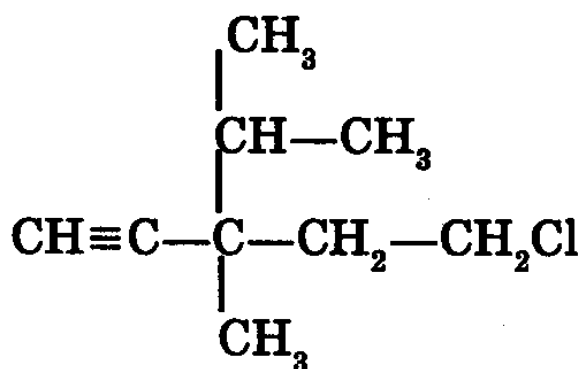
1)



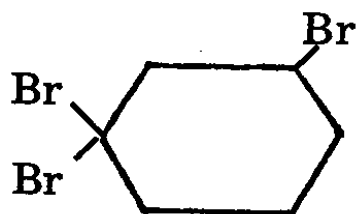
2)



3)



4)



2. Напишите структурные формулы следующих галогенопроизводных:

а) 3-йод-2,5-диметилгексан

б) 2-хлор-3,3,4-триметилгектан

в) 4-хлорпентен-2

г) 1,3,5- трибромбензол

д) 1,2-дихлорциклогексан

3. Напишите структурные формулы изомерных галогенозамещенных ароматического ряда общей формулы  $C_7H_7Cl$  и назовите их.

4. Напишите уравнения реакций бромирования в присутствии катализаторов: а) толуола; б) нитробензола

## Тема 8. СПИРТЫ

### Опыт 1. Растворимость спиртов, отношение их к индикаторам

В три пробирки помещают по 10 капель этилового (41), пропилового (50) и бутилового (51) спирта. Далее в каждую пробирку добавляют по 10-12 капель воды и содержимое пробирок встряхивают. Сделайте вывод о растворимости этих спиртов в воде.

В каждую пробирку добавляют по 1 капле фенолфталеина (52). Обратите внимание, изменяется ли окраска индикатора?

#### Результаты опыта

---

---

---

---

#### Выводы

---

---

---

### Опыт 2. Образование и гидролиз алкоголятов

В сухую пробирку помещают маленький кусочек металлического натрия и добавляют 5-6 капель этилового спирта (41). Наблюдается выделение газообразного водорода. Если натрий прореагировал не полностью, прибавляют 1-2 капли спирта.

Добавив в пробирку 4-5 капель воды и 1 каплю спиртового раствора фенолфталеина (52), наблюдают появление малиновой окраски.

#### Уравнение реакции

## Результаты опыта

---

---

---

---

## Выводы

---

---

---

### Опыт 3. Окисление этилового спирта оксидом меди (II)

В сухую пробирку помещают 6 капель этилового спирта (41). Спираль из медной проволоки нагревают в пламени горелки до появления черного налета оксида меди (II) . Еще горячую, ее опускают в пробирку с этиловым спиртом. При этом черная поверхность спирали тотчас становится золотистой вследствие восстановления оксида меди. Ощущается характерный запах уксусного альдегида (запах яблок).

### Уравнение реакции

## Результаты опыта

---

---

---

---

## **Выводы**

---

---

---

### **Опыт 4. Окисление этилового спирта хромовой смесью**

В пробирку помещают 4-5 капель, этилового спирта (41), добавляют 2-3 капли раствора 2N серной кислоты (33) и 4-5 капель раствора дихромата калия (56). Оранжевый раствор осторожно нагревают над пламенем горелки до начала изменения окраски на синевато – зеленую. Одновременно ощущается характерный запах альдегида.

#### **Уравнение реакции**

#### **Результаты опыта**

---

---

---

---

## **Выводы**

---

---

---

### **Опыт 5. Окисление изоамилового спирта хромовой смесью**

Окисление изоамилового спирта (3-метилбутанол-1) (57) проводят аналогично этиловому (опыт 4). Обратите внимание на сладковатый запах изовалерианового альдегида.

## Результаты опыта

---

---

---

---

## Выводы

---

---

---

### Опыт 6. Окисление этилового спирта перманганатом калия

В пробирку помещают 4-5 капель этилового спирта (41), 4-5 капель раствора перманганата калия (23) и 5-6 капель серной кислоты (33). Осторожно нагревают содержимое пробирки. Розовый раствор обесцвечивается. Ощущается характерный запах ацетальдегида.

### Уравнение реакции

## Результаты опыта

---

---

---

---

## Выводы

---

---

---

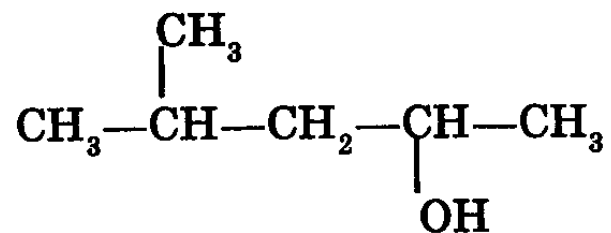
Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

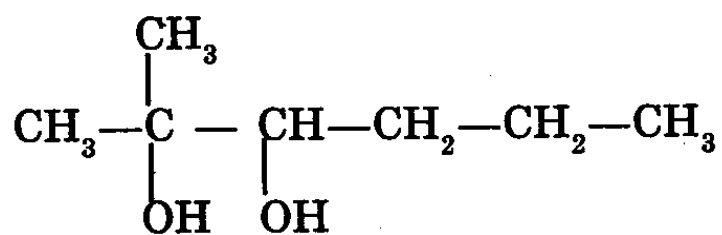
## КОНТРОЛЬНЫЕ УПРАЖНЕНИЯ

1. Назовите по международной номенклатуре следующие соединения:

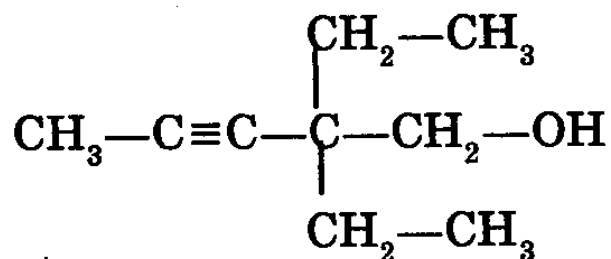
1)



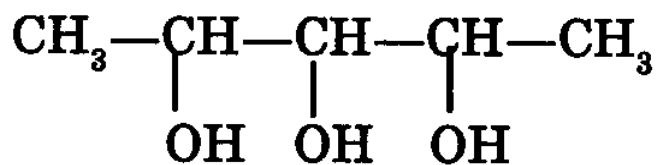
2)



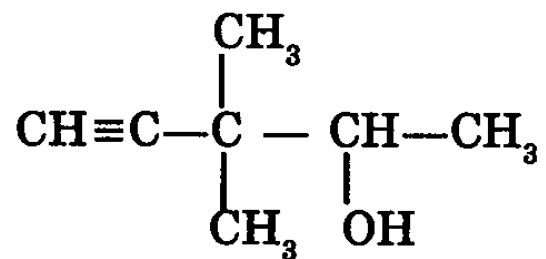
3)



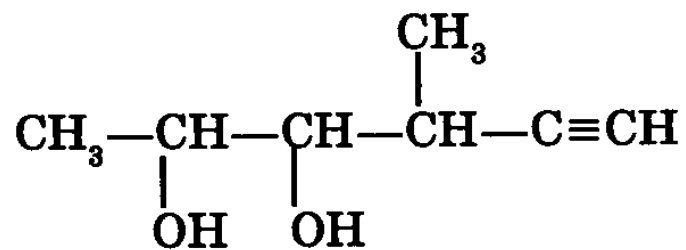
4)



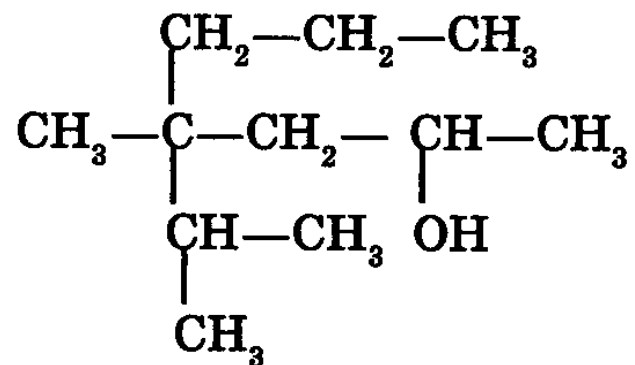
5)



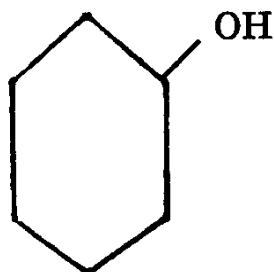
6)



7)



8)



2. Напишите структурные формулы спиртов:

а) 2,3-диметилгексанол-3

б) 2,3,4-триметилпентанол-3

в) 2,5-диметилгексен-3-диол-2,5.

