

Материалы по контролю качества подготовки студентов

Ранее учебно-методическим советом по химии были изданы две разработки: «Сборник примерных контрольных вопросов для оценки уровня остаточных знаний студентов, обучающихся по специальности 011000-химия и направлению 510500-химия» (2004 год) и «Оценочные и диагностические средства для итоговой государственной аттестации выпускников вузов по специальности 011000-химия» (2004 год).

Настоящая разработка включает рекомендации по организации системы контроля усвоения студентами основной образовательной программы (ООП) подготовки бакалавров химии по направлению 020100.62 по дисциплинам базовой части цикла Б.3 («Профессиональные (специальные) дисциплины»), а также базовой и вариативной частей цикла М.2 («Профессиональные (специальные) дисциплины») подготовки магистров химии по направлению 020100.68. Предлагаемый материал носит предварительный и выборочный характер, поскольку после утверждения Федерального государственного образовательного стандарта третьего поколения (февраль – март 2008 года) в содержание ООП могут быть внесены существенные изменения.

Раздел 1. Подготовка бакалавров химии.

В ФГОС подготовки химиков по направлению 020100 записано, что прежде всего выпускники бакалавриата должны быть подготовлены к продолжению обучения в магистратуре. Поэтому активизация процесса обучения студентов и постоянный контроль знаний являются важнейшей задачей вузов. Они могут осуществляться в форме **текущего контроля** (опрос на семинарских занятиях, предварительная беседа перед выполнением лабораторных работ, проверка домашних заданий), затем **рубежного контроля** (проведение контрольных работ по плану семинарских занятий, проведение коллоквиумов по модулям учебных дисциплин, проведение контрольных работ на лекциях) и наконец **итогового семестрового контроля** (защита курсовых работ, проведение сессионных экзаменов). **Итоговая государственная аттестация** (государственный экзамен по химии или защита выпускной квалификационной работы) позволяет оценить уровень профессиональной компетенции выпускника.

Эти формы контроля знаний в настоящее время широко используются преподавательскими коллективами, ведущими подготовку химиков классического университетского профиля. Вузы могут также реализовывать и другие формы контроля, исходя из имеющегося опыта и специфики запросов работодателей.

Ниже приведены выборочные примеры вопросов для проведения текущего, рубежного и итогового контроля, подготовленные по некоторым дисциплинам учебного плана и опробованные преподавателями химического факультета МГУ. Количество вопросов определяется важностью курса и его трудоемкостью. По неорганической, аналитической и органической химии читаются лекции, проводятся семинарские занятия и лабораторные работы (общая трудоемкость каждой дисциплины составляет 18 зачетных единиц или 648 академических часов, аудиторная нагрузка студентов до 16 часов в неделю в двух семестрах), по курсу высокомолекулярных соединений читаются лекции и ведутся лабораторные работы (общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы или 144 академических часа, аудиторная нагрузка по 4 часа в

неделю в двух семестрах), по курсу химических основ биологических процессов (общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц или 180 академических часов, аудиторная нагрузка 4 часа в неделю в одном семестре). Форму опроса – устный опрос, письменный опрос или тестирование, а также объем заданий для внеаудиторных занятий и количество вопросов в заданиях, тестах и экзаменационных билетах каждый вуз, по мнению УМС по химии, должен определять самостоятельно.

В разделах 1 и 2 весь материал, вопросы, который вузы могут использовать для контроля знаний студентов, приводится в авторской редакции.

