

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)

Кафедра химии

Методические указания
к выполнению контрольных работ студентов

по дисциплине Б1.О.03.01.02 Органическая химия

для направления подготовки (специальности)
04.03.01 Химия

Направленность/специализация
Неорганическая химия и химия координационных соединений

Квалификация выпускника, уровень подготовки бакалавр

Форма обучения: очная

Мурманск
2019

Составитель - Берестова Г. И., доцент кафедры химии, к.т.н.

МУ к КР рассмотрены и одобрены на заседании кафедры химии

_____ г. протокол № _____

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие организационно-методические указания.....3
2. Содержание контрольных работ 4
3. Список рекомендуемой литературы.....25
4. Методические указания к выполнению контрольных работ.....26

1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания разработаны в соответствии с ФГОС ВО для направления подготовки 04.03.01 Химия, утвержденным приказом 17 июля 2017 года № 671 и УП, утвержденным Ученым советом МГТУ (« 28 » февраля 2019 г., протокол № 7), а также рабочей программой по органической химии.

В соответствии с Государственным образовательным стандартом базового высшего образования по направлению 04.03.01 Химия по дисциплине Органическая химия бакалавры должны освоить следующие разделы: Основы номенклатуры органических соединений. Основные положения теории строения органических соединений. Классификация реагентов и реакций. Основы стереохимии. Углеводороды: алканы, алкены, диены, алкины, арены, циклоалканы. Галогенопроизводные углеводородов. Гидроксилпроизводные углеводородов: спирты, фенолы. Простые эфиры. Карбонильные соединения. Серосодержащие органические соединения. Карбоновые кислоты и их производные. Оксикислоты. Оксокислоты. Нитросоединения. Амины. Азо- и diaзосоединения. Аминокислоты, пептиды и белки. Углеводы. Липиды. Гетероциклические соединения. Металлоорганические соединения.

В результате освоения программы дисциплины Органическая химия бакалавр должен:

Знать: номенклатуру, способы получения, свойства, механизмы реакций основных классов органических соединений, нормы техники безопасности;

Уметь: использовать теоретические знания при объяснении результатов химических экспериментов; проводить очистку веществ в лабораторных условиях; определять основные физические характеристики органических веществ; проводить синтез органических веществ;

Владеть: теоретическими представлениями органической химии; знаниями о составе, строении и свойствах органических веществ – представителей основных классов органических соединений углеводородов, гомофункциональных соединений, гетерофункциональных соединений, гетероциклических соединений; основами органического синтеза.

В соответствии с рабочей программой дисциплины студенты должны выполнить 3 контрольные работы: две в 3 семестре и 1 в 4 семестре.

2. Содержание контрольных работ

3 семестр

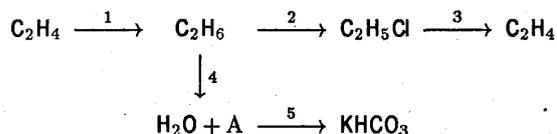
Контрольная работа 1

Углеводороды

ВАРИАНТ 1

1. Смесь циклопропана и водорода (1 : 4 по объему) пропустили над катализатором. Рассчитайте выход реакции, если плотность смеси после реакции стала в 1,19 раза больше плотности исходной смеси.

2. Запишите схемы реакций, отвечающих цепочке превращений, установите неизвестное вещество А:



А — неорганическое вещество.

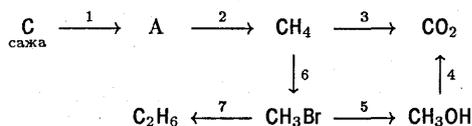
3. Сколько литров этанола (плотность 0,8) теоретически можно получить из 224 л (н. у.) этилена?

4. Степень конверсии алкена X в реакции гидрирования составила 45%. Установите, какой углеводород был введен в реакцию, если плотность реакционной смеси по воздуху после удаления водорода составила 1,48.

ВАРИАНТ 2

1. Объясните непригодность реакции Вюрца для лабораторного синтеза алканов из различных алкилгалогенидов. Поясните ответ схемами реакций.

2. Напишите уравнения реакций, соответствующих цепочке превращений, установите неизвестное вещество А:



А - неорганическое вещество.

3. Сколько 1,2-дибромпропана (в граммах) можно выделить из реакции 8,4 г пропилена с 40 г брома?

4. Для проведения гидрирования была приготовлена смесь одного объема этилена и семи объемов водорода. Рас считайте плотность газовой смеси после реакции по гелию, если выход реакции составил 87%.

ВАРИАНТ 3

1. Установите объем углекислого газа (125 мм. рт. ст., 60°C), полученного при полном сгорании 1 г алкана с молекулярной массой 58.

2. Для бромирования в реакцию ввели 45 мл (н. у.) сме си пропана с воздухом (плотность по метану 2,55). Степень конверсии (ξ) углеводорода 87%, а выход (η) монобромида 78%. Определите рН раствора бромоводорода, полученного при пропускании газа выделившегося в этой реакции через 111 мл воды, если в качестве побочного продукта выделили только 1,2,2-трибромпропан. Изменением объема при растворении пренебречь.

3. Определите состав (% по массе) смеси этена и пропена, если известно, что 11,2 г такой смеси может присоединить 24,0 г брома.

4. Смесь бутена-1 и водорода пропустили над катализатором при нагревании. Во сколько раз изменился объем реакционной смеси и ее плотность, если в исходной смеси содержался шестикратный избыток водорода, а степень конверсии ненасыщенного соединения составила 85%?

ВАРИАНТ 4

1. Напишите уравнение реакции хлорирования пропана на свету. Укажите тип и механизм реакции. Напишите все известные вам стадии механизма (как они называются?) и укажите все возможные продукты.

2. Изобразите структурную формулу низшего оптически активного алкана.

3. Какой из изомеров диметилэтилена (цис- или транс-) будет, на ваш взгляд, легче подвергаться гидрированию? Почему?

4. Сколько существует изомерных насыщенных одятомных спиртов нециклического строения с пятью углеродными атомами, из которых при дегидратации можно получить в каждом случае только один алкен? Изобразите структурные формулы спиртов и соответствующих алкенов, назовите их по номенклатуре IUPAC.

ВАРИАНТ 5

1. Сколько натриевой соли карбоновой кислоты надо взять для получения 100 г углеводорода с плотностью паров по аммиаку 5,06?

2. Напишите механизм для реакции радикального бромирования н-бутана. Укажите названия стадий, побочные продукты. Как скажется на соотношении продуктов повышение температуры.

3. Сколько литров (н. у.) кислорода потребуется для полного сгорания 2,24 л (н. у.) смеси этилена и пропилена, содержащей 10% по объему этилена?

4. Какие механизмы полимеризации алкенов вы знаете? Назовите их и напишите уравнения реакций.

ВАРИАНТ 6

1. Некоторый алкан ввели в фотохимическую реакцию с хлором. После реакции выделили продукт, масса которого была меньше массы исходного углеводорода на 4%. Было установлено, что продукт представляет собой монохлорид, а степень конверсии алкана составила 65%. Установите молекулярную формулу исходного углеводорода.

2. Относительная реакционная способность по отношению к бром-радикалу в реакции радикального бромирования первичных, вторичных и третичных атомов водорода в молекуле алкана при некоторых условиях составляет перв : втор : трет = 1 : 82 : 1600 на один атом водорода. Рассчитайте соотношение монобромпроизводных, получившихся при бромировании 3-этилпентана. Как скажется повышение и 3. Сколько граммов брома может присоединить 4,3 г смеси этилена и бутена-2, содержащей 32,55% этилена?

3. Сколько граммов брома может присоединить 4,3 г смеси этилена и бутена-2, содержащей 32,55% этилена?

4. Какой объем кислорода (н. у.) потребуется для полного сгорания углеводородной смеси, полученной при каталитическом гидрировании 26,5 г этилбензола с выходом 80%?

ВАРИАНТ 7

1. При сгорании алкана с молекулярной массой 44 образовалось 0,32 моль продуктов. Определите объем полученного углекислого газа при атмосферном давлении и 80° С.

2. Рассчитайте относительные удельные скорости замещения атомов водорода разных типов (перв : втор : трет) при не которых условиях, если при галогенировании 2-метилбутана выделили 0,24 г 4-галоген-2-метилбутана, 0,4 г 1-галоген-2-метилбутана, 28,39 г вторичного моногалогенпроизводного и 70,97 г 2-метил-3-галогенбутана. При решении задачи считайте первичные галогениды неразличимыми.

3. Сколько моль брома может присоединить 22,4 л смеси этилена и бутадиена-1,3, если известно, что она содержит 75% этилена по объему?

4. Сколько металлической меди можно получить при восстановлении оксида меди (II) с выходом 86% водородом, по лученным при дегидрировании 12,25 г метилциклогексана, с выходом 73%? После дегидрирования молекула органического соединения стала легче на 6%.

ВАРИАНТ 8

1. Сколько 3,3,4-триметилгексана было полностью сожжено если при пропускании продуктов реакции через избыток известковой воды образовалось 8,1 г осадка?

2. Как изменится соотношение продуктов радикального замещения из задачи 6.2, если при тех же условиях вместо брома использовать хлор? Дайте ответ на качественном уровне.

3. Приведите не менее пяти примеров реакции дегидратации спиртов в условиях кислотного катализа, в результате которых может получиться только один алкен.

4. Как из 3-метилбутена-1 получить 2-метилбутен-2? Напишите уравнения соответствующих реакций.

ВАРИАНТ 9

1. Определите, какой объем водорода (н. у.) необходим для полнообъемного получения насыщенного углеводорода из 50 л (н. у.) этилен-ацетиленовой смеси, которая имеет плотность по аммиаку 1,6.

