



Кафедра

технологии мясных, молочных

продуктов и химии

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся  
по дисциплине

Б1.О.33 Основы химии органического сырья и пищевых продуктов

**Направление подготовки**

35.03.07. Технология производства и переработки  
сельскохозяйственной продукции

**Профиль подготовки**

Прогрессивные технологии производства и переработки  
продукции животноводства

Квалификация (степень) выпускника  
Бакалавр

Уфа 2024

УДК 636.4

ББК 46.5

Рекомендовано к изданию методической комиссией  
факультета пищевых технологий

(протокол №8 от 21 марта 2024 г.)

Составитель: к.х.н, доцент Ишбердина Р.Р.

Ответственный за выпуск:

Заведующий кафедрой ТММП и химии  
д. б. наук, профессор Миронова И.В.

г. Уфа, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, кафедра технологии мясных, молочных продуктов и химии

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	4
Тема №1 «Основы химии растворов»	8
Тема №2 «Химические методы анализа»	13
Тема №3 «Липиды»	13
Тема №4 «Углеводы»	15
Тема №5 «Аминокислоты. Белки»	19
Список использованной литературы	23

## **ВВЕДЕНИЕ**

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине Б1.О.33 Основы химии органического сырья и пищевых продуктов первого курса факультета биотехнологий и ветеринарной медицины. Составлены в соответствии с программой подготовки бакалавра по направлениям: 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

## **1. РАСТВОРЫ**

Содержание растворенного вещества (**р.в.**) в растворе (**р-р**) можно выразить либо безразмерными единицами – долями или процентами, либо величинами размерными – концентрациями. В таблице приведены некоторые способы выражения состава растворов:

Способ выражения содержания р.в. в р-ре	Обозначения и единицы измерения		Математические выражения	Размерности
	р.в.	р-ра		
Массовая доля, $\omega$	m-масса (г, кг...)	m=100 единиц массы (г, кг...)	$\omega = \frac{m_{p.в.}}{m_{p-ра}} \cdot 100\% \text{ или}$ $\omega = \frac{m_{p.в.}}{m_{p-ра}}$	% -
Молярная концентрация или молярность, $C_M$	$n_M$ – число молей	V=1л	$C_M = \frac{n_M}{V_{(л)}} = \frac{m}{M \cdot V_{(л)}}$ $C_M = \frac{m \cdot 1000(мл / л)}{M \cdot V(мл)}$ <p><math>M</math> – молярная масса, г/моль</p>	$\frac{моль}{л} \leftrightarrow M$
Эквивалентная концентрация или нормальность $C_N, N$	$n_э$ -число моль-эквивалентов	V=1л	$C_N = \frac{n_э}{V_{(л)}} = \frac{m}{M_э \cdot V_{(л)}}$ $C_N = \frac{m \cdot 1000(мл / л)}{M_э \cdot V(мл)}$ <p><math>M_э</math>–молярная масса эквивалента; г/моль-экв.</p>	$\frac{моль-экв}{л} \leftrightarrow n$
Титр, T	m-масса, г	V=1мл	$T = \frac{m_{p.в.}}{V_{p-ра(мл)}}$	$\frac{г}{мл}$

Решение задач на переход от одного способа выражения состава раствора к другому основано на использовании математических соотношений между различными единицами измерения компонентов растворов:

$$\rho = \frac{m}{V} \qquad n_M = \frac{m}{M} \qquad n_{\text{э}} = \frac{m}{M_{\text{э}}}$$

Пример 1

$$C_M \rightarrow \omega; \qquad C_H \rightarrow \omega$$

1) Найти массу 1 л раствора (1 л = 1000 мл)

$$m_{\text{р-ра}} = \rho \cdot V = \rho \cdot 1000$$

2) Определить массу растворенного вещества в 1 л раствора

$$m_{\text{р.в.}} = C_M \cdot M \cdot V_{\text{р-ра}}; \qquad m_{\text{р.в.}} = C_H \cdot M_{\text{э}} \cdot V_{\text{р-ра}}$$

$$V_{\text{р-ра}} = 1 \text{ л}$$

3) Вычислить массовую долю растворенного вещества

$$\omega = \frac{m_{\text{р.в.}}}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\%$$