3. Напишите структурные формулы изомерных спиртов состава  $C_6H_{13}OH$  и назовите их по международной номенклатуре. Отметьте, какие из них являются первичными, вторичными, третичными.

4. Напишите уравнения реакции этерификации при взаимодействии следующих соединений и назовите сложные эфиры:

а) бутанола-2 и пропионовой кислоты

б) пентанола-3 и 2-метилбутановой кислоты

в) изопропилового спирта и уксусной кислоты

5. Получите бутанол-2, исходя из следующих соединений:

а) бутен-1

б) 2-бромбутан

6. Составьте уравнения реакций в соответствии со схемой превращений:



## Тема 9. ФЕНОЛЫ

### Опыт 1. Растворение фенола в воде

Помещают в пробирку 1 микрошпатель кристаллического фенола (64), прибавляют 5-6 капель воды и встряхивают. Образуется мутная жидкость – эмульсия фенола, которая при стоянии постепенно расслаивается. Осторожно нагревают содержимое пробирки. Получается однородный раствор. При охлаждении вновь образуется мутная жидкость (сохраните эмульсию для следующего опыта). Сделайте вывод о растворимости фенола в воде в зависимости от температуры.

#### Результаты опыта

---

---

---

---

#### Выводы

---

---

---

### Опыт 2. Получение фенолята натрия

К эмульсии фенола в воде (опыт 1) добавляют 3-4 капли раствора гидроксида натрия (26). Образуется прозрачный раствор фенолята натрия.

#### Уравнение реакции

#### Результаты опыта

---

---

---

---

## **Выводы**

---

---

---

### **Опыт 3. Разложение фенолята натрия соляной кислотой**

К прозрачному раствору фенолята натрия (из опыта 2) добавляют 3-4 капли раствора соляной кислоты (17). Тотчас же выделяется свободный фенол в виде эмульсии.

### **Уравнение реакции**

### **Результаты опыта**

---

---

---

---

## **Выводы**

---

---

---

### **Опыт 4. Цветные реакции фенолов с хлоридом железа (III)**

В пять пробирок помещают по 5-6 капель растворов, соответственно, фенола (66), пирокатехина (67), пирагаллола (68), резорцина (69) и гидрохинона (70). В каждую из пробирок добавляют по 1-2 капли раствора хлорида железа (16). Во всех пробирках, кроме последней, появляется интенсивное окрашивание (укажите какое?). Лишь гидрохинон образует вначале бледно – зеленую окраску, быстро переходящую в желтую.

## Результаты опыта

---

---

---

---

## Выводы

---

---

---

### Опыт 5. Окисление фенола перманганатом калия

В пробирке смешивают 5 капель раствора фенола (66) и 5 капель раствора гидроксида натрия (26). По каплям добавляют водный раствор перманганата калия (23). Наблюдается его обесцвечивание и выделение бурого осадка оксида марганца (IV).

## Уравнение реакции

## Результаты опыта

---

---

---

---

## Выводы

---

---

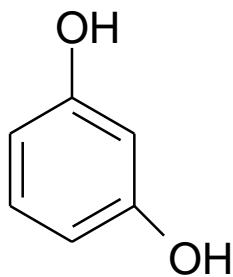
---

Дата \_\_\_\_\_  
Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

## КОНТРОЛЬНЫЕ УПРАЖНЕНИЯ

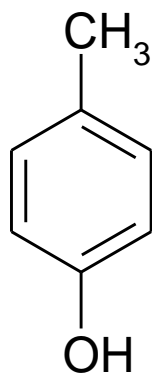
1. Назовите следующие соединения:

1)



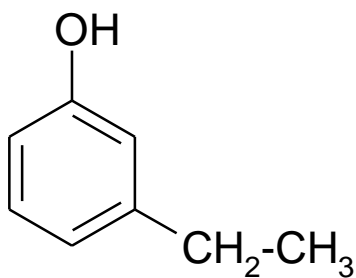
---

2)



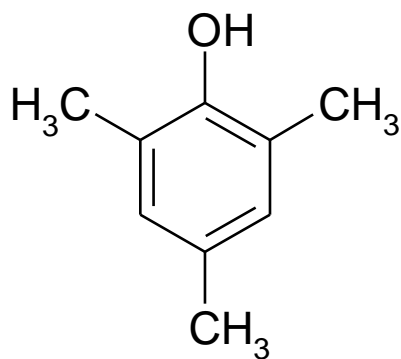
---

3)



---

4)



2. Напишите структурные формулы следующих соединений:

а) *m*-крезол

б) 1,2,4-тригидроксибензол

в) 2,4,5-триметилфенол

3. Напишите структурные формулы всех изомерных ароматических соединений общей формулы  $C_7H_8O$  и назовите их.

4. Напишите уравнения реакций фенола со следующими веществами: едким натром, бромной водой, уксусным ангидридом, азотной кислотой.

## Тема 10. АЛЬДЕГИДЫ

### Опыт 1. Окисление формальдегида аммиачным раствором оксида серебра (реакция «серебряного зеркала»)

В чистую пробирку вносят 4 капли раствора нитрата серебра (43) и прибавляют каплю раствора аммиака (82). Образующийся бурый осадок гидроксида серебра растворяют, добавляя избыток (2-3 капли) раствора аммиака. Затем прибавляют каплю раствора формальдегида (75) и медленно подогревают содержимое пробирки над пламенем горелки. Реакционная смесь бурет и на стенках может выделиться серебро в виде блестящего зеркального налета. Реакция считается положительной также при выпадении серебра в виде черного осадка.

#### Уравнение реакции

#### Результаты опыта

---

---

---

---

#### Выводы

---

---

---

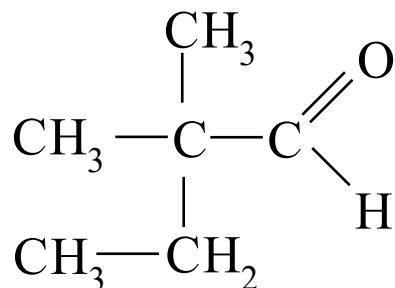
Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

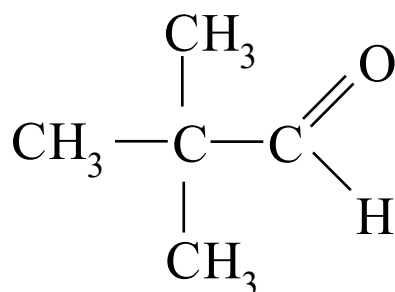
## КОНТРОЛЬНЫЕ УПРАЖНЕНИЯ

1. Назовите по международной номенклатуре следующие соединения:

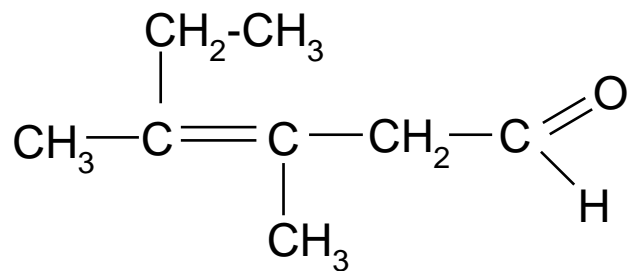
1)



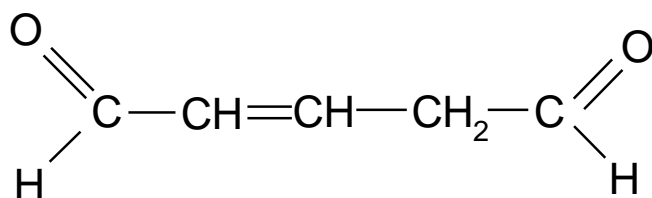
2)



3)



4)



2. Напишите структурные формулы указанных соединений:

а) 2-метилпропаналь

б) 2,3-диметилпентаналь

в) 2,4-диметил-4-изопропилгептаналь

3. Напишите структурные формулы изомерных альдегидов общей формулы  $C_6H_{12}O$ . Назовите их.