2. 14,4 г кристаллического вещества А (содержание углерода 25% по массе) обработали избытком воды. Газообразный продукт реакции Б смешали с большим избытком хлора при облучении УФ-светом. После окончания реакции реакционную смесь залили 2,5 л воды. Образовалась система из двух слоев жидкостей. Определите pH водной фазы, если известно, что масса второго слоя в 9,625 раз больше массы газа Б. Считать, что все процессы проходят со 100%-м выходом целевого продукта.

3. Приведите не менее пяти примеров реакции гидратации алкенов в условиях кислотного катализа, в которых может получиться только один спирт.

4. Какие продукты окисления можно выделить при действии горячего кислого раствора перманганата калия на следующие соединения: а) 2-метилпентен-2; б) 2-метилпропен;

в) 2,3-диметилбутен-1; г) пентен-2; д) гексен-3; е) 4,6-диметил-3-этилгептен-3? Запишите схемы реакций.

ВАРИАНТ 10

1. Алкан X сожгли в избытке кислорода. Все продукты пропустили через трубку с фосфорным ангидридом, после чего масса продуктов реакции уменьшилась на 32,9%. Установите массовое содержание углерода в алкане.

2. Рассчитайте состав продуктов хлорирования 3-метилпентана, считая, что в реакции получают только моногалогенпроизводные. Относительная реакционная способность атомов водорода по отношению к хлор-радикалу в условиях реакции составляет перв : втор : трет = 1:3:4. Первичные атомы считать эквивалентными.

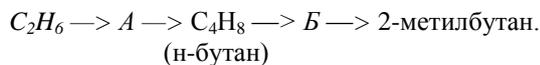
3. Какие алкены могут вступать в реакцию катионной полимеризации? Приведите несколько примеров и напишите уравнения реакции.

4. Для превращений, описанных в задаче 9.4, запишите полные уравнения реакций, расставив коэффициенты методом электронного или ион-электронного баланса.

ВАРИАНТ 11

1. Изобразите все изомеры для C_6H_{14} . Назовите их по систематической номенклатуре.
2. Установите неизвестные вещества, напишите уравнения реакций

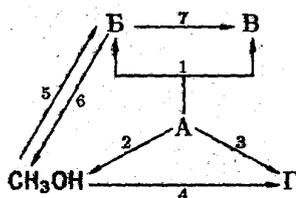
В



3. Сколько различных веществ получится в результате реакции смеси всех изомерных бутенов (смесь изомеров нециклического строения с брутто-формулой C_4H_8) с бромоводородом? Напишите уравнения реакций, назовите исходные соединения и продукты по номенклатуре ИРАС.
4. Гидратацией каких алкенов можно получить в качестве преобладающего продукта следующие соединения:
 - а) 2,3-диметилбутанол-2; б) изопропанол; в) трет-бутанол;
 - г) 2-метилбутанол-2.

ВАРИАНТ 12

1. Изобразите все изомеры, включая оптические, для C_7H_{16} . Назовите их по номенклатуре ИУРАС.
2. Установите неизвестные вещества, напишите уравнения реакций

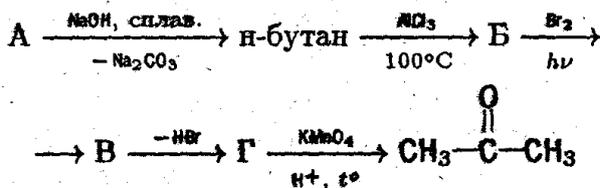


A — алкан, B — органическое вещество, В и Г — неорганические вещества.

3. Смесь изомерных пентенов (смесь изомеров нециклического строения с брутто-формулой C_5H_{10}) пропустили через раствор брома в тетрачлорметане с примесью ИВг. Укажите продукты, получение которых можно ожидать в этом случае. Напишите уравнения реакций и механизм, объясняющий по явление указанных вами продуктов.
4. Напишите реакции 1,3-пентадиена и 1,4-пентадиена с одним и двумя эквивалентами бромоводорода. Объясните разницу во взаимодействии этих олефинов с галогеноводородами.

ВАРИАНТ 13

1. Выход реакции синтеза гексана по методу Вюрца 67%. Определите объем водорода (н. у.), который может получиться при гидролизе начальной реакционной смеси, если исходные реагенты были взяты в стехиометрических количествах, а гексана образовалось 12 г.
2. Установите неизвестные вещества, напишите уравнения реакций



Вещества А-Г — органические.

3. Напишите не менее трех реакций получения бутена-1.
4. Какие алкилгалогениды следует дегидрогалогенировать, чтобы получить следующие соединения:

а) пропен; б) 2-метилпропен; в) 2-метилпентен-2; г) 2,3-диметилбутен-2; д) пентен-2?

ВАРИАНТ 14

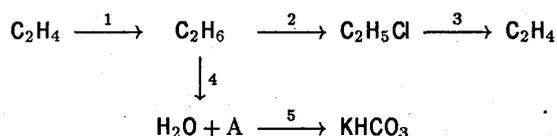
- Для проведения реакции гидрирования алкена водород был получен в аппарате Киппа. Рассчитайте массу технического цинка (6,3% примесей по массе), необходимого для получения водорода, если гидрирование прошло с выходом 65% по углеводороду, при этом получилось 33,5 г 2-метилпентана. Какие алкены можно использовать в этой реакции?
- Как получить неопентан из неорганических веществ? Запишите уравнения всех реакций.
- Чем вызвано обесцвечивание холодного раствора перманганата калия при пропускании через него: бутена-2; бутена-1; 2-метилбутена-1? Напишите уравнения соответствующих реакций.
- Какие продукты могут образоваться в результате взаимодействия бромоводорода со следующими ненасыщенными соединениями: а) 2-метилбутен-2; б) 1,4-пентадиен; в) пропен; г) трет-бутилэтилен; д) пентен-2; е) 2-метилбутадиен-1,3? Напишите уравнения реакций.

ВАРИАНТ 15

- При гидрировании соединения А водородом на катализаторе был получен углеводород C_5H_{12} . Предложите не менее пяти вариантов для исходного вещества А, если его брутто-формула C_5H_{10} .
- При галогенировании каких насыщенных углеводородов можно получить единственное моногалогенпроизводное?
- Чем объясняется факт существования цис- транс-изомерии у соединений с двойной углерод-углеродной связью? Почему изомерия подобного рода не наблюдается у насыщенных углеводородов?
- Нижеприведенные алкилгалогениды были введены в реакцию со спиртовым раствором щелочи. Укажите все продукты реакций и оцените их примерное соотношение в каждом случае: а) 2-хлорпропан; б) 2-хлорбутан; в) 2-бром-2-метилбутан; г) 2-метил-3-бромбутан; д) трет-бутилхлорид; е) 2-бром-2,3-диметилбутан.

ВАРИАНТ 16

- Н-гексан получили гидрированием некоторого алкена водородом на катализаторе. Какие соединения можно использовать в качестве исходных в этой реакции?
- Запишите схемы реакций, отвечающих цепочке превращений, установите неизвестное вещество А:

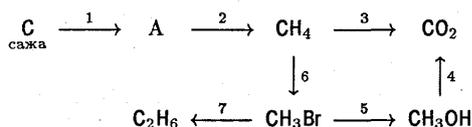


А — неорганическое вещество.

- Обсудите продукты реакции хлора с нижеприведенными соединениями. Для каждого случая укажите все возможные пути взаимодействия, преобладающие и минорные продукты. Укажите условия реакций: а) этилен; б) пропилен; в) циклогексен; г) 2-метилбутен-2; д) 2-метилбутен-1; е) 4-метилпентен-2.
- 2,46 г циклогексена прохлорировали в избытке хлора в темноте. После реакции продукт отделили и сожгли в избытке кислорода. Рассчитайте выход галогенирования, если объем продуктов сгорания после пропускания через трубку с фосфорным ангидридом составил 5,02 л (н. у.).

ВАРИАНТ 17

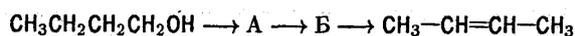
- Предложите исходные соединения для получения н-бутана путем гидрирования водородом на катализаторе.
- Напишите уравнения реакций, соответствующих цепочке превращений, установите неизвестное вещество А:



A - неорганическое вещество.

3. Сколько моль брома может присоединить 22,4 л смеси этана и бутена-1, если известно, что она содержит 82,76% углерода по массе.

4. Установите неизвестные вещества и напишите уравнения реакций.



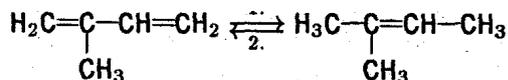
ВАРИАНТ 18

1. Какой объем кислорода (н. у.) необходимо затратить на полное сжигание 100 л (н. у.) пропан-бутановой смеси с плотностью по воздуху 1,72?

2. Для бромирования в реакцию ввели 45 мл (н. у.) смеси пропана с воздухом (плотность по метану 2,55). Степень конверсии (ξ) углеводорода 87%, а выход (η) монобромида 78%. Определите pH раствора бромоводорода, полученного при пропускании газа выделившегося в этой реакции через 111 мл воды, если в качестве побочного продукта выделили только 1,2,2-трибромпропан. Изменением объема при растворении пренебречь.

3. Органическое вещество А получается при дегидратации 2,3-диметилбутанола-2. Нарисуйте структурную формулу вещества А. Какие вещества будут наблюдаться среди продуктов реакции при окислении А кислотным раствором перманганата калия?

4. Осуществите превращения:



(одна стрелка соответствует нескольким стадиям). Напишите уравнения реакций, укажите условия.