Пример 2

$$\omega \rightarrow C_M; \qquad \omega \rightarrow C_H$$

1) Найти массу 1 л раствора (см. пример 1)

2) Определить массу растворенного вещества в 1 л раствора

$$\omega = \frac{m_{\text{р.в.}}}{m_{\text{р-ра}}} \Rightarrow m_{\text{р.в.}} = \omega \cdot m_{\text{р-ра}}$$

3) Вычислить число молей (моль-экв) растворенного вещества в 1л раствора, т.е.  $C_M$  ( $C_H$ ):

$$C_M = \frac{m}{M \cdot V_{\text{р-ра}}}; \qquad C_H = \frac{m}{M_{\text{э}} \cdot V_{\text{р-ра}}};$$

$$V_{\text{р-ра}} = 1 \text{ л}$$

Пример 3

$$C_M \rightleftharpoons C_H$$

$$1 \text{ моль} - \text{экв} \quad \text{---} \quad \frac{1 \text{ моль}}{n}$$

$$C_n \frac{\text{моль} - \text{экв}}{\text{л}} \quad \text{---} \quad C_M \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$C_H = C_M \cdot n$$

$$C_M = \frac{C_H}{n}$$

$n$  – число реакционноспособных химических связей в веществе (см. тему «Эквивалент», «Закон эквивалентов»).

Для реакций, протекающих в растворах, состав которых выражен эквивалентной концентрацией, закон эквивалентов можно записать так:

$$C_{H,1} \cdot V_1 = C_{H,2} \cdot V_2 \quad \text{или} \quad N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$$

$V$  – объем раствора, мл или л;

$C_H$  или  $N$  – нормальность раствора.

Это же выражение можно использовать в расчетах по приготовлению разбавленных растворов из более концентрированных и наоборот.

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \text{отношение нормальных концентраций растворов обратно}$$

пропорционально отношению их объемов.

Эквивалентная концентрация растворов связана с его титром соотношением:

$$T = \frac{N \cdot M_{\text{э}}}{1000}$$

### Упражнения и задачи

- 1) Сколько воды и хлорида калия надо взять, чтобы приготовить 250 мл 20%-го раствора ( $\rho=1,133$  г/мл).
- 2) К 500 мл воды добавили 20 граммов гидроксида калия. Определите %-ное содержание вещества в растворе.
- 3) Сколько граммов глауберовой соли  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  потребуется для приготовления 300 граммов 2,5%-го раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ?
- 4) Вычислите молярность и нормальность раствора, в 500 мл которого содержится 50 граммов сульфата аммония.
- 5) Сколько граммов нитрата бария надо взять для приготовления:
  - а) 250 мл 0,05М раствора
  - б) 500 мл 0,05н раствора
- 6) Чему равны нормальность и молярность 16%-го раствора сульфата магния ( $\rho_{\text{р-ра}}=1,17$  г/мл).

- 7) На нейтрализацию 40 мл раствора щелочи пошло 24 мл 0,5н раствора серной кислоты. Какова нормальность раствора щелочи?
- 8) Сколько мл воды нужно прибавить к 0,5л 1,5н раствора HCl для получения 0,5н раствора?
- 9) Какой объем 2%-го раствора карбоната натрия ( $\rho_{\text{р-ра}}=1,19$  г/мл) потребуется для приготовления: а) 1л 0,05М раствора б) 1л 0,05н раствора?
- 10) Смешали 200 граммов 10%-го раствора и 300 граммов 20%-го раствора некоторого вещества. Каково %-ное содержание этого вещества в полученном растворе.
- 11) К 1 л воды прибавлено 100 мл 72%-го раствора азотной кислоты ( $\rho = 1,43$  г/мл). Чему равно %-ное содержание кислоты в полученном растворе?
- 12) Сколько граммов сульфата натрия вступит в реакцию с 50 мл 0,2М раствора гидроксида бария?
- 13) Смешали 50 мл 1М раствора нитрата серебра и 20 мл 1,5М раствора хлорида натрия. Какое вещество и в каком количестве взято в избытке?
- 14) Вычислите массовую долю гидроксида кальция в растворе, полученном растворением 2,5 граммов металлического кальция в 200 мл воды.
- 15) Вычислите %-ное содержание серной кислоты в растворе, полученном растворением 20 граммов оксида серы (VI) в 100 мл воды.