4. Напишите уравнения реакций пропионового альдегида со следующими веществами: а) водородом; б) аммиачным раствором оксида серебра. Назовите полученные вещества.

5. Напишите уравнения реакций получения пропионового альдегида следующими способами: а) окислением спирта; б) дегидрированием спирта; в) гидролизом дигалогенопроизводного.

## Тема 11. КЕТОНЫ

### Опыт 1. Открытие ацетона переводом его в йодоформ

К 10 каплям раствора ацетона (76) прибавляют 3 капли раствора йода в йодиде калия (46) и 4-5 капель раствора гидроксида натрия (26). Наблюдается исчезновение окраски йода и выпадение бледно-желтых кристаллов йодоформа.

#### Результаты опыта

---

---

---

---

#### Выводы

---

---

---

### Опыт 2. Цветная реакция на ацетон с нитропруссидом натрия

В пробирку помещают 2 капли раствора нитропрусида натрия  $\text{Na}_2 [\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$  (19), добавляют 5 капель воды и 2 капли ацетона (76). Полученный раствор подщелачивают 5 каплями раствора  $\text{NaOH}$  (26). Что наблюдается при этом?

#### Результаты опыта

---

---

---

#### Выводы

---

---

---

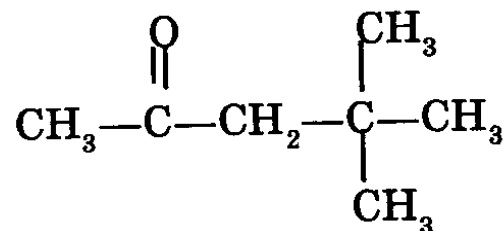
Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

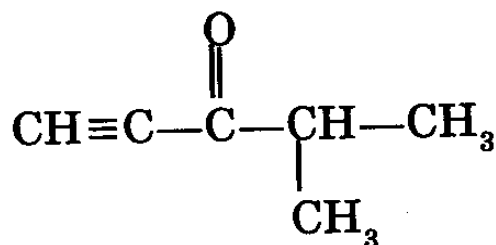
## КОНТРОЛЬНЫЕ УПРАЖНЕНИЯ

1. Назовите по международной номенклатуре следующие соединения:

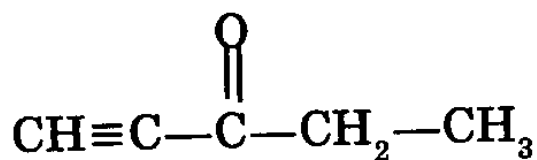
1)



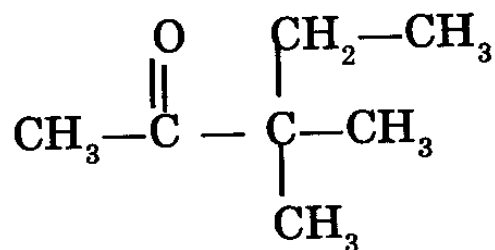
2)



3)



4)



2. Напишите структурные формулы следующих соединений:

а) метилэтилкетон

б) этилизопропилкетон

в) 3,4-диметилгексанон-2

3. Напишите уравнения реакций окисления 3-метилпентанона-2 и 3,3-диметилбутанона-2.

4. Напишите уравнения реакций получения бутанона-2 всеми известными способами.

## Тема 12. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

### Опыт 1. Сравнение силы карбоновых и минеральных кислот

На полоску универсальной индикаторной бумаги наносят по капле растворов уксусной (81) и соляной кислот (17). С помощью шкалы определяют рН этих растворов. Сделайте вывод о силе карбоновых и минеральных кислот.

#### Результаты опыта

---

---

---

---

#### Выводы

---

---

---

### Опыт 2. Получение уксусной кислоты из ее солей

В пробирку помещают 2 микрошпателя ацетата натрия (20) и добавляют 10-12 капель конц. серной кислоты (4). Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой и нагревают смесь в пламени газовой горелки. Выделяющуюся уксусную кислоту определяют по запаху (осторожно!) и по изменению цвета влажной универсальной индикаторной бумаги, поднесенной к отверстию газоотводной трубки.

#### Уравнение реакции

## Результаты опыта

---

---

---

---

## Выводы

---

---

---

### Опыт 3. Получение муравьиной кислоты из хлороформа и ее открытие

В пробирку 1 помещают 4 капли хлороформа (5), затем добавляют 5 капель раствора NaOH (26). Смесь осторожно нагревают в пламени горелки при встряхивании. Образовавшуюся в результате гидролиза хлороформа, муравьиную кислоту обнаруживают реакцией «серебряного зеркала». Для этого готовят аммиачный раствор гидроксида серебра – в пробирку 2 помещают 3 капли раствора AgNO<sub>3</sub> (43) и 2 капли NaOH (26), образовавшийся осадок растворяют, прибавив 4 капли NH<sub>4</sub>OH (82) и 3 капли воды. В пробирку 2 с аммиачным раствором гидроксида серебра добавляют содержимое пробирки 1, смесь подогревают. Что наблюдается при этом?

### Уравнение реакции

## Результаты опыта

---

---

---

---

## **Выводы**

### **Опыт 4. Получение высших жирных кислот из их солей**

В пробирку помещают 10 капель водного раствора мыла (85). Далее добавляют 5 капель серной кислоты (33). Наблюдают выделение в пробирке хлопьев высших жирных кислот.

#### **Уравнение реакции**

#### **Результаты опыта**

## **Выводы**

### **Опыт 5. Разложение салициловой кислоты при нагревании**

В сухую пробирку помещают 2 микрошпателя салициловой кислоты (90). Закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой, конец ее помещают в другую пробирку с баритовой водой. При нагревании салициловой кислоты

выделяется фенол, который обнаруживают по запаху, а также углекислый газ – по помутнению баритовой воды.

### Уравнение реакции

### Результаты опыта

---

---

---

---

### Выводы

---

---

---

---

### Опыт 6. Цветная реакция на фенольный гидроксил салициловой кислоты

В пробирку помещают несколько кристаллов салициловой кислоты (90), добавляют 6 капель воды и 4 капли раствора хлорида железа III (16).

### Результаты опыта

---

---

---

### Выводы

---

---

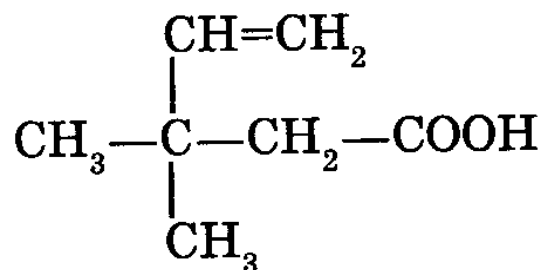
---

Дата \_\_\_\_\_  
Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

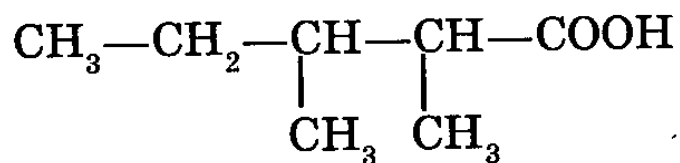
## КОНТРОЛЬНЫЕ УПРАЖНЕНИЯ

1. Назовите по международной номенклатуре следующие соединения:

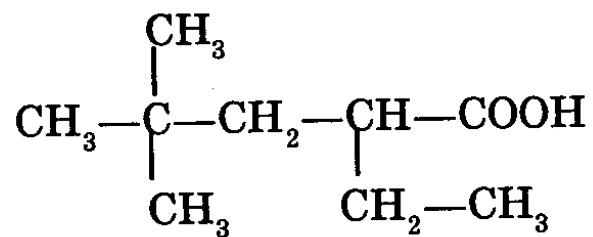
1)



2)



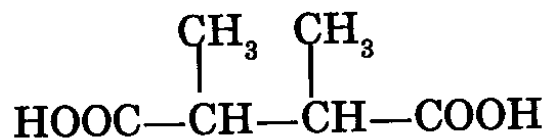
3)



4)



5)



2. Напишите структурные формулы следующих соединений:

3,4-диметилпентановая кислота

3-метилбутен-2-овая кислота

2-метил-4-этилгексановая кислота

3. Напишите структурные формулы изомерных кислот состава  $C_6H_{12}O_2$ . Назовите их.