ВАРИАНТ 19

1. Сколько изомеров (не включая оптические) имеет соединение $\text{C}_4\text{H}_8\text{Br}_2$?

2. Изобразите структурную формулу низшего оптически активного алкана.

3. Для полного сгорания 0,1 моль неизвестного алкена потребовалось 22,4 л кислорода (н. у.). Определите неизвестный алкен, если известно, что среди продуктов реакции окисления вещества кислотным раствором перманганата калия при нагревании был обнаружен кетон.

4. Какой алкен подвергли окислению горячим кислотным раствором перманганата калия, если были идентифицированы следующие продукты (в каждом случае указаны все продукты окисления):

а) ацетон; б) уксусная кислота и метилэтилкетон; в) этанкарбоновая кислота; г) диизопропилкетон и углекислый газ; д) 2-метилпропионовая кислота и углекислый газ; е) бутанкарбоновая кислота и уксусная кислота?

Напишите уравнения реакций, назовите олефины по правилам номенклатуры IUPAC.

ВАРИАНТ 20

1. Смесь циклопропана и водорода (1 : 4 по объему) пропустили над катализатором. Рассчитайте выход реакции, если плотность смеси после реакции стала в 1,19 раза больше плотности исходной смеси.

2. Напишите механизм для реакции радикального бромирования н-бутана. Укажите названия стадий, побочные продукты. Как скажется на соотношении продуктов повышение температуры.

3. Рассчитайте выход реакции гидрирования бутена-2, если после удаления водорода плотность полученной газовой смеси по аргону составила 1,439.

4. Для реакций из задачи 19.4 напишите полные уравнения. Примените метод электронно-ионного баланса для расстановки коэффициентов.

Контрольная работа 2 Спирты, фенолы, карбонильные соединения

ВАРИАНТ 1

- Предложите способ получения уксусного альдегида из неорганических соединений.
- Напишите в общем виде реакцию серебряного зеркала с учетом того, что «аммиачный раствор оксида серебра» — это диаммиачный комплекс гидроксида серебра.
- Обсудите возможность взаимодействия следующих реагентов:
формальдегид и оксид серебра, ацетальдегид и фенол, пропаналь и гидроксид меди(II).
- Докажите состав смеси, состоящей из ацетона, пропанала и н-пропанола.

ВАРИАНТ 2

- Напишите реакции кумольного синтеза ацетона.
- Какие соединения с карбонильной группой ($C=O$) имеют в своем составе только углерод, водород и кислород, одинаковые заместители при карбонильном углероде и при этом не являются кетонами?
- Обсудите возможность взаимодействия следующих реагентов:
бутаналь и гидроксид калия, пропаналь и гидросульфит калия, ацетон и бром.
- Докажите наличие ацетона в пропанале.

ВАРИАНТ 3

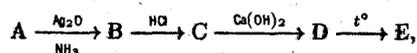
- Как известно, если в реакции Кучерова участвует ацетилен, получается ацетальдегид. Можно ли с помощью этой реакции получить другие альдегиды (не содержащие иных функциональных групп)? Почему?
- Какое монофункциональное соединение имеет в своем составе альдегидную группу, но общепризнанно относится к другому классу органических веществ?
- Необходимо химически удалить примеси ацетальдегида, уксусной кислоты и этилацетата из 96% раствора этанола в воде. Перегонку можно использовать только для отделения летучих веществ от неперегоняемых (солей). Как?
- Вещество А состава C_8H_8O при реакции серебряного зеркала (с последующим подкислением) образует вещество Б состава $C_8H_8O_2$. При взаимодействии с кислым раствором перманганата калия А образует вещество В состава $C_7H_6O_2$. О каких веществах идет речь?

ВАРИАНТ 4

- С помощью одного соединения меди пропанол может быть превращен в пропаналь, а с помощью другого — пропаналь в пропионовую кислоту. О каких соединениях идет речь?
- Нарисуйте все изомеры веществ состава C_5H_6O , реагирующих с гидросульфитом натрия, но не дающих реакции серебряного зеркала.
- При нагревании твердого вещества А образовалось единственное газообразное вещество Б, которое вступает в реакцию серебряного зеркала, причем в результате реакции образуются только неорганические вещества. О каких веществах идет речь?
- Вещество А состава C_8H_6 при реакции с водой в присутствии ионов двухвалентной ртути образует вещество Б состава C_8H_8O . Напишите продукты реакции Б с бромом в радикальных условиях и в присутствии кислот Льюиса (например, бромида железа (III)).

ВАРИАНТ 5

- Назовите простейший кетон, который может быть получен при реакции Кучерова.
- Предложите два разных способа получения формальдегида из неорганических соединений.
- Установите вещества в цепочке



если углеродный скелет E содержит на один атом углерода больше, чем A.

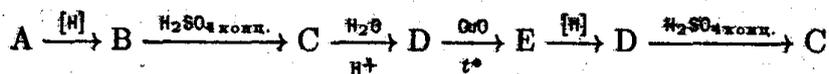
4. При гидролизе органического соединения образовались карбоновая кислота и альдегид. О каком веществе может идти речь?

ВАРИАНТ6

1. Из соединения A в условиях реакции Кучерова было получено единственное соединение с одним вторичным атомом углерода. Назовите соединение A.

2. Предложите способ получения пропаналя из неорганических соединений.

3. Установите вещества в цепочке



4. Предложите способ получения ацетофенона из неорганических соединений.

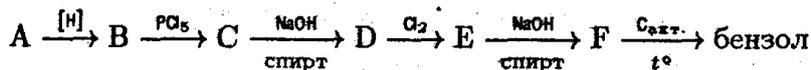
ВАРИАНТ7

1. Обсудите возможность взаимодействия следующих реагентов:

формальдегид и аммиак, ацетальдегид и гидроксид меди(II), пропаналь и оксид серебра.

2. Предложите по крайней мере три способа одностадийного получения ацетальдегида из этанола,

3. Установите вещества в цепочке



4. При нагревании твердого белого вещества A получили твердое белое вещество B и легколетучая жидкость V, обладающая характерным запахом. При этом B — широко распространено в природе, а V — часто используемая в быту жидкость. О каких веществах идет речь?

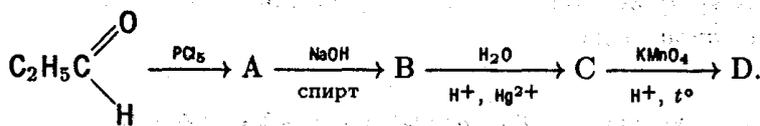
ВАРИАНТ8

1. Обсудите возможность взаимодействия следующих реагентов:

ацетон и дихромат калия, ацетальдегид и гидросульфит натрия, формальдегид и дихромат калия.

2. Предложите простейший способ получения ацетона из неорганических соединений.

3. Установите вещества в цепочке



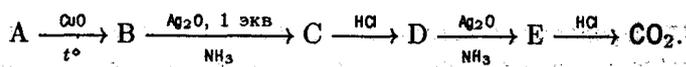
4. Смесь некоторой соли кальция и некоторой соли натрия подвергли действию воды. Образовавшуюся в результате реакции смесь газов ввели в реакцию Кучерова. Непрореагировавшее вещество значительно легче воздуха и способно полностью восстановить продукт реакции Кучерова до этанола. Установите состав смеси.

ВАРИАНТ9

1. Как известно, при реакции формальдегида и аммиака получается вещество сложной пространственной структуры — уротропин. Изобразите его структурную формулу. Может ли подобная структура образоваться при взаимодействии формальдегида с аминами?

2. Предложите способ получения диэтилкетона из пропанола.

3. Установите вещества в цепочке



4. Обсудите возможность взаимодействия следующих реагентов:

ацетальдегид и оксид марганца(IV), ацетальдегид и вода, пропаналь и бром.

ВАРИАНТ10

1. В присутствии кислоты или щелочи из формальдегида может образоваться твердое полимерное вещество — параформ. Напишите его формулу.

2. Предложите способ получения дифенилкетона из толуола и неорганических соединений.

3. Предложите реагенты для следующих реакций и напишите их уравнения (некоторые реакции могут требовать более чем одной стадии):

метанол \rightarrow формальдегид \rightarrow этанол \rightarrow

\rightarrow ацетальдегид \rightarrow 2-гидроксипропионовая кислота \rightarrow

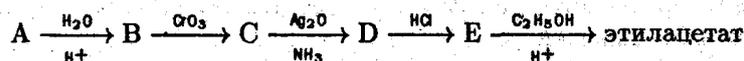
\rightarrow пропионовая кислота \rightarrow диэтилкетон

4. Обсудите возможность взаимодействия следующих реагентов:

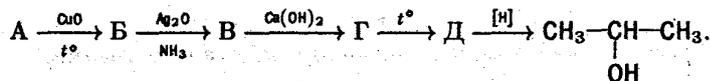
ацетальдегид и этанол, пропаналь и хлор, ацетон и оксид железа (III).

ВАРИАНТ11

1. Установите вещества в цепочке



2. Укажите вещества в цепочке



3. Предложите реагенты для следующих реакций и напишите их уравнения (некоторые реакции могут требовать более чем одной стадии):

ацетальдегид \rightarrow уксусная кислота \rightarrow

\rightarrow ацетон \rightarrow 2,2-дихлорпропан.

4. Обсудите возможность взаимодействия следующих реагентов:

пропаналь и фосфор, бутаналь и азотная кислота, ацетальдегид и аммиак.