## 2. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ

### Методы количественного анализа

Количественный анализ изучает методы определения количества составных частей (элементов, ионов, молекул, радикалов, функциональных групп и т.д.) в анализируемом образце (веществе, сложном материале, минерале, горной породе). В количественном анализе выделяют методы химические, физические и физико-химические. Отнесение метода к той или иной группе зависит от того, в какой мере определение химического состава вещества данным методом основано на использовании химических или физических процессов, или сочета-



ние тех и других процессов. Химические методы основаны на следующих превращениях: образование осадка или растворение осадка, образование окрашенного соединения или изменение цвета раствора, образование газообразных веществ. К этим методам относятся гравиметрический (весовой), титриметрический (объемный) и газовый анализ.

Физические и физико-химические методы включают оптические, электрохимические, масс-спектральный, хроматографический, радиометрический и др.

### **Метрологические характеристики методов анализа**

Известно, что при любых измерениях есть погрешности. Экспериментатору необходимо уметь оценить погрешности отдельных операций, стадий и химического анализа в целом.

Погрешности подразделяют на *систематические*, *случайные* и *грубые* ошибки. Источником *систематических погрешностей* могут быть неправильно градуированные приборы, мерная посуда, загрязненные реактивы и т.д. Погрешности этого типа постоянны во всех измерениях и имеют постоянный знак (либо все измерения завышены, либо занижены). Для получения достоверного результата систематические погрешности должны быть выявлены, учтены или устранены. *Случайные погрешности* появляются в результате неконтролируемых экспериментатором изменений в ходе эксперимента. Они обусловлены ограниченной точностью используемых приборов, не совершенностью навыков и органов чувств экспериментатора. Устранить случайные погрешности невозможно, поэтому их оценивают, используя приемы математической статистики.

*Грубые ошибки (промахи)* обусловлены личностными качествами экспериментатора: невнимательностью, небрежностью, неправильно выполненными экспериментальными операциями и т.д. При обработке результатов измерений грубые ошибки необходимо выявлять и исключать из обработки. Выбор метода анализа для решения аналитической задачи определяется совокупностью метрологических характеристик метода.

Метрологические характеристики:

- нижняя граница определяемых содержаний;

- правильность;
- сходимость;
- воспроизводимость;
- чувствительность;
- предел обнаружения;
- интервал определяемых содержаний.

Для всех этих характеристик может быть дана количественная оценка.

### **Титриметрический или объемный анализ**

Титриметрическим анализом называют метод количественного химического анализа, который основан на точном измерении объема реактива известной концентрации, необходимого для реакции с данным количеством определяемого вещества. Метод заключается в том, что к раствору определяемого вещества А постепенно прибавляют раствор реактива В известной концентрации. Добавление реактива В продолжается до того момента, пока его количество не станет эквивалентным количеству реагирующего с ним определяемого вещества А.

Количественные определения с помощью этого метода выполняются очень быстро. Момент окончания реакции, когда взаимодействующие вещества полностью прореагируют между собой, называется точкой эквивалентности. В этот момент количества прореагировавших веществ эквивалентны. Титрование - это процесс постепенного приливания одного раствора к другому для определения концентрации одного из этих растворов. При титровании добавляют количество вещества титранта эквивалентное количеству определяемого вещества.

Титрант (титрованный или рабочий раствор или вторичный стандарт) - это раствор с точно известной концентрацией. Титрантом в зависимости от метода могут быть кислота, щелочь, перманганат калия, йод и др., т.е. растворы веществ, точные концентрации которых приготовить нельзя по навеске.

Минеральные кислоты ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ...) выделить в чистом виде невозможно. Щелочи ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ) имеют непостоянный состав, так как, поглощая из воз-

духа  $\text{CO}_2$  и влагу, изменяют состав при хранении и взвешивании. Поэтому раствор титранта готовят примерной концентрации и затем титруют раствором подходящего стандартного вещества, которое должно удовлетворять *следующим требованиям*:

- а) быть устойчивым при хранении, как в твердом состоянии, так и в растворе;
- б) строго соответствовать определенной формуле, хорошо очищаться.

Установление точной концентрации титранта по стандартному раствору (первичному стандарту) называется стандартизацией титранта (рабочего раствора).