4. Напишите уравнения реакций уксусной кислоты со следующими веществами:

- а) изопропиловым спиртом;      б) карбонатом магния  
в) оксидом кальция;              г) хлором

5. Напишите уравнения реакций получения пропионовой кислоты.

## Тема 13. ЖИРЫ.

### Опыт 1. Омыление жира водным раствором щелочи

В небольшую фарфоровую чашку наливают  $\approx 1$  мл касторового масла и 15 капель раствора гидроксида натрия (26). Стеклой палочкой размешивают смесь, затем ставят чашку на кольцо с асбестовой сеткой и нагревают на пламени горелки при перемешивании. Выпаривание продолжают до тех пор, пока реакционная масса не начнет приставать к палочке, а затем застывать в виде твердого белого мыла. Мыла – это щелочные соли высших карбоновых кислот.

#### Результаты опыта

---

---

---

---

#### Выводы

---

---

---

---

### Опыт 2. Окисление растительного масла перманганатом калия

В пробирку помещают 3 капли растительного масла (48), 2 капли раствора карбоната натрия (89) и 2 капли раствора перманганата калия (23). Встряхивают содержимое пробирки. Малиновая окраска перманганата калия исчезает. Объясните происходящее явление.

#### Результаты опыта

---

---

---

## **Выводы**

### **Опыт 3. Выделение свободных жирных кислот из мыла**

В пробирку помещают 5 капель раствора мыла (85), добавляют 3 капли раствора серной кислоты (33). Выпадает белый хлопьевидный маслянистый осадок свободных жирных кислот.

#### **Результаты опыта**

## **Выводы**

### **Опыт 4. Доказательство наличия непредельных кислот в составе мыла.**

В пробирку с 5 каплями раствора мыла (85) добавляют 3 капли раствора перманганата калия (23). Энергично встряхивают – малиновая окраска перманганата исчезает. Объясните почему?

#### **Результаты опыта**

## Выводы

---

---

---

---

### Опыт 5. Образование нерастворимых солей жирных кислот

В каждую из двух пробирок помещают по 3 капли раствора мыла (85). Затем в одну добавляют, 1 каплю раствора хлорида кальция (95), в другую – 1 каплю раствора ацетата свинца (18). При встряхивании наблюдается выпадение белого осадка в обеих пробирках. Напишите уравнения химических реакций образования нерастворимых солей жирных кислот.

#### Уравнение реакции

#### Результаты опыта

---

---

---

---

## Выводы

---

---

---

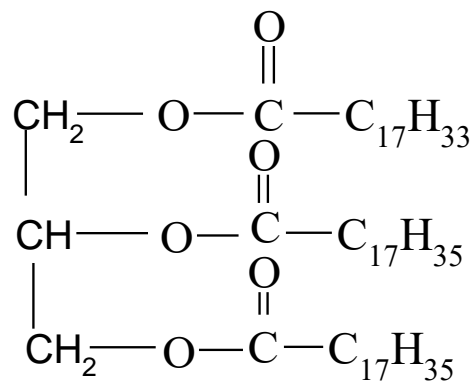
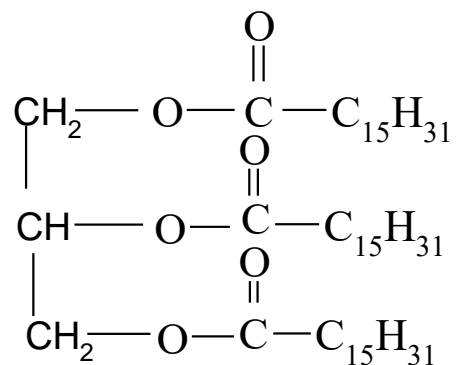
---

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

## КОНТРОЛЬНЫЕ УПРАЖНЕНИЯ

1. Дайте названия следующим соединениям



2. Напишите уравнения реакций синтеза жиров из:

а) пальмитиновой кислоты и глицерина

б) линоленовой кислоты и глицерина. Назовите полученные жиры.

3. Напишите уравнения гидролиза следующих жиров:

а) диолеостеарина

б) трипальмитина

в) трилинолена

4. Составьте уравнения реакций в соответствии со схемой превращений:

**трипальмитин → глицерин → триолеин → тристеарин → стеарат калия**

## Тема 14. УГЛЕВОДЫ. МОНОСАХАРИДЫ

### Опыт 1. Окисление глюкозы аммиачным раствором оксида серебра (реакция «серебряного зеркала»)

В пробирку помещают 8-10 капель раствора глюкозы (11) и приливают 8-10 капель аммиачного раствора оксида серебра (30). Полученную смесь осторожно подогревают над пламенем горелки до начала почернения раствора. Далее реакция идет без нагревания и металлическое серебро выделяется на стенках пробирки в виде блестящего зеркального налета. В присутствии щелочей или в случае загрязненной поверхности стекла в пробирке серебро выделяется в виде черного осадка, что также является положительным результатом реакции «серебряного зеркала».

#### Результаты опыта

---

---

---

---

#### Выводы

---

---

---

---

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

## КОНТРОЛЬНЫЕ УПРАЖНЕНИЯ

1. Напишите проекционные формулы следующих моносахаридов:

а) D- и L-глюкозы

б) D- и L-фруктозы

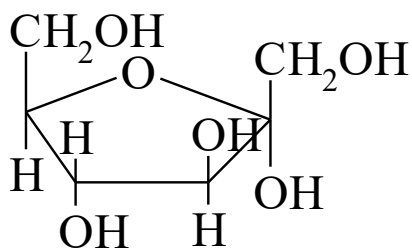
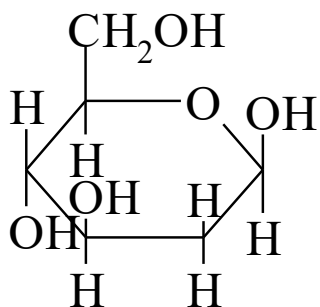
2. Напишите формулы Фишера и Хеуорса для следующих моносахаридов:

а)  $\beta$ -D-маннопираноза

б)  $\alpha$ -D-галактопираноза

в)  $\alpha$ -D-фруктофураноза

3. Назовите следующие соединения



4. Напишите уравнения реакций глюкозы со следующими веществами: водородом, гидроксидом меди, аммиачным раствором оксида серебра.

## Тема 15. ДИСАХАРИДЫ

### Опыт 1. Обнаружение сахарозы

К 5-6 каплям раствора сахарозы (98) прибавляют 5-6 капель раствора гидроксида натрия (26) и 1 каплю сернокислого кобальта (97). Кобальт в этих условиях дает с сахарозой комплекс фиолетового цвета. Проведите аналогичный опыт с раствором сульфата никеля (100). Каков цвет раствора в этом случае?