«Неорганическая химия»

I. Текущий контроль: тесты, вопросы к практическим занятиям.

Примеры заданий

Тест 1

Вопрос 1.	В атмосфере какого окисла азота гаснет тлеющая лучинка?
1	NO
2	NO ₂
3	N ₂ O
Вопрос 2.	Каков один из продуктов взаимодействия и сумма коэффициентов в правой части уравнения реакции N ₂ H ₄ + CuCl ₂ в щелочной среде?
1	Cu 8
2	Cu 11
3	Cu ₂ O 17
4	Cu ₂ O 8
Вопрос 3.	Какое соединение образуется при взаимодействии белого фосфора с избытком раствора AgNO ₃ ?
1	H ₃ PO ₃
2	H ₃ PO ₂
3	H ₃ PO ₄
4	(HPO ₃)*X
Вопрос 4.	Какое соединение образуется при взаимодействии раствора H ₃ PO ₃ с AgNO ₃ при нагревании ?
1	PH ₃
2	H ₃ PO ₄
3	Ag ₃ PO ₄
4	H ₃ PO ₂
Вопрос 5.	Какое соединение является наиболее сильным окислителем?
1	KBiO ₃
2	NaH ₂ PO ₄
3	Na ₃ AsO ₄
4	Na[Sb(OH) ₆]
Вопрос 6.	При какой температуре будет устойчива смесь NO ₂ и N ₂ O ₄ , в которой P(NO ₂) = P(N ₂ O ₄) = 1 атм? Необходимые термодинамические константы взять из 'Практикума'.
1	46 C
2	0 C
3	100 C
4	319 C

Вопрос 7.	Напишите уравнение реакции $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ и подсчитайте сумму коэффициентов в правой части уравнения. Укажите продукт окисления Na_2HPO_3 .
1	5 P_2O_5
2	15 $(\text{HPO}_3)_n$
3	16 H_3PO_4
4	10 Na_2HPO_4
Вопрос 8.	Как меняются окислительные свойства высших кислородсодержащих кислот элементов VA группы (рассмотреть RedOx-пары $\text{NO}_3^-/(1/2)\text{N}_2$; $\text{H}_3\text{PO}_4/(1/4)\text{P}_4$; $\text{H}_3\text{AsO}_4/\text{As}$; $\text{HSb}(\text{OH})_6/\text{Sb}$; $\text{Bi}_2\text{O}_5 \cdot x(\text{H}_2\text{O})/\text{Bi}$; $\text{pH}=0$).
1	$\text{Bi} > \text{N} > \text{As} > \text{Sb}$ приближенно равны P
2	$\text{N} > \text{P} > \text{As} > \text{Sb} > \text{Bi}$
3	$\text{N} > \text{Bi} > \text{As}$ приближенно равны $\text{Sb} > \text{P}$
4	$\text{Bi} > \text{N} > \text{P}$ приближенно равны $\text{As} > \text{Sb}$

Вопросы к практическим занятиям.

1. Какие соединения существуют в системе «иод – хлор»?
2. Что образуется в результате растворения хлора в воде? Напишите уравнение реакции. Как зависит растворимость хлора в воде от температуры?
3. Как соотносится сила соляной, угольной и хлорноватистой кислот? Может ли угольная кислота вытеснить хлорноватистую кислоту из ее соли?
4. В каких условиях может быть получен кислород из пероксида бария и бертолетовой соли? Напишите уравнения реакций.
5. Как влияет на интенсивность горения веществ замена воздуха кислородом? Чем это объясняется? Почему у кислорода низкие температуры плавления и кипения? Какое строение имеет молекула озона?
6. Выпишите значения произведения растворимости сульфидов железа(II), марганца (II), цинка, кадмия, свинца, сурьмы и меди. Объясните, используя понятие "произведение растворимости", процесс осаждения и растворения сульфидов. Сульфиды каких металлов не растворяются в соляной кислоте? В чем они растворимы?
7. В каком порядке следует приливать воду и концентрированную серную кислоту для приготовления растворов различной концентрации?
8. В чем различие действия концентрированных и разбавленных растворов серной кислоты на металлы? Чем объясняется большая сила и устойчивость серной кислоты по сравнению с сернистой кислотой? Сравните окислительное действие серной и сернистой кислот.
9. Почему при взаимодействии хлорной, бромной и иодной воды с тиосульфатом натрия получают различные продукты окисления серы? Какое техническое название имеет тиосульфат натрия?
10. Чем объясняется различный характер разложения аммонийных солей при нагревании? Какие соли аммония возгоняются? Как доказать экспериментально, что использованные соли являются солями аммония?
11. Какое строение имеют гидразин, гидразингидрат, сульфат гидразина и гидроксилламин? Какими свойствами обладают эти соединения?
12. Как отличить оксид азота(I) от кислорода? Какими свойствами обладает оксид азота (I).