ВАРИАНТ12

1. Предложите реагенты для следующих реакций и напишите их уравнения (некоторые реакции могут требовать более чем одной стадии):

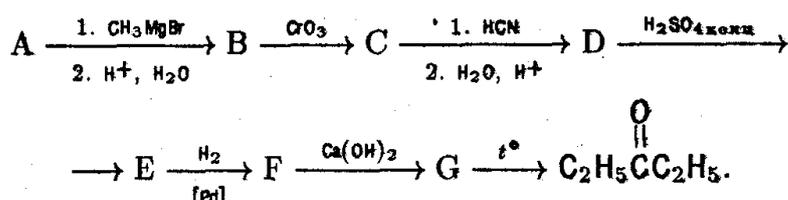
углерод \rightarrow формальдегид \rightarrow фенолформальдегидная смола.

2. Органическое вещество А получается в результате реакции с водой вещества Б, которое получается при реакции с водой неорганического вещества В. О каких веществах идет речь?

3. Предложите реагенты для следующих реакций и напишите их уравнения (некоторые реакции могут требовать более чем одной стадии):

ацетальдегид \rightarrow 1,1-дихлорэтан \rightarrow ацетилен \rightarrow бензол

4. Установите вещества в цепочке



ВАРИАНТ13

1. Предложите реагенты для следующих реакций и напишите их уравнения (некоторые реакции могут требовать более чем одной стадии):

углерод \rightarrow формальдегид \rightarrow гексаметиленetetрамин.

2. Вещество А реагирует с аммиачным раствором оксида серебра с образованием осадка, а при его сгорании объем углекислого газа превышает исходный объем А в четыре раза. Напишите продукт его реакции с водой в присутствии серной кислоты и сульфата ртути.

3. Предложите реагенты для следующих реакций и напишите их уравнения (некоторые реакции могут требовать более чем одной стадии):

углерод \rightarrow ацетилен \rightarrow ацетальдегид \rightarrow \rightarrow изопропанол \rightarrow ацетон.

4. Некоторое вещество А при реакции с разбавленной соляной кислотой образует смесь веществ Б и В. Вещество Б вступает (в отличие от веществ А и В) в реакцию серебряного зеркала, образуя аммониевую соль карбоновой кислоты Г, причем эту кислоту можно получить при реакции В с перманганатом калия. Вещество Б может быть получено мягким окислением вещества В. Назовите указанные вещества, если В и Г широко используются в быту, а А формально можно отнести к классу простых эфиров.

ВАРИАНТ14

1. Какие химические свойства общие у альдегидов и алкенов?

2. Пары вещества А, вступающего (в виде водного раствора) в реакцию серебряного зеркала, смешали с эквивалентным количеством кислорода и подожгли. После охлаждения объем получившейся газовой смеси оказался в 1,231 раз больше исходного объема. Определите А, если в его структуре есть третичный атом углерода.

3. Предложите реагенты для следующих реакций и напишите их уравнения (некоторые реакции могут требовать более чем одной стадии):

углерод \rightarrow ацетальдегид \rightarrow *I*-цианоэтанол \rightarrow \rightarrow 2-гидроксипропионовая кислота \rightarrow пропионовая кислота.

4. При реакции 5,8 г предельного вещества А с хлоридом фосфора(V) образуется вещество Б, из которого при реакции с гидроксидом натрия в спирте получается вещество В, при реакции с аммиачным раствором оксида серебра образующее 14,7 г осадка. О каких веществах идет речь?

ВАРИАНТ15

1. Какой реагент используется для определения альдегидов, и алкинов? Напишите уравнения реакций в общем виде.

2. Обсудите возможность взаимодействия следующих реагентов:

ацетон и бром, метилэтилкетон и азотная кислота, диэтилкетон и перманганат калия.

3. Предложите реагенты для следующих реакций и напишите их уравнения (некоторые реакции могут требовать более чем одной стадии):

ацетон \rightarrow уксусная кислота \rightarrow \rightarrow ацетальдегид \rightarrow изопропанол \rightarrow ацетон.

4. Органические вещества А и Б, содержащие по два атома углерода, реагируют между собой в присутствии безводной кислоты, образуя смесь веществ В и Г. Вещества В и Г не реагируют с перманганатом калия в щелочной среде.

лочной и нейтральной среде и постепенно реагируют с ним в кислой среде, образуя единственное вещество Д. Вещество В (в отличие от Г) со держит гидроксильную группу. Вещество Б можно получить из А мягким окислением. Вещества А и Б можно получить восстановлением (в разных условиях) вещества Д.

ВАРИАНТ 16

1. Предложите способ получения уксусного альдегида из неорганических соединений.

2. Обсудите возможность взаимодействия следующих реагентов:

бутаналь и иодоводород, ацетальдегид и гидрид алюминия, пропаналь и водород.

3. Вещество А вступает в реакцию серебряного зеркала, имеет оптические изомеры и при сгорании 1,12 л (при н. у.) его паров образует 4,5 г воды и 5,6 л CO_2 (н. у.). О каком веществе может идти речь?

4. При взаимодействии предельного монофункционального вещества А с водным раствором гидросульфита натрия образовалось вещество Б массой 1,67 г. Взаимодействие того же количества А с аммиачным раствором оксида серебра привело к образованию 1,47 г органического вещества В. Изобразите все изомеры вещества А.

ВАРИАНТ 17

1. Напишите реакции кумольного синтеза ацетона.

2. Обсудите возможность взаимодействия следующих реагентов:

ацетальдегид и гидросульфит натрия, формальдегид и гидроксид калия, формальдегид и фенол.

3. Вещество А с формулой $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$ образуется при нагревании вещества Б с водным гидроксидом натрия, причем вещество Б вступает в реакцию серебряного зеркала и имеет только одну функциональную группу. О каких веществах идет речь?

4. Предельный альдегид А после реакции с хлоридом пятивалентного фосфора и, далее, с гидроксидом натрия в мета-ноле дает вещество Б, которое в условиях реакции Кучерова дает вещество В. Те же реакции, проведенные с В, дают в результате снова Б и потом В. О каких веществах идет речь, если все они содержат 5 атомов углерода?

ВАРИАНТ 18

1. Как известно, если в реакции Кучерова участвует ацетилен, получается ацетальдегид. Можно ли с помощью этой реакции получить другие альдегиды (не содержащие иных функциональных групп)? Почему?

2. Напишите в общем виде реакцию серебряного зеркала с учетом того, что «аммиачный раствор оксида серебра» — это диаммиачный комплекс гидроксида серебра.

3. Среди реакций карбонильных соединений есть две, которые можно использовать для удлинения углеродного скелета молекулы. Какие это реакции? Что между ними общего?

4. При добавлении избытка воды к 2,95 г трихлоруксусного альдегида образуется 3,31 г твердого вещества А. О каком веществе идет речь? Как объяснить его образование?

ВАРИАНТ 19

1. С помощью одного соединения меди пропанол может быть превращен в пропаналь, а с помощью другого — пропаналь в пропионовую кислоту. О каких соединениях идет речь?

2. Какие соединения с карбонильной группой ($\text{C}=\text{O}$) имеют в своем составе только углерод, водород и кислород, одинаковые заместители при карбонильном углероде и при этом не являются кетонами?

3. Получите из пропионовой кислоты два карбонильных соединения кратчайшим путем.

4. Докажите состав смеси, состоящей из ацетона, пропанала и н-пропанола.

ВАРИАНТ 20

1. Назовите простейший кетон, который может быть получен при реакции Кучерова.

2. Какое монофункциональное соединение имеет в своем составе альдегидную группу, но общепризнанно относится к другому классу органических веществ?

3. Обсудите возможность взаимодействия следующих реагентов:

бутаналь и гидроксид калия, пропаналь и гидросульфит калия, ацетон и бром.

4. Докажите наличие ацетона в пропанале.

4 семестр
Контрольная работа 3
Азоторганические соединения. Аминокислоты, белки, углеводы

Вариант 1

1. По реакции Гофмана получите метилизопропиламин.

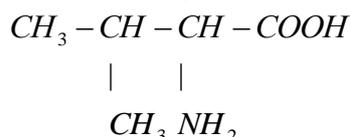
2. Напишите схему реакции:



Объясните поведение нитросоединений в щелочной среде на примере 2-нитропропана.

3. Напишите схемы реакций взаимодействия 1-нитропропана и 2-нитропропана с HNO_2 .

4. Назовите кислоту, напишите для нее схему образования дипептида:



5. Напишите схемы реакций метилэтиламина с хлрангидридом муравьиной кислоты, ангидридом пропионовой кислоты, пропилацетатом.

6. Исходя из *p*-толуидина (4-метиланилина) и других необходимых реагентов, получите 2-гидрокси-4',5'-диметил-2',3'-динитроазобензол.

7. Реакцию азосочетания *p*-сульфобензидиазония с *N,N*-диметиланилином осуществляют в близкой к нейтральной среде. Почему эту реакцию нельзя проводить при значениях *pH* меньше 5 или больше 9? Напишите схему реакции азосочетания указанных соединений.

8. Предложите схемы реакций, позволяющих перейти от адипиновой кислоты к тетраметиленамину, от толуола к 2,4-диаминотолуолу, от бензола к *p*-броманилину.

Вариант 2

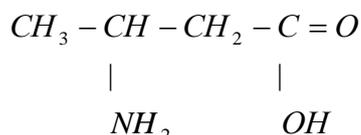
1. Получите 2-нитробутан несколькими способами.

Напишите схемы реакции: $2 - \text{нитробутан} \xrightarrow{+NaOH} ? \xrightarrow{+HCl} ?$

2. С помощью перегруппировки Гофмана получите пропиламин и 2-аминобутан.

3. Напишите схемы реакций восстановления 2-нитронафталина в а) щелочной среде и б) кислой среде.