### Результаты опыта

---

---

---

---

### Выводы

---

---

---

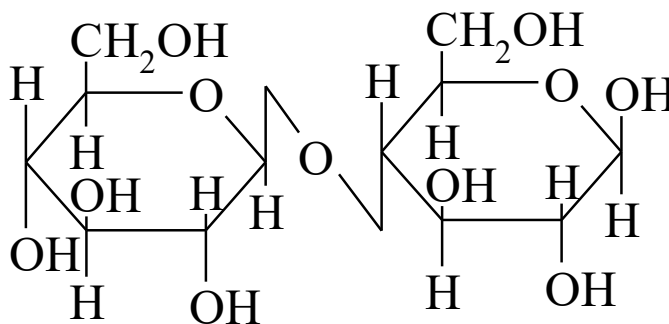
---

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

## КОНТРОЛЬНЫЕ УПРАЖНЕНИЯ

1. Назовите соединение



---

2. Приведите схему образования следующих дисахаридов:

а) мальтозы

б) целлобиозы

в) ЛАКТОЗЫ

г) САХАРОЗЫ

## Тема 16. ПОЛИСАХАРИДЫ

### Опыт 1. Цветная реакция на крахмал

1 каплю раствора йода (46) разбавляют примерно 2 мл воды. В пробирку помещают 5 капель крахмального клейстера (101) и 1 каплю полученного сильно разбавленного раствора йода. Раствор окрашивается в синий цвет, вследствие образования комплексных соединений. При нагревании раствор обесцвечивается, но при охлаждении окраска восстанавливается.

### Результаты опыта

---

---

---

---

### Выводы

---

---

---

---

### Опыт 2. Кислотный гидролиз крахмала

В фарфоровую чашку наливают примерно 2-3 мл крахмального клейстера (101), добавляют 2 мл раствора серной кислоты (33) и при перемешивании нагревают на электроплитке. Через каждую минуту отбирают с помощью пипетки по 2-3 капли данного раствора и прибавляют к нему 1 каплю сильно разбавленного раствора йода. При этом окраска меняется от синей до светло-желтой (цвет йодной воды), т.е. гидролиз крахмала протекает ступенчато.

## Результаты опыта

---

---

---

---

## Выводы

---

---

---

---

### Опыт 3. Ферментативный гидролиз крахмала

В пробирку помещают 5 капель крахмального клейстера (101), добавляют такой же объем собственной слюны и стеклянной палочкой перемешивают смесь в течение двух минут. Каплю раствора наносят на предметное стекло и прибавляют каплю разбавленного раствора йода. Опыт закончен, если не появляется синее окрашивание. Гидролиз произошел за счет фермента слюны – амилазы. В отличие от кислотного ферментативный гидролиз идет до стадии образования мальтозы.

## Результаты опыта

---

---

---

---

## Выводы

---

---

---

---

#### **Опыт 4. Кислотный гидролиз целлюлозы**

В пробирку помещают 3 капли воды и добавляют 5 капель концентрированной серной кислоты (4). Разогревшуюся смесь охлаждают до комнатной температуры и помещают в нее с помощью стеклянной палочки маленький кусочек фильтровальной бумаги, свернутый жгутом. При перемешивании волокна клетчатки постепенно растворяются, образуя бесцветный густой раствор. Каплю его, приставшую к палочке, переносят в другую пробирку с холодной водой – выделяются хлопья нерастворимых в воде продуктов частичного гидролиза целлюлозы. Остальную часть реакционной массы в пробирке нагревают несколько минут на кипящей водяной бане до появления светло-коричневой окраски, после чего охлаждают и выливают в 5-7 – кратный объем воды. В этом случае хлопья уже не выпадают, т.е. гидролиз произошёл более полно.

#### **Результаты опыта**

---

---

---

#### **Выводы**

---

---

---

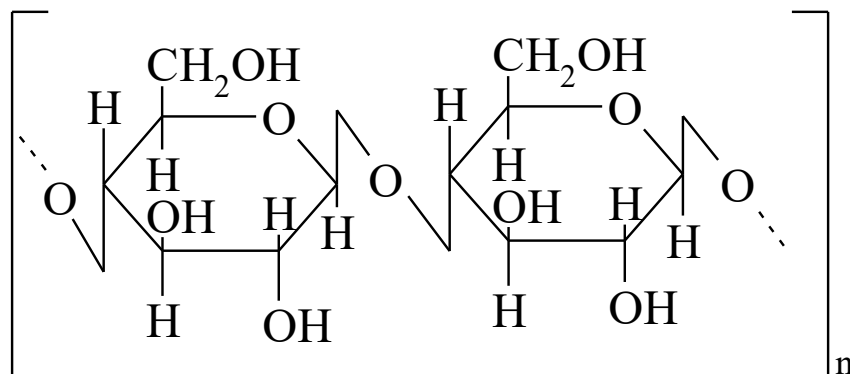
---

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

## КОНТРОЛЬНЫЕ УПРАЖНЕНИЯ

1. Назовите соединение



2. Составьте схемы образования фрагментов молекул следующих полисахаридов, используя формулы Хеуорса:

а) амилазы

б) целлюлозы

2. Составьте схему реакции получения триацетата целлюлозы.

## Тема 17. АМИНЫ. АМИДЫ

### Опыт 1. Образование солей ароматических аминов

а) Образование и разложение солей анилина.

К 3-4 каплям анилина (105) в пробирке добавляют 8 капель дистиллированной воды. Смесь взболтайте. Эмульсию анилина разделяют на две части. В одну пробирку добавляют 3-4 капли раствора соляной кислоты (17) и при этом наблюдают, что постепенно эмульсия превращается в однородную жидкость.

Ко второй части эмульсии анилина прибавляют 3-4 капли раствора серной кислоты (33). При встряхивании выпадает кристаллический осадок трудно растворимой в воде соли анилина.

#### Результаты опыта

---

---

---

#### Выводы

---

---

---

---

б) Образование и разложение солей дифениламина

В пробирку помещают 1-2 микрошпателя дифениламина (62), добавляют 5-7 капель этилового спирта (41). К спиртовому раствору дифениламина затем прибавляют по каплям дистиллированную воду до появления белой мути от выделяющегося осадка дифениламина. При добавлении 4-5 капель раствора соляной кислоты осадок растворяется. Сделайте вывод о растворимости аминов и их солей в воде.

#### Результаты опыта

---

---

---

## **Выводы**

### **Опыт 2. Конденсация анилина с формальдегидом**

Помещают в пробирку 2-3 капли анилина (107) и добавляют 10 капель дистиллированной воды. При встряхивании прибавляют к эмульсии 5-6 капель формалина (75) и наблюдают образование белого осадка полимера.

#### **Результаты опыта**

## **Выводы**

### **Опыт 3. Окисление анилина**

В пробирку помещают 3 капли анилина (105) и 4-5 капель дистиллированной воды. К эмульсии добавляют 4-5 капель раствора двуххромовокислого калия (56) и 3-4 капли серной кислоты (33). Смесь нагревают в пламени газовой горелки. Что наблюдается при этом?

#### **Результаты опыта**

## **Выводы**

#### **Опыт 4. Растворимость мочевины и ее солей в воде**

В пробирку помещают 1 микрошпатель мочевины (107) и добавляют 8-10 капель воды. Сделайте вывод о растворимости мочевины в воде. Для определения значения рН полученного раствора в пробирку опускают полоску универсальной индикаторной бумаги. Какими свойствами обладает раствор мочевины?

К раствору мочевины добавляют 2-3 капли концентрированной азотной кислоты (27). Через несколько минут наблюдают выделение хорошо выраженных кристаллов нитрата мочевины, трудно растворимых в воде.

#### **Результаты опыта**

---

---

---

#### **Выводы**

---

---

---

---

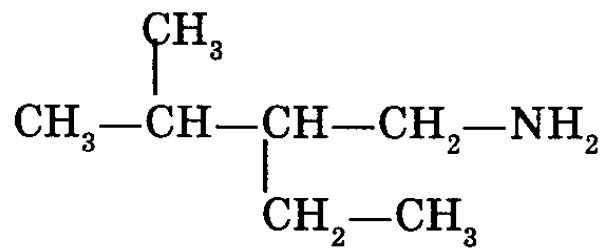
Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

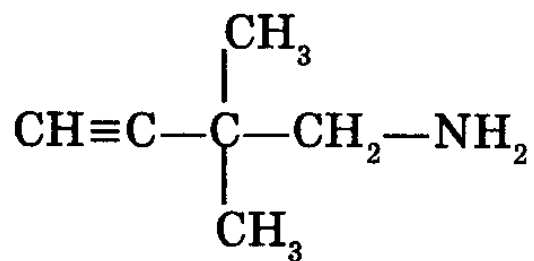
## КОНТРОЛЬНЫЕ УПРАЖНЕНИЯ

1. Назовите амины по международной номенклатуре:

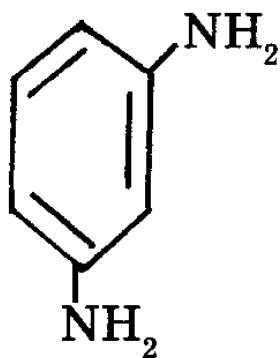
1)



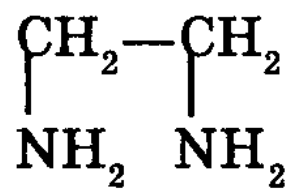
2)



3)



4)



2. Напишите структурные формулы следующих аминов:

1) метилэтиламин

2) этилизопропиламин

3) метилэтилпропиламин

3. Напишите структурные формулы всех изомерных ароматических аминов состава  $C_7H_9N$  и назовите их.