13. Какова реакция раствора буры на универсальный индикатор и чем она обусловлена? Написать уравнение реакции гидролиза буры в молекулярной и ионной формах. Как можно усилить гидролиз буры?

II. Рубежный контроль: коллоквиумы (6 в 1 семестре, 4 во втором семестре), курсовые контрольные работы (4 в первом семестре, 3 во втором семестре).

Примеры заданий.

Вопросы коллоквиумов.

1. Какие из перечисленных ниже солей щелочных металлов будут подвергаться гидролизу: LiCH_3COO , LiCl , NaNO_2 , NaClO , NaClO_4 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, KBr , K_2CO_3 ? Напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза этих соединений.

2. Укажите, как меняются в ряду $\text{Li} - \text{Na} - \text{K} - \text{Rb} - \text{Cs}$:

- атомные радиусы;
- первый потенциал ионизации атомов;
- стандартный электродный потенциал в водном растворе;
- продукты окисления металлов при горении на воздухе.

3. Предложите несколько способов перевода Al_2O_3 и BeO в растворимые соединения.

4. Для кислот H_3PO_n ($n = 2; 3; 4$):

- приведите структурные формулы;
- предложите способы их получения из фосфида кальция;
- приведите названия кислот и их магниевых солей (и стехиометрические формулы солей);
- напишите реакцию взаимодействия H_3PO_3 с избытком CsOH .

5. Для комплексных ионов Ni^{2+} (диамагнитного $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$, парамагнитных $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ и $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$) укажите:

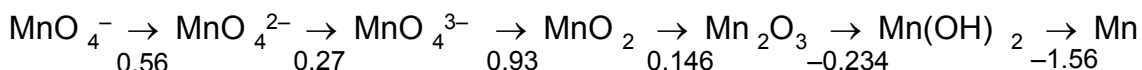
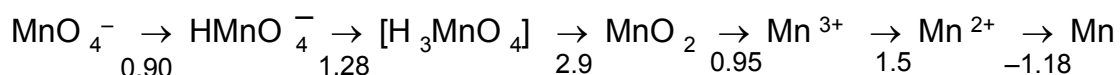
- электронную конфигурацию Ni^{2+} ;
- тип гибридизации валентных орбиталей Ni^{2+} ;
- координационный полиэдр;
- значение $\mu_{\text{эф.}}$ (м.Б.).

6. Определите, возможно ли термодинамически окисление Cr^{2+} водой в отсутствие кислорода воздуха в растворе, содержащем 10^{-3} моль/л HCl , если $E^\circ(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}^{2+}) = -0.409 \text{ В}$; $a(\text{Cr}^{2+}) = a(\text{Cr}^{3+}) = 1$. Напишите соответствующие уравнения реакций.

7. Получите из природного соединения марганца перманганат калия и $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

8. Сопоставьте и объясните кислотно-основные свойства в ряду $\text{Mn(II)} - \text{Mn(IV)} - \text{Mn(VII)}$. Ответ подтвердите уравнениями реакций.

9. На основании диаграмм Латимера для $\text{pH} = 0$ и $\text{pH} = 14$ соответственно:

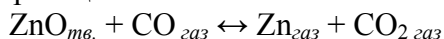


1) Определите устойчивость к процессам диспропорционирования Mn^{3+} в стандартных условиях ($\text{pH}=0$). Напишите уравнение реакции.

2) Оцените граничные значения pH , при которых ион $\text{Mn}^{3+}_{\text{aq}}$ термодинамически устойчив к диспропорционированию.