Раствор точной концентрации называется титрованным. Он может быть приготовлен и тогда он называется приготовленный стандартный раствор или первичный стандарт или его можно приготовить из фиксанала.

Фиксанал - это запаянная стеклянная ампула с углублениями, в которую помещено точное количество молей эквивалентов массы вещества. Промышленность выпускает фиксаналы с различными веществами в виде растворов ( $\text{HCl}$ ,  $\text{KOH}$ ...), так и в виде сухих веществ ( $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  ...).

Содержимое ампулы фиксанала количественно переносят в мерную колбу определенного объема и доводят водой до метки. Закрывают пробкой и хорошо перемешивают. Можно готовить стандартный раствор из точной навески установочного вещества.

Установочные вещества должны обладать определенными свойствами. Они должны быть химически чистыми, легко очищаться кристаллизацией, иметь постоянный состав с определенной формулой, не изменяющейся при хранении, взвешивании. Быть устойчивыми к окислению, не поглощать влагу,  $\text{CO}_2$  из воздуха. В ходе титрования нужно установить момент окончания реакции, конец титрования, определить точку эквивалентности, когда вещества прореагируют в эквивалентных количествах.

Для фиксирования точки эквивалентности используют:

1. *Безиндикаторный способ*, если окрашенный реагент в процессе реакции изменяет свою окраску.

2. *Индикаторный способ* - используются вещества (*индикаторы*), которые претерпевают различные изменения при титровании: изменение окраски, выпадение в осадок и т.д., и тем самым позволяют фиксировать точку эквивалентности.

3. *Инструментальный*.

### **Классификация методов титриметрического анализа.**

В зависимости от типа химической реакции, составляющей основу метода, в данном пособии рассматриваются только три метода титриметрического количественного анализа:

1. Кислотно - основное титрование (метод нейтрализации) – в основе лежит реакция взаимодействия ионов  $H^+$  с ионами  $OH^-$ :



*сильная      сильное      соль*

*кислота    основание*

*индикатор*



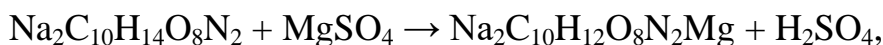
*титрант    слабое      соль*

*основание*

2. Окислительно - восстановительное титрование (редоксиметрия) - основано на применении реакций окисления восстановления:



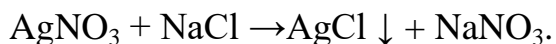
3. Комплексонометрическое титрование - основано на применении реакций образования комплексных соединений:



*Трилон Б*

4. Осадительное титрование:

*индикатор*



*титрант      определяемое*

*вещество*

### 3. ЛИПИДЫ (жиры)

Жиры (триглицериды) – сложные эфиры, образованные трехатомным спиртом глицерином и высшими жирными кислотами.

Обратите внимание на наиболее часто встречающиеся в составе жиров высшие жирные кислоты: предельные кислоты – пальмитиновая и стеариновая, лауриновая и миристиновая; непредельные кислоты – олеиновая и линолевая и леноленовая. Из критериев физических свойств жиров запомните, что такое температура плавления и от чего она зависит, а также йодное число, являющееся показателем ненасыщенности триглицерида. Из химических свойств изучите реакции омыления едкими щелочами и в присутствии контакта Петрова; гидрогенизацию жиров, а также химизм прогоркания жиров. Применение жиров в технике, медицине и ветеринарии.

Мыла – соли высших жирных кислот. В медицине и ветеринарии часто применяется жидкое (калиевое) мыло, называемое медицинским мылом. Важнейшим этапом производства мыла является омыление (гидролиз) жиров едкими щелочами. Изучите реакцию омыления трипальмитина с образованием глицерина и мыла – натриевой соли пальмитиновой кислоты. Что такое свинцовые мыла? Механизм моющего действия мыла.

Вопросы для самопроверки.

1. Какие соединения называются: жир, воск?
2. Напишите уравнение реакции образования триолеина.
3. Что называется омылением? Мылом?
4. Какие соединения называются амидами и как они получают?
5. Напишите уравнение реакции получения мочевины различными способами.