4. Назовите кислоту. Приведите формулу изомеров этой кислоты и схемы реакций при их нагревании (t°).



5. Напишите структурные формулы изомерных аминов состава $C_4H_{11}N$. Назовите их. Напишите схемы их взаимодействия с азотистой кислотой.

6. Из *o*-нитроанилина и других необходимых реагентов получите 2-гидрокси-3-фторбензальдегид.

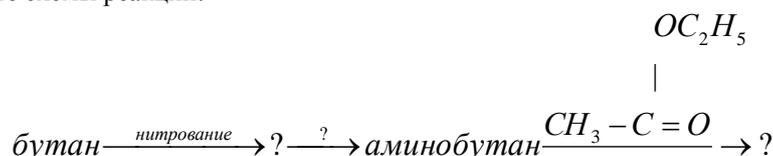
7. Соединение А состава C_7H_9N дает положительную изонитрильную пробу, образует устойчивую соль диазония, взаимодействует с уксусным ангидридом. При окислении продукта ацетилирования соединения А получается *p*-ацетамидобензойная кислота. Установите строение соединения А и приведите схемы реакций.

8. Определите структуру тетрапептида, если в продуктах его неполного гидролиза идентифицированы аланин, изолейцин, метионин, тирозин и дипептиды Ala-Тур, Met-Ala, Тур-Ile.

Вариант 3

1. Получите 2-нитробутан несколькими способами. Напишите схемы превращений нитросоединений в щелочной среде.

2. Напишите схемы реакций:



3. Напишите схему реакции:



- Номенклатура и изомерия аминокислот на примере α -амино- β -оксимасляной кислоты. Химические свойства аминокислот по аминогруппе.
- Получите м-нитробромбензол из бензола через диазосоединение.
- Из фенола, ацетона, и других необходимых реагентов получите следующее соединение:
- С помощью каких реакций можно различить анилин, циклогексиламин, N-метиланилин и N,N-диметиланилин? Напишите схемы соответствующих реакций.
- Приведите схему образования *валил-аспарагина*. В какой области pH находится ИЭТ этого дипептида (приведите схемы превращений дипептида в кислой, нейтральной и щелочной среде).

Вариант 4

- Напишите схему превращения 2-нитропропана в аци-нитросоединение.
- По реакции Гофмана получите этилдиизопропиламин.
- Напишите схему реакции N,N -диметиламинобензол + $HNO_2 \rightarrow ?$
- Получите α -аминопропионовую кислоту несколькими способами.
- Какое соединение получится в результате реакции азосочетания фенола с 4-нитрофенилдиазонийхлоридом? Напишите схему реакции. В каких условиях проводят эту реакцию и почему?
- Предложите путь синтеза N-бензил- N-изобутил-N-изопропиламина, если в распоряжении имеются толуол, изомасляная кислота и любые неорганические реагенты.
- Одним из метаболитов лекарственного средства фенамина $C_6H_5CH_2CH(CH_3)NH_2$ является продукт его N-метилирования. Напишите схему этой реакции. Какое из веществ – фенамин или его метаболит - обладает большей основностью? Сравните поведение этих веществ при взаимодействии с азотистой кислотой. Какое из них будет давать положительную изонитрильную пробу?
- Приведите схему образования *лизил-аланина*, исходя из соответствующих аминокислот. В какой области pH находится ИЭТ этого дипептида (приведите схемы превращений дипептида в кислой, нейтральной и щелочной среде)

Вариант 5

- Получите бутиламин из соответствующего амида кислоты.
- Получите пикриновую кислоту из бензола через диазосоединение.
- По реакции Гофмана получите триэтиламин.
- Получите β -аминопропионовую кислоту. Охарактеризуйте ее химические свойства.
- Напишите структурные формулы 2,3-дибромазобензола и 2,3'-дибромазобензола.
- Исходя из ацетона и неорганических реагентов, получите неопентил-трет-бутиламин.
- Для определения числа гидроксильных групп в спиртах используется метод их ацетилирования уксусным ангидридом. Можно применять этот метод, если в спирте имеется примесь алкаламинов? Приведите схемы реакций, подтверждающих сделанный вывод.
- Приведите схему образования *валил-триптофана*, исходя из соответствующих аминокислот. В какой области pH находится ИЭТ этого дипептида (приведите схемы превращений дипептида в кислой, нейтральной и щелочной среде)

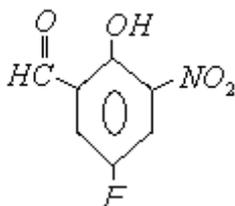
Вариант 6

- Получите о, м, п – хлорнитробензолы из бензола через диазосоединение.
- Напишите схемы реакций: *пикриновая кислота* $\xrightarrow{+PCl_5} ? \xrightarrow{+CH_3OH} ? \xrightarrow{\text{восст-ль}} ?$

- Напишите схемы реакций:



- Охарактеризуйте химические свойства α -аминовалериановой кислоты, обусловленные взаимным влиянием amino- и карбоксильной групп.
- Напишите реакцию азосочетания между N, N – диэтиланилином и 3-хлорбензолдиазонийхлоридом.
- Исходя из анилина, хлороформа и других необходимых реагентов получите следующее соединение:
-

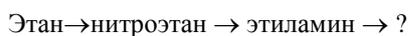


7. Одним из метаболитов лекарственного средства элениума является п-хлоранилин. В химико-токсикологическом анализе п-хлоранилин определяют путем диазотирования и последующего азосочетания с α -нафтолом. Напишите реакции, лежащие в основе этого анализа.

8. Расположите в ряд по уменьшению основности в растворе следующие вторичные амины: диэтиламин, дифениламин, дибензиламин, бензилфениламин, фенилэтиламин. Объясните, по каким критериям произведена сравнительная оценка основности этих соединений.

Вариант 7

1. Напишите схемы реакций:



2. По реакции Гофмана получите диизопропиламин.

3. Получите пикриновую кислоту из бензола через diaзосоединение.

4. Осуществите превращения:

5. Получите м-фенолсульфокислоту из бензола через diaзосоединение.

6. Получите следующий вторичный амин из бензола, уксусного ангидрида, триметилуксусной кислоты и неорганических реагентов: $C_6H_5 - CH(CH_3) - NH - CH_2 - C(CH_3)_3$.

7. Скорости реакций азосочетания трех солей диазония с N,N-диметиланилином находятся в соотношении 1300:1:0,4. расположите эти соли в соответствии с приведенной последовательностью, если известно, что одна из них является бензолдиазонийхлоридом, а две другие отличаются от первой наличием в пара-положении либо нитро-группы, либо метильной группы. Напишите схему реакции азосочетания наиболее реакционноспособной из этих солей с N,N-диметиланилином.

8. Приведите схему образования *валил-аспарагина*, исходя из соответствующих аминокислот. В какой области pH находится ИЭТ этого дипептида (приведите схемы превращений дипептида в кислой, нейтральной и щелочной среде)

Вариант 8

1. Напишите схемы реакций, назовите образующиеся вещества:

а) Нитроэтан + уксусный альдегид?

б) Нитроэтан + пропионовый альдегид.

2. Напишите структурные формулы изомерных аминов состава $C_4H_{11}N$. Назовите их. Напишите схемы их взаимодействия с азотистой кислотой.

3. По реакции Гофмана получите триметиламин.

4. Охарактеризуйте свойства γ -аминомасляной кислоты по аминной группе.

5. Получите бензойную кислоту из бензола через diaзосоединение.

6. Из толуола и других необходимых неароматических реагентов получите 2-диметиламино-5-метил-4'-карбоксиязобензол.

7. Лидокаин, применяемый в качестве местного анестетика, является гидрохлоридом 2,6-диметиланилида N,N-диэтилглицина. Приведите структурную формулу этого соединения и предложите схему его получения, исходя из N,N-диэтилглицина и соответствующего амина. Можно ли на стадии ацилирования опустить операцию защиты аминогруппы в аминокислоте?

8. Объясните, почему о- и п-аминобензойные кислоты (антраниловая кислота) не образуют в заметной степени биполярные ионы, а п-аминобензолсульфокислота (сульфаниловая кислота) образует.

Вариант 9

1. Рассмотрите таутомерные превращения 2-нитропропана в щелочной среде. Напишите схему реакции взаимодействия этого соединения с азотистой кислотой.

2. По реакции Гофмана получите изопропиламин.

3. Выведите формулы изомерных аминов состава C_3H_9N . Назовите их. Напишите схемы их взаимодействия с азотистой кислотой.

4. Образуйте дикетопиперазин из 2-амино-3-фенилпропановой кислоты.

5. Какие продукты могут быть получены при действии бромэтана на пропиламин? Напишите схемы реакций и назовите все продукты реакции.

6. Получите фармацевтический препарат новокаин (2-диэтиламиноэтиловый эфир 4-аминобензойной кислоты $NH_2 - C_6H_4 - C(O)OCH_2N(C_2H_5)_2$), имея в распоряжении толуол, этилен, диэтиламин и любые неорганические реагенты.

7. Приведите схему образования *изолейцил-глутамин*, исходя из соответствующих аминокислот. В какой области рН находится ИЭТ этого дипептида (приведите схемы превращений дипептида в кислой, нейтральной и щелочной среде)

8. При добавлении к раствору глицина индикатора метилового красного раствор приобретает желтую окраску. Добавление к раствору равного объема формалина приводит к тому, что раствор становится красным. Объясните и приведите схемы соответствующих реакций.

Вариант 10

1. Получите четвертичную аммонийную соль по реакции Гофмана из изопропилиодида.

2. Напишите схемы реакции этиламина с: а) хлорангидридом уксусной кислоты; б) ангидридом масляной кислоты; в) этилацетатом.