3) Определите, какая из форм марганца, устойчивая к диспропорционированию, может взаимодействовать с растворителем с выделением кислорода при $\text{pH}=14$, если $E^\circ(\text{O}_2/\text{OH}^-) = 0.4 \text{ В}$.

4) Чистые ZnO и CO находятся в смеси при 1300K и общем давлении 1 атм. до тех пор, пока реакция



не достигнет равновесия. Плотность газообразной смеси стала равной 0.344 г/л .

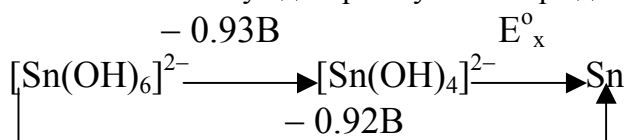
5). Найдите:

а) мольную долю CO , прореагировавшего с ZnO ;

б) константу равновесия K_p для данной реакции.

Контрольная работа №4 (1 семестр)

1. Используя диаграмму Латимера для олова ($\text{pH}=14$):



а) Определите неизвестное значение E°_x .

б) Определите, будут ли устойчивы к диспропорционированию соединения олова (II) при $\text{pH} = 14$. Ответ поясните.

в) Определите, будут ли соединения олова (II) восстанавливать $\text{Bi}(\text{OH})_3$ при $\text{pH} = 14$. $E^\circ(\text{Bi}(\text{OH})_3/\text{Bi}) = -0.45 \text{ В}$. Ответ подтвердите расчетом $\Delta_r G^\circ$. Напишите уравнение реакции.

(4 балла)

2. В трех пробирках находятся продукты взаимодействия $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, Na_2SiO_3 , Na_2HPO_4 с водой.

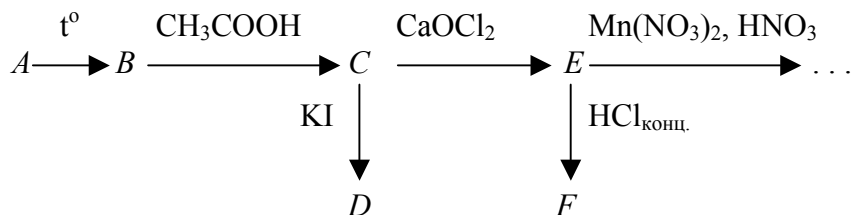
а) Какие процессы протекают при растворении этих веществ в воде? Напишите уравнения реакций.

б) Определите содержимое каждой пробирки, используя характерные реакции для соединений элементов V, IV групп Периодической системы. Напишите уравнения всех предложенных Вами реакций.

(6 баллов)

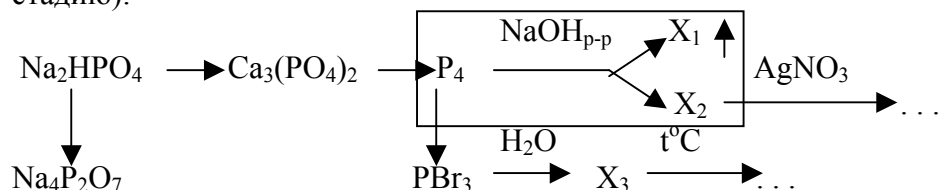
3. Вещество **A** разлагается при нагревании на кислород, бурый газ и желтое вещество **B**, которое растворяется в 50%-ной уксусной кислоте с образованием бесцветного раствора вещества **C**. Если к этому раствору добавить раствор KI , выпадают желтые кристаллы **D**. Раствор вещества **C** реагирует с раствором CaOCl_2 (щелочная среда) с образованием коричневого осадка **E**, при взаимодействии которого с концентрированной соляной кислотой образуется соль **F** и выделяется желто-зеленый газ. Если вещество **E** внести в подкисленный раствор $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$, то раствор становится малиновым.

Определите вещества **A-F**, напишите уравнения всех реакций. При ответе используйте следующую схему:



(6 баллов)

4. Напишите уравнения реакций следующих превращений (в одну стадию):



X_i -вещества, содержащие фосфор.