4. Из бензола получите 2,4,6-триброманилин и *n*-нитроанилин. Напишите уравнения реакций.

5. Напишите уравнения реакций взаимодействия этиламина со следующими веществами: а) соляная кислота, б) азотистая кислота, в) вода. Назовите полученные вещества.

6. Напишите уравнения реакций получения пропиламина всеми известными способами.

## Тема 18. АМИНОКИСЛОТЫ

### Опыт 1. Отношение глицина к индикатору

Каплю раствора глицина (108) наносят на полоску универсальной индикаторной бумажки. Определите значение рН этого раствора и объясните результаты опыта.

#### Результаты опыта

---

---

---

#### Выводы

---

---

---

---

### Опыт 2. Действие формальдегида на аминокислоты

В пробирку помещают 3 капли раствора формалина (75), добавляют 2 капли раствора индикатора метилового красного (109). Наблюдается красное окрашивание. В пробирку прибавляют NaOH (26) до тех пор, пока раствор приобретет желтый цвет (нейтральная реакция). К полученному раствору добавляют 2-3 капли глицина (108). Наблюдают появление красного окрашивания, свидетельствующее об образовании метиленаминокислоты.

#### Результаты опыта

---

---

---

#### Выводы

---

---

### **Опыт 3. Реакция аминокислот с азотистой кислотой**

Помещают в пробирку 3-4 капли раствора глицина (108) и добавляют 2-3 капли концентрированной соляной кислоты (42) и 4-5 капель раствора нитрита натрия (53). При встряхивании содержимого пробирки наблюдают выделение газообразного азота.

#### **Результаты опыта**

---

---

---

#### **Выводы**

---

---

---

---

### **Опыт 4. Реакция $\alpha$ -аминокислот с нингидрином**

К 2-3 каплям раствора глицина (108) в пробирке добавляют 1-2 капли раствора нингидрина (110). Наблюдают через некоторое время появление фиолетовой окраски.

#### **Результаты опыта**

---

---

---

#### **Выводы**

---

---

---

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

## КОНТРОЛЬНЫЕ УПРАЖНЕНИЯ

1. Напишите структурные формулы аминокислот:

а)  $\alpha$  -аминопропионовая кислота

б)  $\alpha$  -аминоизомасляная кислота

в) аспарагиновая кислота.

2. Напишите структурные формулы изомерных аминокислот состава  $C_4H_9N$ . Назовите их.

3. Как исходя из уксусного альдегида получить  $\beta$  – аминокислоту? Напишите уравнения реакций.

4. Напишите уравнения реакций лейцина со следующими веществами: а) аммиак; б) гидроксид натрия; в) пятихлористый фосфор. Назовите полученные вещества.

5. Что такое пептидная связь? Напишите схему образования дипептида из глицина и аланина.

## Тема 19. БЕЛКИ

### Опыт 1. Обнаружение в молекулах белков пептидных связей (биуретовая реакция)

В пробирку помещают 3-4 капли раствора белка (117), добавляют 2-3 капли  $\text{CuSO}_4$  (58) и затем 4 капли раствора  $\text{NaOH}$  (26). Наблюдают красно-фиолетовое окрашивание.

#### Результаты опыта

---

---

---

#### Выводы

---

---

---

---

### Опыт 2. Нингидриновая реакция

К 3-4 каплям раствора белка (115) добавляют 2-3 капли раствора нингидрина (110). Пробирку осторожно нагревают в пламени газовой горелки. Наблюдают образование фиолетового окрашивания.

#### Результаты опыта

---

---

---

#### Выводы

---

---

---

---

### **Опыт 3. Ксантопротеиновая реакция**

К 3-5 каплям раствора белка (115) добавляют 2-3 капли концентрированной  $\text{HNO}_3$  (27). При этом наблюдается появление белого осадка денатурированного белка. При нагревании раствор и осадок окрашиваются в желтый цвет. Объясните результаты опыта.

#### **Результаты опыта**

---

---

---

#### **Выводы**

---

---

---

---

### **Опыт 4. Нитропруссидная реакция на белок**

В пробирку помещают 8-10 капель раствора белка (115) и добавляют столько же капель насыщенного раствора сульфата аммония (116) и 1 каплю раствора нитропрусида натрия (19). Затем раствор подщелачивают 5-8 каплями раствора аммиака(82). При наличии в белке остатков молекул аминокислоты цистеина развивается пурпурное окрашивание.

#### **Результаты опыта**

---

---

---

## **Выводы**

---

---

---

---

### **Опыт 5. Обратимое осаждение (высаливание)**

К 10 каплям раствора белка (115) добавляют немного кристаллического  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (117) до образования осадка. При разбавлении водой осадок растворяется.

#### **Результаты опыта**

---

---

---

## **Выводы**

---

---

---

---

### **Опыт 6. Реакция осаждения белков**

В четыре пробирки помещают по 10 капель раствора белка (115) и добавляют по 8 капель в одну раствора уксуснокислого свинца (18), во вторую – раствора соляной кислоты (17), в третью – раствора фенола (66), в четвертую – формалина (75). Наблюдается выпадение осадков белка.

#### **Результаты опыта**

---

---

---

## **Выводы**

---

---

---

---

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) основная литература:

1. ЭБ "Труды ученых СтГАУ" Курс лекций по органической химии [электронный полный текст] : учеб. пособие для бакалавров направлений: 110400.62 - Агрономия, 111900.62 - Ветеринарно-санитарная экспертиза, 260200.62 - Продукты питания животного происхождения, 260100.62 - Продукты питания из растит. сырья, 111100.62 - Зоотехния, 260100.62 - Технология продуктов питания и специалистов 111801.65 - Ветеринария ( Вет. фармация) / А. Н. Шипуля [и др.] ; А. Н. Шипуля, Ю. А. Безгина, Е. В. Волосова, Е. В. Пашкова ; СтГАУ. - Ставрополь : Параграф, 2014. - 3,45 МБ.
2. ЭБС «Znanium»: Органическая химия. Основной курс.: Учебник / А.Э. Щербина, Л.Г. Матусевич; Под ред. А.Э. Щербины. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 808 с.: ил.; 70x100 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат).
3. ЭБС "Лань": Шабаров Ю. С. Органическая химия [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2011. - 848 с.
4. Шабаров, Ю. С. Органическая химия : учебник / Ю. С. Шабаров. - 5-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2011. - 848 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1069-9

### б) дополнительная литература:

1. ЭБС "Лань": Артеменко, А.И. Органическая химия для нехимических направлений подготовки [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2013. — 608 с.
2. ЭБС «Znanium»: Органическая химия. Краткий курс: Учебное пособие/Иванов В. Г., Гева О. Н. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. -256 с.
3. Артеменко, А. И. Органическая химия : учеб. пособие для нехимич. специальностей вузов. - М. : Высш. шк., 2003. - 605 с. - (Гр.).
4. Иванов, В. Г. Органическая химия : учеб. пособие для студентов вузов по специальности 032400 "Биология". - 3-е изд., испр. - М. : Академия, 2006. - 624 с. - (Высшее профессиональное образование. Гр. УМО). - Нац. проект. - ISBN 5-7695-3029-4
5. Брыкалов, А. В. Лабораторный практикум по органической химии : учеб. пособие для вузов. - 2-е изд. - Ставрополь : АГРУС, 2004. - 136с. - (Гр.). - ISBN 5-9596-0038-2
6. Изомерия органических соединений : учеб. пособие / И. В. Боровлев, А. В. Брыкалов, А. Н. Шипуля, Е. В. Плющ ; СГУ ; СтГАУ. - Ставрополь : СтГАУ, 2005. - 112 с.
7. ЭБС «Лань»: Успехи в химии и химической технологии (периодическое издание).
8. ЭБС «Лань»: Вопросы естествознания (периодическое издание).

## ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ РЕФЕРАТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

1. Классификация органических соединений.
2. Номенклатура органических соединений.
3. Основы стереохимии органических соединений.
4. Бензол. Особенности строения бензола.
5. Полиядерные ароматические углеводороды.
6. Химические свойства и методы получения галогенопроизводных углеводов. Применение в сельском хозяйстве.
7. Гербициды на основе ароматических соединений. Использование в сельском хозяйстве.
8. Реакции окисления и полимеризации алкенов. Использование продуктов полимеризации в сельском хозяйстве.
9. Фенолы. Способы получения фенолов. Экологические проблемы загрязнения фенолами воды.
10. Производные карбоновых кислот (амиды, ангидриды, хлорангидриды), реакции их получения. Использование мочевины в сельском хозяйстве.
11. Сложные эфиры на основе глицерина. Биологическая роль, особенности физических и химических свойств жиров и масел.
12. Биологически важные пентозы. Природные источники, строение, свойства.
13. Незаменимые аминокислоты. Строение, свойства, биологическая роль.
14. Явление изомерии в органической химии. Типы изомерии органических соединений.
15. Алканы. Природные источники алканов. Природный газ.
16. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений (на примере соединений различных классов).
17. Реакции полимеризации и поликонденсации альдегидов. Практическое применение альдегидов.
18. Ацетилен: свойства, получение, применение.
19. Резорцин: свойства, получение, применение.
20. Толуол: свойства, получение, применение.
21. Глицерин, его получение, свойства, применение.
22. Великий ученый Бутлеров А.М.
23. Белки – биологические полимеры. Биологическая роль белков.
24. Формальдегид, его получение, свойства, применение.
25. Классификация органических реакций и реагентов.
26. Одноатомные спирты: свойства, получение, применение.
27. Крахмал: свойства, получение, применение.

## ОФОРМЛЕНИЕ РЕФЕРАТА

Слово «реферат» в переводе с латинского буквально означает «пусть он доложит». Реферат представляет собой краткую запись идей, содержащихся в одном или нескольких источниках.

**Цель** разработки рефератов:

- углубить, систематизировать и закрепить теоретические знания;
- получить навыки самостоятельной обработки, анализа и обобщения материала;
- научиться кратко и систематизированно излагать материал.

Реферат должен быть самостоятельной работой студента, а не распечаткой готовых текстов.

### ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РЕФЕРАТОВ

Реферат является научной работой, поскольку содержит в себе элементы научного исследования. В связи с этим к реферату должны предъявляться требования по оформлению, как к научной работе. Правила оформления научных работ являются общими для всех отраслей знаний и регламентируются государственными стандартами, в частности ГОСТом.

Для рефератов необходимо выполнять следующие требования: общие требования, правила цитирования, правильное оформление ссылок, библиографического списка, правила сокращения и использования числительных. Очень полезно запомнить данные правила сразу, чтобы впоследствии не уделять этому много времени.

### ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА

#### 1. Структура реферата

При оформлении текста реферата следует учитывать, что открывается работа титульным листом.

➤ **Титульный лист** – 1 стр.

Титульный лист реферата кроме названия реферата должен содержать сведения об учреждении образования, факультете, кафедре и дисциплине, по которой выполнен реферат. На титульном листе указывают фамилию, курс, группу исполнителя, фамилию преподавателя дисциплины, а также место и год выполнения работы (см. **Образец оформления титульного листа реферата**).

➤ **Оглавление** (содержание работы) – 1 стр.

➤ **Введение** – 1,5-2 стр.

Формируются цели и задачи работы, обосновываются актуальность и практическая значимость темы.

➤ **Основная часть** – 10-12 стр.

Основная часть представляет собой изложение существа работы. Она состоит из нескольких разделов, связанных между собой. Переход от одного раз-

дела к другому должен быть логически обоснован. Заканчиваться каждый раздел должен краткими и четкими выводами (самостоятельными).

Реферат содержит два, три и более раздела по основному вопросу выбранной темы. Каждый раздел начинается с заголовка, указанного в содержании с порядковым номером раздела.

➤ **Заключение** – 1-2 стр.

В нем содержатся основные результаты и выводы, сделанные на их основе, формулируются предложения или рекомендации.

➤ **Список литературы** – 1-2 стр. (см. Оформление библиографического списка).

## **2. Общие требования**

Объем реферата 15-16 страниц.

Межстрочный интервал – 1,5.

Шрифт – TimesNewRoman, 14.

Поля: левое – 3, верхнее – 2, правое – 1,5, нижнее – 2.

Абзац отступления – 1,27 см.

## **3. Рубрикация и нумерация страниц**

Реферативная работа состоит из разделов. Они могут разделяться на подразделы и пункты.

Введение, заключение и литература не нумеруются.

Разделы основной части нумеруются арабскими цифрами (1.).

Подразделы следует нумеровать арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и номера подраздела, разделенных точкой (1.1.).

Заголовки разделов начинаются на отдельной строке прописными буквами, например: ВВЕДЕНИЕ.

Заголовки подразделов строчными буквами (кроме первой прописной). В конце заголовка точку не ставят. Подчеркивание и переносы в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух или более предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно одному интервалу. Заголовок не должен быть последней строкой на странице.

Для акцентирования внимания на определениях, терминах, важных особенностях желательно использовать компьютерные возможности, применяя шрифты разной гарнитуры, а также выделения. Не следует при этом загромождать текст выделениями.

Каждая структурная часть реферата (введение, основная часть, заключение и т.д.) начинается с новой страницы. Расстояние между главой и следующей за ней текстом, а также между главой и параграфом составляет 2 интервала.

Нумерация страниц реферата дается арабскими цифрами в нарастающем порядке. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц, но номер страницы на нём не проставляют.

На следующей странице после титульного листа, которая нумеруется номером 2, помещается оглавление с указанием основных структурных единиц реферата: глава (раздел); подраздел; пункт; подпункт, с точным названием каждой главы и указанием начальных страниц.

Если имеются рисунки и таблицы, которые располагаются на отдельных страницах, их необходимо включать в общую нумерацию. Приложения и библиографический список также включаются в сквозную нумерацию.

#### **4. Оформление таблиц**

Часто в реферате авторы приводят цифровые данные по литературным источникам или свои собственные, полученные эмпирическим способом. Такой материал необходимо оформлять в виде таблиц.

Каждая таблица должна иметь порядковый номер и краткий четкий заголовок (при наличии в работе лишь одной, слово «Таблица» и ее номер не ставится). Нумерация таблиц последовательная, арабскими цифрами. Слева над таблицей (на уровне «красной строки») помещают надпись: «Таблица...» с указанием порядкового номера и через дефис – заголовка таблицы. На все таблицы должна быть ссылка в тексте, при этом по тексту пишется: «в табл. 4...».

Если в реферате даётся одна иллюстрация, одна таблица, следует при ссылках писать «в таблице», т.е. без нумерации и сокращения.

Все слова в таблице пишутся полностью, кроме принятых сокращений.

#### **5. Иллюстрации**

Иллюстрации (графики, схемы, чертежи, диаграммы и т.п.) следует располагать в реферате после текста, в котором они упоминаются впервые или на следующей странице. На все иллюстрации должны даваться ссылки в реферате. Каждый чертёж, график, схема и т.п. должны иметь название. Номер иллюстрации должен состоять из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например: Рисунок 1.2. (второй рисунок первого раздела). Далее через дефис с заглавной буквы указывается название рисунка. Если в работе одна иллюстрация, то ее не нумеруют.

Иллюстрации, должны быть достаточно контрастными и дополнять текст реферата.