**Контрольные задания**

1. Какие соединения называются жирами? Напишите уравнение реакции триглицерида из 3-х молекул олеиновой кислоты и глицерина.
2. Напишите структурную формулу тристеарина. От чего зависит консистенция жира? Какой химической реакцией можно подтвердить ненасыщенность этого триглицерида?
3. Напишите формулы пяти кислот, которые входят в состав жиров и масел. От чего зависит консистенция жира? Напишите реакцию получения триглицерида из любых трех приведенных выше кислот.
4. Что такое масла? Напишите схему образования триглицерида олеиновой кислоты.
5. Напишите схему реакций получения тристеарина. Какой это консистенции жир? Проведите гидролиз этого жира в присутствии гидроксида калия. Какую консистенцию имеет полученное мыло?
6. Напишите следующие реакции: а) каталитического гидрирования триолеина; б) омыления тристеарина. Назовите продукты реакции.
7. Получите смешанный триглицерид из олеиновой, линолевой и линоленовой кислот. Проведите гидрогенизацию его. Сравните свойства исходного триглицерида и продукта реакции. Назовите оба соединения.
8. Получите сложный эфир из глицерина триолеиновой кислоты. Назовите его. Проведите каталитическое гидрирование этого триглицерида. В чем сущность прогоркания жира?
9. Как химическим способом отличить растительное масло (например, подсолнечное, льняное, конопляное) от минерального машинного и трансформаторного? Напишите реакцию на примере триолеина.
10. Напишите реакцию образования смешанного триглицерида из глицерина, олеиновой кислоты и двух молекул стеариновой кислоты. Назовите его. Проведите омыление этого жира. Что такое мыло?

## 4. УГЛЕВОДЫ

Углеводы – органические соединения, содержащие в молекуле одновременно альдегидную или кетонную группу и несколько спиртовых групп.

Все углеводы разделяются на две большие группы:

I Простые углеводы (моносахариды или монозы). Эти углеводы не подвергаются гидролизу с образованием более простых углеводов.

II Сложные углеводы (полисахариды или полиозы). Эти углеводы подвергаются гидролизу и образуют при этом простые сахара.

### МОНОСАХАРИДЫ

Химические свойства моносахаридов определяются присутствием в их молекулах оксогруппы и спиртовых гидроксильных групп. Все моносахариды, подобно альдегидам и кетонам, при восстановлении образуют спирты.

В зависимости от характера окислителя могут образовываться одноосновные или двухосновные кислоты.

При нагревании глюкозы, маннозы и фруктозы образуется один и тот же озазон.

Действие алкилирующих агентов на моносахариды приводит к образованию неполных и полных простых эфиров.

В результате ацилирования образуются сложные эфиры.

### Вопросы для контроля

1. Классификация углеводов на D- и L-ряды.
2. Особенности строения моносахаридов (карбонильные и циклические формы).
3. Химические свойства моносахаридов.
4. Явление мутаротации.
5. Получение гликозидов.

## Упражнения по теме «Простые сахара»

1. Напишите структурные формулы:

- а) метил -  $\beta$ -D-глюкофуранозида;                      б) метил -  $\alpha$ -D-глюкофуранозида;  
в) этил -  $\alpha$ -D-фруктофуранозида;                      г) пропил  $\beta$ -D-фруктофуранозида.

2. Напишите реакции окисления (в разных условиях) и восстановления моноз:

- а) D-глюкозы;                      б) D-фруктозы.

3. Напишите реакции с хлорангидридом этановой кислоты:

- а)  $\beta$ -D-галактопиранозы;    б)  $\beta$ -D-фруктофуранозы;    в)  $\alpha$ -D-глюкофуранозы.

Назовите образующиеся соединения.

4. Напишите уравнения реакции D-рибозы:

- а) с синильной кислотой;            б) с гидроксиламином;  
в) с ангидридом этановой кислоты.

5. Сколько металлического серебра можно получить при взаимодействии 18 г глюкозы с аммиачным раствором оксида серебра, если выход реакции составляет 75% от теоретического?

6. Напишите уравнения реакций взаимодействия избытка этановой кислоты со следующими моносахаридами:

- а)  $\alpha$ -D-фруктофуранозой;                      б)  $\beta$ -D-глюкофуранозой.

7. Какое вещество получится при действии безводного метанола в присутствии HCl на:

- а)  $\beta$ -D-рибофуранозу;                      б)  $\alpha$ -D-дезоксирибофуранозу.