Для выделенной реакции напишите электронно-ионные уравнения полуреакций.

(9 баллов) III.

Семестровый контроль – письменный экзамен.

Примеры заданий.

II семестр. Экзаменационный билет.

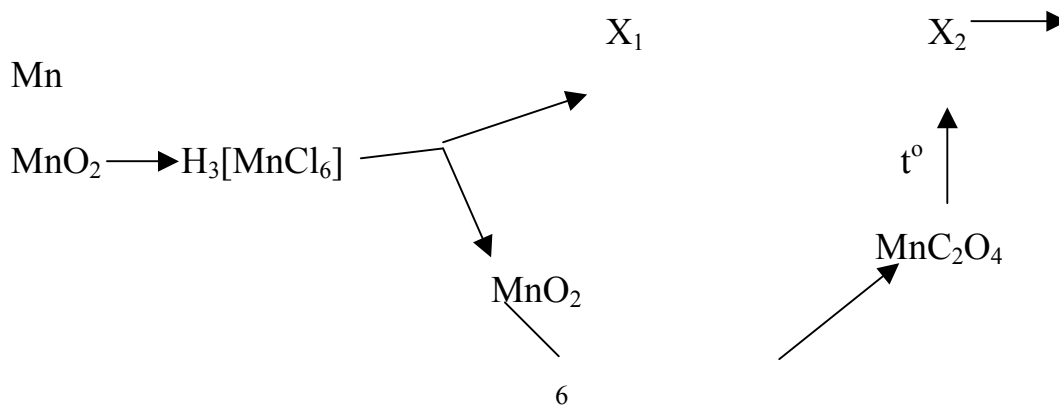
Вариант 1.

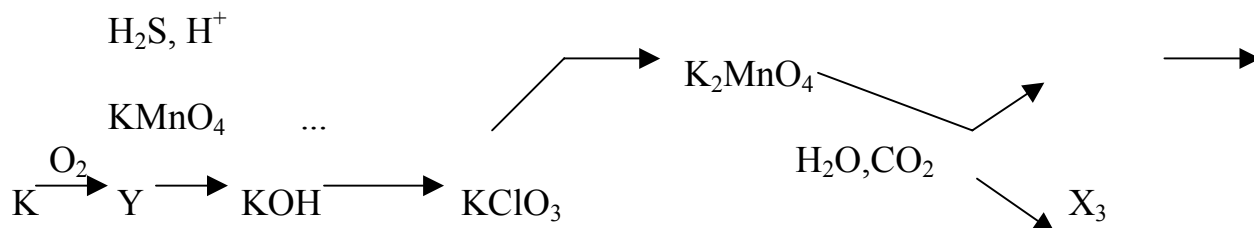
1. Известны величины эффективных магнитных моментов комплексов: $(\text{NH}_4)_3[\text{VF}_6]$ – 2.83 м.Б., $(\text{NH}_4)_3[\text{CrF}_6]$ – 3.87 μB , $(\text{NH}_4)_3[\text{MnF}_6]$ – 4.90 μB .

- 1) Нарисуйте схематически распределение электронов на расщепленных d-орбиталях центральных ионов (ТКП).
- 2) Вычислите ЭСКП для всех перечисленных комплексов.
- 3) Расставьте комплексы в порядке возрастания их термодинамической устойчивости, считая Δ_0 приблизительно одинаковой для всех трех комплексов.

(14 баллов)

2. Напишите уравнения следующих одностадийных процессов, укажите условия их проведения:





X_i – вещества, содержащие марганец, Y – вещество, содержащее калий.