3. Напишите схемы реакций взаимодействия изомерных аминов состава $C_4H_{11}N$ с HNO_2 . Осуществите превращения 2-нитропропана в щелочной среде.

4. Получите α -аминопропионовую кислоту несколькими способами.

5. Какое соединение получится при нагревании водного раствора 3-бромбензолдиазонийхлорида? Напишите схему реакции.

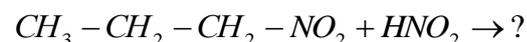
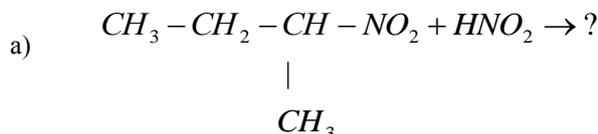
6. Получите вторичный амин $C_6H_5 - CH(CH_3) - NH - CH_2 - C(CH_3)_3$, исходя из бензола, уксусного ангидрида, триметилуксусной кислоты и неорганических реагентов.

7. Соединение А состава $C_{13}H_{12}N_2O_2$, растворенное в щелочи, было подвергнуто восстановительному расщеплению с цинковой пылью. Образовавшийся анилин был проэкстрагирован эфиром. При нейтрализации оставшегося щелочного раствора в осадок выпадает соединение Б, которое при диазотировании с последующей обработкой фосфорноватистой кислотой образует п-метоксифенол. Установите строение соединений А и Б. Напишите схемы приведенных реакций и схему получения соединения А.

8. Приведите схему образования *лизил-аспарагин*, исходя из соответствующих аминокислот. В какой области рН находится ИЭТ этого дипептида (приведите схемы превращений дипептида в кислой, нейтральной и щелочной среде)

Вариант 11

1. Напишите схемы реакций:



б)

2. По реакции Гофмана получите диизопропиламин.

3. Напишите схемы реакций: а) Нитробутан + масляный альдегид $\rightarrow ?$

б) Нитробутан + метаналь $\rightarrow ?$

4. Получите β -аминомасляную кислоту. Охарактеризуйте ее химические свойства.

5. Как получить хлорбензол из нитробензола, если учесть, что непосредственно заместить нитрогруппу на галоген в ароматическом кольце не удастся?

6. Исходя из п-нитробензойной кислоты и неорганических реагентов, получите 1-бром-5-иод-3-фтор-2-хлорбензол.

7. Почему при получении 4,4'-дицианобифенила из соответствующей диазониевой соли сначала нужно нейтрализовать смесь, содержащую диазониевую соль, и только потом добавлять ее к раствору цианида калия? Напишите схемы соответствующих реакций. Какое соединение образуется в результате кислотного гидролиза конечного продукта?

8. Приведите схему образования *изолейцил-серин*, исходя из соответствующих аминокислот. В какой области рН находится ИЭТ этого дипептида (приведите схемы превращений дипептида в кислой, нейтральной и щелочной среде)

Вариант 12

1. Напишите схему реакции: $C_2H_5I + NH_3$ (избыток) \rightarrow ?

Используя данные реагенты, по реакции Гофмана получите четвертичную аммониевую соль. Назовите ее.

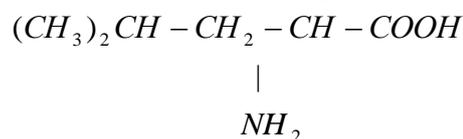
2. Напишите схемы реакций:

а) Нитроэтан + изомаляновый альдегид \rightarrow ?

б) Нитроэтан + пропаналь \rightarrow ?

3. По реакции Гофмана получите вторбутиламин.

4. Назовите кислоту и напишите для нее схему образования дипептида:



5. Напишите схемы реакций:

п-толуидин \rightarrow п-толилдиазонийхлорид \rightarrow п-толилнитрил \rightarrow п-толуиловая кислота \rightarrow терефталевая кислота.

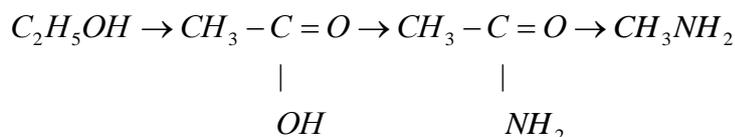
6. Исходя из ацетона и неорганических реагентов, получите неопентил-третбутиламин.

7. Напишите схему взаимодействия глицина с азотистой кислотой. На чем основано применение данной реакции для количественного определения аминокислот? Органические соединения каких классов будут мешать определению аминокислот этим методом?

8. Приведите схему превращений аланина, протекающих при нагревании его водного раствора. Назовите образующийся продукт.

Вариант 13

1. Напишите схемы реакций, назовите исходные вещества и продукты реакций:

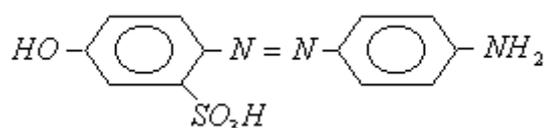


2. Составьте структурные формулы аминов состава $C_4H_{11}N$. Назовите их.

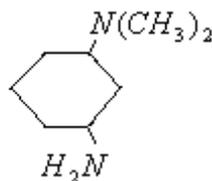
3. По реакции Гофмана получите триэтиламин.

4. Охарактеризуйте свойства γ -аминомасляной кислоты по аминогруппе.

5. Получите представленный азокраситель по реакции азосочетания:



6. Исходя из циклогексанона, диметиламина и других необходимых реагентов получите следующий диамин:



7. Приведите схему образования лизил-серина, исходя из соответствующих аминокислот. В какой области pH находится ИЭТ этого дипептида (приведите схемы превращений дипептида в кислой, нейтральной и щелочной среде)

8. Получите м-динитробензол из бензола через диазосоединение.

3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Берестова Г.И., Коновалова И.Н., Реут К.В., Степанова Н.В. Практикум по органической химии : учеб. пособие для вузов. Мурманск: Изд-во МГТУ, – 2009. - 180 с. (332 экз.)
2. Степанова, Н. В. Задачи и упражнения по органической химии. Углеводороды : учеб. пособие для студентов вузов / Н. В. Степанова, И. Н. Коновалова; [под ред. И. Н. Коноваловой] ; Федер. агентство по рыболовству, ФГОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2011. - 172 с. (185 экз.)
3. Задачи и упражнения по органической химии. Оксикислоты. Оптическая изомерия [Электронный ресурс] : метод. указания к самостоят. работе студентов по дисциплине "Органическая химия" и "Химия" (раздел "Органическая химия") для направлений 04.03.01 "Химия", 19.03.03 "Продукты питания животного происхождения", 19.03.04 "Технология продукции и организация общественного питания", 38.03.07 "Товароведение", 15.03.02 "Технологические машины и оборудование", 16.03.03 "Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения", 06.03.01 "Биология" / Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т", Каф. химии ; сост. Н. В. Степанова и др. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 1,2 Мб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2016. - Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та.
4. Петров, А. А. Органическая химия: Учебник для вузов / А. А. Петров, Х. В. Бальян, А. Т. Трощенко; Под ред. М. Д. Стадничук. - М. : Изд. Альянс, 2012. - 624 с. (46 экз.)

Дополнительная литература

1. Артеменко, А. И. Органическая химия: учеб. пособие для вузов / А. И. Артеменко. – М. : Высш. шк., 2003. - 605 с. (26 экз.)
2. Вопросы и задачи по органической химии : учеб. пособие для вузов / [Веселовская Т. К. и др.] ; под ред. Н. Н. Суворова. - Изд. 2-е, перераб. и доп. ; репр. изд. [воспризведение 1988 г.]. - Москва : Альянс, 2012. - 255 с. (16 экз.)
3. Задачи и упражнения по органической химии. Азотосодержащие органические соединения : учеб. пособие для вузов / Н. В. Степанова [и др.]; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т" . - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2013. - 95 с. (100 экз.)
4. Задачи и упражнения по органической химии. Монофункциональные кислородсодержащие соединения : учеб. пособие для вузов / Н. В. Степанова [и др.]; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2013. - 114 с. (100 экз.)
5. Березин, Б. Д. Курс современной органической химии : учеб. пособие для вузов / Б. Д. Березин, Д. Б. Березин. - Москва : Высш. шк., 1999. - 768 с. (75 экз.)
6. Шабаров, Ю. С. Органическая химия : учебник для вузов. В 2 кн. Ч. 2. Циклические соединения / Ю. С. Шабаров. - Москва : Химия, 1994. - 497-848 с. (9 экз.)
7. Шабаров, Ю. С. Органическая химия : учебник для вузов. В 2 кн. Ч. 1. Нециклические соединения / Ю. С. Шабаров. - Москва : Химия, 1994. - 496 с. (8 экз.)
8. Нечаев, А. П. Органическая химия : учеб. для вузов / А. П. Нечаев, Т. В. Еременко. - Москва : Высш. шк., 1985. - 463 с. (35 экз.)
9. Сборник упражнений по органической химии : учеб. пособие для вузов / под ред. В. И. Векслера, З. Я. Хавина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высш. шк., 1979. - 216 с. (69 экз.)
10. Потапов, В. М. Задачи и упражнения по органической химии : учеб. пособие для техникумов / В. М. Потапов, С. Н. Татаринчик, А. В. Аверина. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Химия, 1989. - 224 с. (13 экз.)

Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://нэб.рф/>
<http://ito.edu.ru/>
<http://chemexpress.fatal.ru>
<http://www.xumuk.ru>
<http://e.lanbook.com/>
<http://www.chemport.ru>
<http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm>
<http://www.studentlibrary.ru/>

Вопросы и задания для самопроверки

1. Классификация органических соединений. Типы химических реакций органических соединений. Электрофильные, нуклеофильные реагенты, радикалы. Понятие об индуктивном и мезомерном эффектах.
2. Алканы. Гомологический ряд. Номенклатура, строение, изомерия. Понятие о конформационных превращениях алканов. Проекционные формулы Ньюмена.
3. Тип гибридизации атома углерода в алканах. Закономерности изменения физических свойств в гомологическом ряду алканов. Механизм реакции радиального замещения атома атома водорода.
4. Способы получения алканов. Химические свойства алканов. Крекинг. Реакции окисления.
5. Алкены. Номенклатура, изомерия (пространственная). Способы получения алкенов.
6. Химические свойства алкенов. Механизм реакций электрофильного присоединения на примере реакций галогенирования и гидрогалогенирования.
7. Химические свойства алкенов. Механизм реакций электрофильного присоединения. Окисление, озонлиз.
8. Тип гибридизации атома углерода в алкенах. Способы получения алкенов.
9. Алкины. Химические свойства. Механизм реакций электрофильного и нуклеофильного присоединения.
10. Алкины. Номенклатура, изомерия. Способы получения.
11. Алкины. Тип гибридизации атома углерода в алкинах. Номенклатура, изомерия. Кислотные свойства терминальных алкинов,
12. Химические свойства циклопарафинов (на примере свойств циклопропана и циклогексана)
13. Три типа диеновых углеводородов. Химические свойства диеновых углеводородов с сопряженными связями (особенности реакции электрофильного присоединения).
14. Общие понятия о высокомолекулярных соединениях. Реакции полимеризации на примере получения полиэтилена и полибутадиена.
15. Современные представления о строении бензола. Гомологический ряд бензола. Получение бензола и его гомологов.
16. Химические свойства одноядерных аренов. Механизм реакций электрофильного замещения атома водорода в бензольном ядре.
17. Правила замещения атома водорода в бензольном ядре. Классификация заместителей.
18. Ароматические углеводороды с конденсированными ядрами. Нафталин. Химические свойства. Протекание реакций электрофильного замещения для монозамещенных производных нафталина.
19. Галогенопроизводные углеводородов. Классификация, номенклатура. Химические свойства галогенопроизводных предельных углеводородов.

20. Галогенопроизводные ароматических углеводородов. Получение галогенопроизводных с атомом галогена в ароматическом ядре и в боковой цепи. Реакционная способность атома галогена.
21. Галогенопроизводные непредельных углеводородов. Реакционная способность винилхлорида и аллилхлорида в сравнении с реакционной способностью этилхлорида.
22. Общие способы получения предельных одноатомных спиртов (из алкенов, галогеналкилов, карбонильных соединений).
23. Предельные одноатомные спирты. Номенклатура, изомерия. Кислотно-основные свойства спиртов.
24. Химические свойства предельных одноатомных спиртов: реакции дегидратации, дегидрирования, окисления. Механизм реакции этерификации.
25. Многоатомные спирты (этиленгликоль, глицерин). Получение, особенности химических свойств, применение.
26. Физические свойства предельных одноатомных спиртов. Водородная связь, ее влияние на температуру кипения спиртов. Метанол и этанол: получение, свойства, применение.
27. Получение и химические свойства глицерина.
28. Простые эфиры; номенклатура, изомерия, химические свойства. Диэтиловый эфир: получение, применение.
29. Фенол. Способы получения, химические свойства. Кислотные свойства фенола.
30. Двухатомные фенолы; пирокатехин, резорцин, гидрохинон. Получение, химические свойства.
31. Карбонильные соединения: альдегиды и кетоны, Номенклатура, изомерия, основные способы получения.
32. Химические свойства альдегидов.
32. Химические свойства кетонов.
33. Реакции альдегидов и кетонов, связанные с подвижностью атома водорода, находящегося в альфа-положении по отношению к карбонильной группе,
34. Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе альдегидов и кетонов.
35. Предельные одноосновные карбоновые кислоты. Номенклатура, изомерия, основные способы получения.
36. Предельные одноосновные карбоновые кислоты. Химические свойства. Механизм реакции этерификации,
37. Оксикислоты. Способы получения, химические свойства. Ароматические оксикислоты (салициловая кислота).
38. Оптическая изомерия оксикислот на примере молочной кислоты
39. Оптическая активность и оптическая изомерия оксикислот.
40. Оптическая изомерия оксикислот на примере винной кислоты Понятия: энантиомер, диастереомер, мезоизомер, рацемат.
41. Оксокислоты. Свойства и получение ацетоуксусной кислоты и ацетоуксусного эфира.
42. Синтезы на основе ацетоуксусного эфира и его алкильных и ацильных производных
43. Алифатические амины. Способы получения, химические свойства.
44. Алифатические амины. Номенклатура, изомерия. Основность аминов.
45. Ароматические амины. Получение, химические свойства.
46. Нитросоединения. Номенклатура, изомерия. Строение нитрогруппы,
47. Нитросоединения. Химические свойства. Поведение нитросоединений в щелочной среде.
48. Восстановление ароматических нитросоединений в кислой и щелочной среде.
49. Понятие о диазо- и азосоединениях.
50. Понятие о дикарбоновых кислотах. Общие способы получения, химические свойства.
51. Аминокислоты. Номенклатура, изомерия, способы получения
52. Аминокислоты. Химические свойства по карбоксильной и аминогруппам

53. Химические свойства аминокислот, обусловленные взаимным влиянием карбоксильной и аминогрупп.
54. Белки, Классификация, строение, цветные реакции белков.
55. Углеводы. Классификация. Получение моносахаридов.
56. Химические свойства моносахаридов.
57. Таутомерные превращения в растворах моносахаридов на примере глюкозы.
58. Химические свойства фруктозы. Таутомерные превращения в растворах фруктозы.
59. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды,
60. Полисахариды. Состав, строение, свойства крахмала и целлюлозы.
61. Гетероциклические соединения: фуран, тиофен, пиррол, пиридин. Электронное строение, химические свойства. Реакция Юрьева.
62. Липиды. Общая характеристика, классификация.
63. Простые липиды (ацилглицериды). Состав, строение, химические свойства, распространение в природе.
64. Сложные липиды, Глицерофосфолипиды. Состав, строение, распространение в природе.
65. Органические соединения непереходных металлов.
66. Литийорганические соединения. Строение молекулы RLi. Состояние литийорганических соединений в растворе. Методы получения литийорганических соединений: взаимодействие органических галогенидов с металлическим литием; органических галогенидов с литийорганическими соединениями; металлизирование СН-кислот литийорганическими соединениями.
67. Реакции литийорганических соединений: замещение; присоединение по кратным связям.
68. Литийдиалкилкупраты. Сравнение литийдиалкилкупратов с литийалкилами. Реакции литийдиалкилкупратов. Кросс-сочетание.
69. Магнийорганические соединения. Строение реактивов Гриньяра. Равновесие Шленка. Методы получения магнийорганических соединений. Магнийорганические соединения в органическом синтезе: присоединение по кратным углерод-углеродным связям; по кратным связям углерод-кислород, углерод-сера, углерод-азот. Реакции с органическими галогенидами. Реакция с простыми эфирами.
70. Алюминийорганические соединения. Строение алюминийорганических реагентов. Получение алюминийорганических соединений. Диалкилалюминийгидриды.
71. Гидроалюминирование. Реакции алюминийорганических соединений.
72. Ртутьорганические соединения. Получение ртутьорганических соединений.
73. Ртутьорганические соединения в синтезе: замена ртути на водород; на алкильную или ацильную группу; на галоген; карбеноидное элиминирование. Обмен между соединениями ртути. Взаимодействие солей ртути с другими металлоорганическими соединениями.
74. Цинкорганические соединения.
75. Таллийорганические соединения.
76. Оловоорганические соединения.
77. Электрофильное замещение у насыщенного атома углерода в металлоорганических соединениях.
78. Стереохимия электрофильного замещения. Нуклеофильное содействие.
79. Реакции металлоорганических соединений:
 - протодеметаллирование (механизмы S_E2 , S_{Ei} , $S_{E1}(N)$. Транс-эффект);
 - галогенодеметаллирование (влияние алкильной группы, стереохимия);
 - замещение металла на металл.
80. Органические соединения переходных металлов. π -циклопентадиенильные соединения. Металлоцены. Ферроцен, цимантрен. Сэндвичевые и клиносэндвичевые соединения.
81. Реакции π -циклопентадиенильных и ареновых соединений переходных металлов.

Вопросы для подготовки к контрольной работе 1 «Углеводороды»

1. Алканы. Гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Природные источники алканов. Методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, синтез через литий-диалкилкупраты, электролиз солей карбоновых кислот, восстановление карбонильных соединений, из галогеналканов (реакция Вюрца, протолиз реактивов Гриньяра). Природа С-С и С-Н-связей в алканах. Конформации этана, пропана, бутана и высших алканов. Энергетическая диаграмма конформационного состояния молекулы алкана.

(Шабаров Ю.С. Органическая химия: Учебник для вузов. М.: Химия. –2000. С.15-19)

2. Алкены. Гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Геометрическая изомерия (цис-, транс- и Z-, E-номенклатура). Природа двойной связи. Молекулярные π -орбитали этилена. Методы синтеза: элиминирование галогеноводорода из алкилгалогенидов, воды из спиртов, дегалогенирование виц-дигалогеналканов. Реакция Гофмана, Виттига, стереоселективное восстановление алкинов.