8. Напишите уравнения образования фруктозо-3-фосфата и рибозо-5-фосфата.

9. Напишите схему перехода в щелочной среде глюкозы во фруктозу.

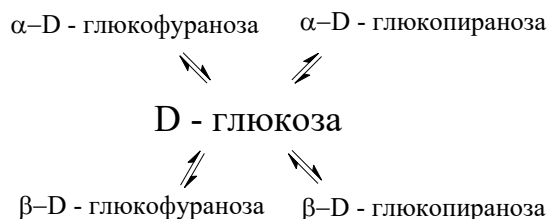
10. Напишите уравнения реакций образования фруктозо-1,6-дифосфата из фруктозы и фосфорной кислоты.

11. Напишите реакции гидрирования:

- а) D-глюкозы;                      б) D-галактозы;                      в) D-фруктозы.



12. В приведенной ниже схеме таутомерного равновесия в растворе D-глюкозы замените названия проекционными формулами:



13. Напишите схемы реакций образования озаона из глюкозы и фруктозы.

14. В чем проявляются особые свойства полуацетального (гликозидного) гидроксила по сравнению со спиртовыми гидроксилами? Напишите схемы взаимодействия (в присутствии HCl как катализатора):

- а)  $\alpha$ - D-глюкопиранозы с этанолом;
- б)  $\beta$ -D-глюкофуранозы с изопропиловым спиртом;
- в)  $\beta$ -D-фруктопиранозы с бензиловым спиртом.

Назовите полученные вещества.

15. Напишите реакции окисления до сахарных кислот:

- а) D-глюкозы;
- б) D-рибозы.

### Вопросы для контроля.

1. Строение ди- и полисахаридов.
2. Химические свойства дисахаридов.
3. Строение крахмала и гликогена.
4. Строение клетчатки.
5. Гидролиз полисахаридов.

### Упражнения по теме «Дисахариды и полисахариды»

1. Напишите уравнение реакции следующих дисахаридов:
  - а) лактозы;
  - б) мальтозы.
2. Напишите уравнение реакций взаимодействия:
  - а) хлористого пропионила с лактозой;

б) бромистого ацетила с целлобиозой.

Назовите продукты реакций.

3. Напишите уравнение реакции окисления дисахаридов в мягких условиях:

а) мальтозы;                      б) целлобиозы;                      в) лактозы.

Назовите образующиеся кислоты.

4. Напишите уравнения реакций взаимодействия метилового спирта (в присутствии катализатора HCl):

а) с мальтозой;                      б) с лактозой.

Назовите полученные соединения.

5. Напишите схему образования озаона лактозы.

6. Получите из целлюлозы метилцеллюлозу, этилцеллюлозу, условно считая, что алкилированию подвергаются все гидроксильные группы.

7. С помощью каких химических реакций можно отличить сахарозу от мальтозы?

8. Напишите схемы строения крахмала и целлюлозы.

9. Напишите гидролиз сахарозы, используя структурные формулы. В чем заключается явление инверсии? Что такое инвертный сахар?

10. Напишите реакции взаимодействия лактозы со следующими веществами: ангидридом этановой кислоты, гидроксиламином, фенилгидразином.

11. Напишите схему образования озаона целлобиозы.

12. Напишите уравнение реакции гидролиза целлобиозы.

13. Напишите схемы образования следующих дисахаридов:

а) целлобиозы;                      б) сахарозы.

14. Как реагирует сахароза с избытком уксусного ангидрида?

15. Напишите схему получения оксима целлобиозы?

16. Какова причина растворения  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  в растворе сахарозы?

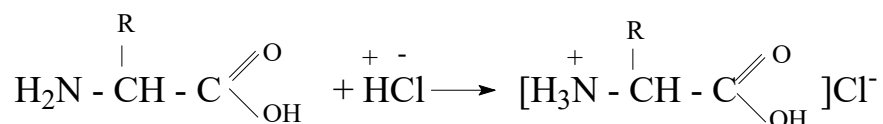
Как называются соединения образующиеся при этом?

## 5. АМИНОКИСЛОТЫ, БЕЛКИ

Аминокислотами называются соединения, в молекуле которых содержатся одновременно аминные и карбоксильные группы.