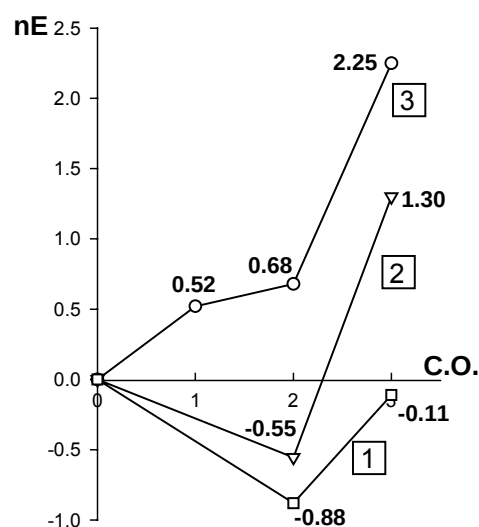
(18 баллов)

3.1) Укажите, как меняются восстановительные свойства в ряду соединений Fe(II)-Co(II)-Cu(II). Напишите уравнения реакций взаимодействия сульфатов Fe(II), Co(II), Cu(II) с пероксидом водорода: (а) в кислой среде, (б) в среде раствора аммиака.

2) Укажите, как меняются восстановительные свойства металлов в ряду Cu – Co – Fe при взаимодействии с раствором соляной кислоты. Взаимодействует ли раствор сульфата кобальта (II) с железом и медью? Ответ подтвердите уравнениями реакций, укажите условия их проведения.

3) На рисунке представлен фрагмент диаграммы Фроста (pH = 0) для Cu, Co и Fe. Определите, какому из элементов соответствуют линии 1, 2, 3 на этой диаграмме. Ответ мотивируйте.

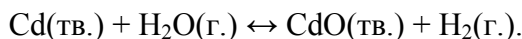
4) Определите, устойчивы ли по отношению к воде соединения Co(III) при pH = 0. Напишите уравнение соответствующей реакции и рассчитайте ΔE_r^o ($E_{\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}}^o = 1.23$ В).



5) Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно различить два синих осадка: основной соли кобальта $(\text{Co}(\text{OH}))_2\text{SO}_4$ и гидроксида меди(II).

6) Сравните величины pH (<, >, =) растворов FeCl_2 и FeCl_3 одинаковой молярной концентрации. Ответ поясните. **(26 баллов)**

4. При пропускании паров воды над нагретым кадмием устанавливается равновесие:



При 150°C степень превращения воды ($\alpha_{\text{H}_2\text{O}}$) на выходе из прибора составляет 0.188, а при 200°C $\alpha_{\text{H}_2\text{O}} = 0.134$ ($p_{\text{общ.}} = 1$ атм).

Определите $\Delta_f H_{298}^0$ и S_{298}^0 CdO , считая $\Delta_f H^0$ и $\Delta_f S^0$ не зависящими от температуры.

	Cd(тв.)	H ₂ O (г.)	H ₂ (г.)
$\Delta_f H_{298}^0$, кДж/моль	0	-241.82	0
S_{298}^0 , Дж/моль*К	51.76	188.72	130.52

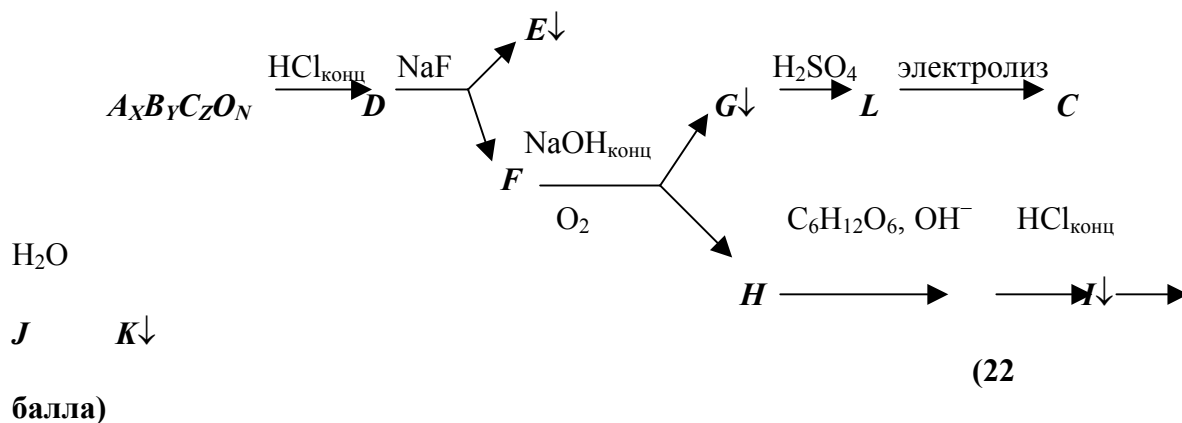
(10 баллов)