#### **6. Ссылки на источники**

При написании реферата необходимо давать ссылки на источники, материалы или отдельные результаты которых приводятся в реферате. В том месте, где используется материал источника необходимо в квадратных скобках указать номер источника в списке, а для источников с большим количеством страниц необходимо указать также и номер страницы. Например, [2] или [5, с. 53]. Цитируемый материал необходимо заключать в кавычки.

#### **7. Оформление библиографического списка**

Библиографический список начинается с официально-документальных материалов. Нумерация источников сплошная.

Сведения об отечественной литературе располагаются строго в алфавитном порядке авторов книг, статей в журналах и сборниках научных трудов, а если автор отсутствует, то заглавия книг, сборников и т.д.

Перечень иностранной литературы дается в порядке латинского алфавита. Для Internet-источника необходимо привести постоянный адрес. Библиографическое описание литературы ведется согласно ГОСТу.

## **ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО СПИСКА**

### **Официальные материалы**

Российская Федерация. Конституция (1993). Конституция Российской Федерации : офиц. текст. – М.: Маркетинг, 2001. – 39 с.

Российская Федерация. Законы. О землеустройстве : федер. закон от 18 июня 2001 г. № 78-ФЗ // Рос.газ. – 2001. – 23 июня. – С. 3.

### **Стандарты**

ГОСТ Р 517721-2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования. - Введ. 2002-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 2001. – 27 с.

ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести./ <http://gostexpert.ru/gost/gost-12038-84>.

### **Патентные документы**

Патент 2257712, Российская Федерация, А01N61/00. Способ получения регулятора роста растений / Брыкалов А.В., Романенко Е.С., заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет» . - № 2004108515/15, заявл. 22.03.2004; опубл. 10.08.2005.

### **Статьи из сборников**

Абрамов, Г.А. Виноград на песках / Г.А. Абрамов, В.И. Резвякова // Науч. тр. / Ставроп. СХИ. – 1982. – Вып. 45, т. 2. – С. 79-81.

Окрут, С.В. Мониторинг прудовых экосистем при рыбохозяйственной деятельности в аридных зонах / С.В. Окрут // Проблемы экологии и защиты растений в сельском хозяйстве: материалы 71-ой научно-практической конференции (Ставрополь 3-6 апреля 2007 г.) / СтГАУ. – Ставрополь: Изд-во «АГРУС», 2007. – С. 128-131.

### **Статьи из журналов**

#### ***С 1-м автором***

Доценко, К.А. Влияние антропогенного фактора на почвенную альгофлору Северского района Краснодарского края / К.А. Доценко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2009.- №2. – С 124-126.

#### ***С 2-мя авторами***

Соколов Я.В. Управленческий учет: как его понимать / Я.В. Соколов, М.Л. Пятов // Бух. Учет. – 2003. - № 7. – С. 53-55.

#### ***С 3-мя авторами***

Хицков, И. Интегрированные связи в агропромышленном производстве / И. Хицков, Н. Мытина, Е. Фомина // АПК: экономика, управление. – 2003. - № 9. – С. 9-17.

#### ***С 4-мя и более авторами***

Микроудобрения и их эффективность / Л.М. Онищенко, Х.Д. Хурум, А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2009.- №2. – С 124-126.

#### **Главы из книг**

Методы и приемы ускоренного чтения // Ускоренное конспектирование и чтение / Э.В. Минько, А.Э. Минько. – М.; СПб; Н. Новгород [и др.], 2003. – С. 74-122.

#### **Книги**

Агафонова, Н.Н. Гражданское право: учеб.пособие для вузов / Н.Н. Агафонова, Т.В. Богачева, Л.И. Глушкова; под общ. Ред. А.Г. Калпина; М-во общ.и проф. образования РФ, Моск. гос. юр. акад. – Изд. 2-е, перераб. и доп.- М.: Юрист, 2002. – 542 с.

Закшевская, Е.В. Функционирование и развитие агропродовольственного рынка: теория, методология, практика: автореф. дис. ... д-ра экон. наук / Закшевская Елена Васильевна. – Воронеж, 2004. – 50 с.

Допускается оформление реферата в рукописном виде с соблюдением основных правил оформления, приведенных выше.

Оформленный реферат должен быть сброшюрован.

В конце реферата ставится дата окончания работы и подпись.

## Образец оформления титульного листа реферата

**ФГБОУ ВО «СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра химии и защиты растений**

### **РЕФЕРАТ**

Дисциплина: \_\_\_\_\_

Тема: \_\_\_\_\_

**Выполнил:**  
студент факультета агробиологии и  
земельных ресурсов,  
1 курса, 1 группы,  
направление 35.03.04 Агрономия  
Иванов В.В.

**Проверил:**  
к.х.н., доцент Шипуля А.Н.

Ставрополь, 2020

**РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ  
ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

1. Предмет органической химии. Причины выделения её в самостоятельную науку. Связь органической химии с биологией и сельским хозяйством.
2. Основные положения теории химического строения органических соединений А.М. Бутлерова.
3. Виды и типы изомерии органических соединений.
4. Типы органических реакций.
5. Классификация органических веществ.
6. Углеводороды, их классификация.
7. Гомологический ряд, номенклатура и изомерия алканов.
8. Методы получения предельных углеводородов. Получение и применение метана.
9. Физические и химические свойства алканов.
10. Номенклатура и изомерия алкенов.
11. Методы получения этиленовых углеводородов. Правило Зайцева.
12. Химические свойства алкенов. Правило Марковникова.
13. Номенклатура и изомерия алкинов.
14. Методы получения ацетиленовых углеводородов. Ацетилен, его получение и применение.
15. Химические свойства алкинов. Реакция Кучерова.
16. Электронное строение молекулы бензола. Ароматичность. Правило Хюккеля.
17. Номенклатура и изомерия ароматических углеводородов.
18. Классификация и получение ароматических углеводородов.
19. Физические и химические свойства ароматических углеводородов.
20. Номенклатура и изомерия спиртов.
21. Классификация и методы получения спиртов.
22. Физические и химические свойства спиртов. Области применения.
23. Двухатомные спирты, их получение и свойства. Этиленгликоль.
24. Трехатомные спирты. Глицерин, его свойства, применение, биологическое значение.
25. Классификация и номенклатура фенолов.
26. Физические и химические свойства фенолов.
27. Получение и изомерия фенолов. Области применения.
28. Номенклатура и изомерия альдегидов и кетонов.
29. Методы получения альдегидов и кетонов. Применение.

30. Физические и химические свойства альдегидов и кетонов.
31. Классификация и номенклатура карбоновых кислот.
32. Методы получения и изомерия карбоновых кислот. Области применения.
33. Физические и химические свойства одноосновных карбоновых кислот.
34. Жиры, их классификация, физические свойства и биологическая роль.
35. Химические свойства и получение жиров.
36. Оптическая изомерия. Причины существования оптических антиподов (энантиомеров). Рацемическая смесь. Проекционные формулы Фишера. D- и L- ряды.
37. Классификация углеводов. Биологическая роль углеводов.
38. Моносахариды, их классификация. Стереохимия моносахаридов.
39. Циклические формы моносахаридов: пиранозы и фуранозы. Формулы Хеуорса.
40. Химические свойства моносахаридов. Биологическая роль.
41. Дисахариды, их классификация. Восстанавливающиеся дисахариды. Мальтоза: образование, строение и свойства.
42. Восстанавливающиеся дисахариды. Целлобиоза: образование, строение и свойства.
43. Восстанавливающиеся дисахариды. Лактоза: образование, строение и свойства.
44. Классификация дисахаридов. Невосстанавливающиеся дисахариды. Сахароза: образование, строение и свойства.
45. Полисахариды. Крахмал, его строение и свойства. Гликоген.
46. Полисахариды. Целлюлоза: ее строение, свойства и применение. Искусственное волокно.
47. Амины, их классификация и номенклатура.
48. Методы получения и особенности изомерии аминов.
49. Физические и химические свойства аминов.
50. Ароматические амины, их методы получения и свойства. Анилин.
51. Аминокислоты: классификация и номенклатура.
52. Методы получения и химические свойства аминокислот.
53. Классификация белков. Функции белков в организме.
54. Строение белков. Пептидная связь, полипептиды.
55. Химические свойства и методы синтеза белков.