Аминокислоты проявляют свойства, характерные как для кислот, так и для аминов. Кроме того, аминокислоты обладают специфическими свойствами, характерными для соединений содержащих две различные по своей природе функциональные группы.

В связи с наличием аминогрупп аминокислоты дают соли с кислотами, например:



При действии азотистой кислоты на аминокислоты реакция протекает так же, как и в случае аминов. Из первичных аминов образуются спирты, из аминокислот - оксикислоты. В качестве ацилирующих агентов применяют галогенангидриды и ангидриды кислот. При алкилировании галогеналкилами образуются моно-, ди-, триалкилпроизводные.

Аминокислоты, как и алифатические кислоты, образуют соли, сложные эфиры, галогенангидриды и другие производные.

Особую группу составляют реакции, связанные с наличием и взаимным влиянием амино- и карбоксильных групп. Это отношение аминокислот к нагреванию.  $\alpha$ -Аминокислоты при нагревании, отщепляя воду, образуют циклические соединения – дикетопиперазины.  $\beta$ -Аминокислоты при нагревании выделяют аммиак и превращаются в непредельные кислоты.  $\gamma$ - и  $\delta$ -Аминокислоты легко отщепляют воду и циклизуются, образуя циклические амиды – лактамы.

$\alpha$ -Аминокислоты при взаимодействии с гидроксидом меди (II) образуют комплексные соли:



### Упражнения по теме «Аминокислоты. Белки»

1. Напишите все изомеры аминокислот состава  $C_4H_9O_2N$  (их пять). Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.
2. Напишите реакцию изомасляной кислоты с бромом и полученного соединения с избытком аммиака.
3. Напишите уравнения реакций взаимодействия с водным раствором щелочи и с соляной кислотой следующих аминокислот:
  - а) глицина;
  - б) аланина;
  - в) фенилаланина.
4. Подвергните нагреванию  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -аминовалериановые кислоты. Назовите полученные соединения.
5. Напишите уравнения реакций действия азотистой кислоты на:
  - а) глицин;
  - б) аланин;
  - в) серин.
6. Напишите уравнение реакции декарбоксилирования следующих аминокислот:
  - а) лизин;
  - б) орнитин.
7. Напишите уравнения реакции гидролиза:
  - а) аланилглицина;
  - б) аланилаланина;
  - в) глицилсерина.
8. Предложите схему синтеза аланина из этилового спирта. Для аминокислоты напишите уравнения реакции:
  - а) с  $HCl$ ;
  - б) с  $NaOH$ ;
  - в) с  $HNO_3$ .
9. Напишите формулы промежуточных и конечных продуктов в схеме:
 
$$CH_2 = CH_2 \xrightarrow{HOCl} A \xrightarrow{KCN} B \xrightarrow{HBr} V \xrightarrow{NH} \Gamma \xrightarrow{H_2O} Д$$
10. Напишите схему следующих превращений:  
аланин  $t^0 \rightarrow$  дикетопиперазин  $H_2O \rightarrow$  дипептид.
11. Дополните схему следующих превращений:  
3-амино-2-метилбутановая кислота  $t^0 \rightarrow A \xrightarrow{HBr} B \xrightarrow{NH_3} V$   
Назовите конечный продукт.
12. Из ацетилена получите аланин.
13. Из этилена получите аланил-глицин.

14. Напишите формулы следующих трипептидов:

- а) аланил-глицил-серин;
- б) глицил-фенилаланил-аланин;
- в) глицил-лизил-триптофан.

15. С аланином проведите следующие реакции:

- а) с этиловым спиртом;
- б) с аммиаком;
- в) с гидроксидом меди.

**Список использованной литературы**

1. Грандберг И.И. Органическая химия. – М.: Дрофа, 2013, с.145-190, 261-275.
2. Грандберг И.И. Практические работы и семинарские занятия по органической химии. – М.: Дрофа, 2013, с.340-345.
3. Крусъ Г.Н., Шалыгина А.М., Волокитина З.В. Методы исследования молока и молочных продуктов. – М.: Колос, 2000. – 368 с.
4. Антипова Л.В., Глотова Н.Н. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001. – 371 с.
5. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочные таблицы / под ред Скурихина И.М., Тутельяна В.А.– М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.