Химические свойства алкенов. Ряд стабильности алкенов, выведенный на основе теплот гидрирования. Гетерогенное и гомогенное гидрирование алкенов. Электрофильное присоединение (Ad_E). Общее представление о механизме реакций, π - и σ -комплексы, ониевые ионы. Стере- и региоселективность. Правило В.В. Марковникова, индуктивный и мезомерный эффекты. Галогенирование: механизм, стереохимия.

(Шабаров Ю.С. Органическая химия: Учебник для вузов. М.: Химия. –2000. С. 41-46.)

3. Алкины. Гомологический ряд, номенклатура и изомерия. Природа тройной связи. Методы синтеза алкинов с помощью реакций отщепления, алкилирования терминальных ацетиленов. Получение ацетилена пиролизом метана.

(Шабаров Ю.С. Органическая химия: Учебник для вузов. М.: Химия. –2000. С.101-103)

4. Алкадиены. Типы диенов. Изолированные, кумулированные и сопряженные диены. Изомерия и номенклатура. Методы синтеза 1,3-диенов: дегидрирование алканов, синтез Фаворского-Реппе, кросс-сочетание на металлокомплексных катализаторах. Бутадиен-1,3, особенности строения. Молекулярные орбитали 1,3-диенов.

(Шабаров Ю.С. Органическая химия: Учебник для вузов. М.: Химия. –2000. С.74-90)

5. Методы синтеза циклопропана, циклобутана и их производных. Особенности химических свойств соединений с трехчленным циклом. Синтез соединений ряда циклопентана и циклогексана. Реакции расширения и сужения цикла при дезаминировании первичных аминов (Н. Я. Демьянов). Синтез соединений со средним и большим размером цикла (сложноэфирная и ацилоиновая конденсации). Трансанулярные реакции в средних циклах.

(Шабаров Ю.С. Органическая химия: Учебник для вузов. М.: Химия. –2000. С.502-543)

6. Получение ароматических углеводородов в промышленности - каталитический риформинг нефти, переработка коксового газа и каменноугольной смолы. Лабораторные методы синтеза: реакция Вюрца-Фиттига и другие реакции кросс-сочетания, алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу, восстановление жирноароматических кетонов (реакция Кижнера-Вольфа, реакция Клемменсена), протолиз арилмагнийгалогенидов.

(Шабаров Ю.С. Органическая химия: Учебник для вузов. М.: Химия. –2000. С. 558-585)

7. Механизм реакции нитрования. Нитрование бензола и его замещенных. Нитрование нафталина, бифенила и других аренов. Получение полинитросоединений. Понятие о *ипсо*-атаке и *ипсо*-замещении в реакциях нитрования. Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты. Механизм реакции. Побочные процессы - изомеризация алкилирующего агента и конечных продуктов. Синтез диарил- и триарилметанов. Триарилметилкатионы, анионы и радикалы. Методы их генерирования и стабильность. Ацилирова-

ние аренов по Фриделю-Крафтсу. Ацилирующие агенты. Механизм реакции. Региоселективность ацилирования. Формилирование по Гаттерману-Коху и другие родственные реакции. (Шабаров Ю.С. Органическая химия: Учебник для вузов. М.: Химия. –2000. С.599-664)

Вопросы для подготовки
к контрольной работе №2 «Оксисоединения»

1. Одноатомные спирты. Гомологический ряд, классификация, изомерия и номенклатура. Методы получения: из алкенов, карбонильных соединений, галогеналканов, сложных эфиров и карбоновых кислот.

Свойства спиртов. Спирты, как слабые ОН-кислоты. Спирты, как основания Льюиса. Замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген (под действием галогеноводородов, галогенидов фосфора, хлористого тионила). Механизмы SN_1 , SN_2 , и стереохимия замещения, гидридные перегруппировки карбокатионов (ретропинаколиновая перегруппировка). Дегидратация спиртов. Окисление первичных спиртов до альдегидов и карбоновых кислот, вторичных спиртов - до кетонов. Реагенты окисления на основе хромового ангидрида и двуокиси марганца. Механизм окисления спиртов хромовым ангидридом.

(Шабаров Ю.С. Органическая химия: Учебник для вузов. М.: Химия. –2000. С.169-197)

2. Простые эфиры. Методы получения: реакция Вильямсона, алкоксимеркурирование алкенов, межмолекулярная дегидратация спиртов.

Свойства простых эфиров: образование оксониевых солей, расщепление кислотами. Гидропероксиды. Получение и свойства α -галогенэфиров. Виниловые эфиры их получение (из ацетилена и α -галогенэфиров).

(Шабаров Ю.С. Органическая химия: Учебник для вузов. М.: Химия. –2000. С.203-209)

3. Двухатомные спирты. Методы синтеза. Свойства: окисление, ацилирование, дегидратация. Окислительное расщепление 1,2-диолов (йодная кислота, тетраацетат свинца). Пинаколиновая перегруппировка. Фенолы. Методы получения: щелочное плавление аренсульфонатов, замещение галогена на гидроксил, гидролиз солей арендиазония. Кумольный способ получения фенола в промышленности.

(Шабаров Ю.С. Органическая химия: Учебник для вузов. М.: Химия. –2000. С.2197-203)

4. Свойства фенолов. Фенолы как ОН-кислоты. Сравнение кислотного характера фенолов и спиртов, влияние заместителей на кислотность фенолов. Образование простых и сложных эфиров фенолов. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре фенолов: галогенирование, сульфирование, нитрование, нитрозирование, сочетание с солями диазония, алкилирование и ацилирование. Перегруппировка Фриса. Карбоксилирование фенолятов щелочных металлов по Кольбе. Формилирование фенолов по Реймеру-Тиману, механизм образования салицилового альдегида. Формилирование фенолов по Вильс-майеру. Перегруппировка аллиловых эфиров фенолов (Л.Кляйзен). Окисление фенолов, в том числе пространственно затрудненных. Понятие об ароксильных радикалах.

(Шабаров Ю.С. Органическая химия: Учебник для вузов. М.: Химия. –2000. С.2754-768)

Вопросы для подготовки к контрольной работе
«Оксикислоты, оптическая изомерия. Альдегидо- и кетокислоты»

1. Оксикислоты. Способы получения, химические свойства. Ароматические оксикислоты (салициловая кислота).

(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.238-246)

2. Оптическая изомерия оксикислот на примере молочной кислоты.

(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.242-246)

3. Оптическая активность и оптическая изомерия оксикислот.

(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.242-246)

4. Оптическая изомерия оксикислот на примере винной кислоты. Понятия: энантиомер, диастереомер, мезоизомер, рацемат.

(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.242-246)

5. Оксокислоты. Свойства и получение ацетоуксусной кислоты и ацетоуксусного эфира.

(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.259-265)

6. Синтезы на основе ацетоуксусного эфира и его алкильных и ацильных производных.

(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.264-265)

Вопросы для подготовки к контрольной работе «Азотсодержащие соединения»

1. Классификация, изомерия, номенклатура аминов. Методы получения: алкилирование аммиака и аминов по Гофману, фталимида калия (Габриэль), восстановление азотсодержащих производных карбонильных соединений и карбоновых кислот, нитросоединений, алкилазидов. Перегруппировки Гофмана и Курциуса. Восстановительное аминирование карбонильных соединений. Взаимодействие альдегидов и кетонов с формиатом аммония (Лейкарт).

(Шабаров Ю.С. Органическая химия: Учебник для вузов. М.: Химия. –2000. С.412-424)

2. Ароматические нитросоединения. Восстановление нитроаренов в кислой и щелочной среде. Промежуточные продукты восстановления нитрогруппы (нитрозосоединения, арилгидроксиламины, азокси-, азо- и гидразосоединения). Бензидиновая перегруппировка. Восстановление одной нитрогруппы в полинитроаренах. Образование комплексов с переносом заряда.

(Шабаров Ю.С. Органическая химия: Учебник для вузов. М.: Химия. –2000. С.715-725)

3. Реакции diaзосоединений без выделения азота: восстановление до арилгидразинов, азосочетание. Азосочетание как реакция электрофильного замещения. Азо- и diaзосоставляющие, условие сочетания с аминами и фенолами. Азокрасители.

(Шабаров Ю.С. Органическая химия: Учебник для вузов. М.: Химия. –2000. С. 424-432)

8. Аминокислоты. Номенклатура, изомерия, способы получения.

(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.266-274)

4. Аминокислоты. Химические свойства по карбоксильной и аминогруппам.

(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.266-274)

5. Химические свойства аминокислот, обусловленные взаимным влиянием карбоксильной и аминогрупп.

(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.266-274)

Вопросы по теме «Липиды, белки, углеводы»

1. Белки, Классификация, строение, цветные реакции белков.
(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.505-522)
2. Углеводы. Классификация. Получение моносахаридов.
(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.522-543)
3. Химические свойства моносахаридов.
(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.523-543)
4. Таутомерные превращения в растворах моносахаридов на примере глюкозы.
(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.523-529)
5. Химические свойства фруктозы. Таутомерные превращения в растворах фруктозы.
(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.523-529)
6. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды,
(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.543-546)
7. Полисахариды. Состав, строение, свойства крахмала и целлюлозы.
(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.546-552)
8. Гетероциклические соединения: фуран, тиофен, пиррол, пиридин. Электронное строение, химические свойства. Реакция Юрьева.
(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.453-495)
9. Липиды. Общая характеристика, классификация.
(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.561-564)
10. Простые липиды (ацилглицериды). Состав, строение, химические свойства, распространение в природе.
(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.562-564)
14. Сложные липиды, Глицерофосфолипиды. Состав, строение, распространение
(Петров А.А., Бальян Х.В. Органическая химия: Учебник для вузов/ Под ред. Петрова А.А – М.: Высшая школа, 1981, с.564-571)