5. При растворении 6.421 г вещества $A_xB_yC_zO_N$ (A , B , C – катионы металлов) в концентрированной соляной кислоте выделился желто-зеленый газ (только катион C может окислить HCl) и образовался голубой раствор D .

При добавлении к раствору D фторида натрия выпал белый осадок E (0.78 г, что составляет 0.01 моль вещества) и образовался голубой раствор F . При взаимодействии раствора F с избытком концентрированного раствора $NaOH$ на воздухе образовался темно-коричневый осадок G , а раствор приобрел синий цвет (раствор H). При взаимодействии щелочного раствора H с глюкозой получилось 2.145 г красно-оранжевого осадка I , растворяющегося в концентрированной соляной кислоте (бесцветный раствор J). Разбавляя J водой, можно получить белый осадок K .

Вещество G растворяется в серной кислоте с выделением бесцветного газа и образованием раствора L , электролизом которого получили 2.196 г металла C .

Напишите уравнения реакций, соответствующих схеме, проведите необходимые расчеты и определите состав вещества $A_xB_yC_zO_N$ и степень окисления катиона C .



Вопросы подготовлены методической комиссией кафедры неорганической химии.

«Аналитическая химия»

Вопросы для текущего контроля знаний студентов

(опрос во время семинаров, при допуске к выполнению и проверке результатов практических работ в лаборатории)

Кисотно-основное равновесие, кислотно-основное титрование

1. Сформулируйте основные положения теории Брэнстеда—Лоури.
2. Что такое буферный раствор, в каких случаях его необходимо использовать? Каковы свойства буферных растворов?
3. Приведите примеры нивелирующего и дифференцирующего эффектов растворителя.
4. Чем объясняется буферное действие растворов амфолитов?
5. Дайте определение реакции гидролиза и константы гидролиза с позиции теории Брэнстеда—Лоури.

6.Какая реакция лежит в основе метода кислотно-основного титрования? Какие требования предъявляют к реакциям, лежащим в основе титриметрического метода анализа?

7.Что такое химический эквивалент, фактор эквивалентности и молярная масса эквивалента?

8.Что такое конечная точка титрования? Какие соединения называют кислотно-основными индикаторами? Приведите примеры кислотно-основных индикаторов.

9.Что называют показателем титрования pT и интервалом pH перехода окраски индикатора? Как связаны константа кислотности и интервал перехода окраски индикатора?

10.Укажите на кривых титрования области буферного действия, а также точку с максимальной буферной емкостью.

11.Назовите типы индикаторных погрешностей. Какие индикаторные погрешности следует учитывать при титровании с метиловым оранжевым и фенолфталеином в следующих системах: а) $HCl + NaOH$; б) $CH_3COOH + NaOH$; в) $NH_3 + HCl$; г) $NaCO_3 + HCl$?

12. Перечислите способы титрования. В каком случае и почему применяют тот или иной способ?

Комплексообразование и комплексометрическое титрование

1.Назовите основные признаки комплексного соединения. Что такое комплексообразователь, лиганд?

2.В чем различие внутри- и внешнесферных комплексов?

3.Назовите факторы, определяющие реакционную способность органического реагента.

4.Чем отличается внутрикомплексное соединение от хелата?

5.Назовите свойства ионов металлов, относящихся к жестким и мягким кислотам.

6.Как зависит селективность органического реагента от его кислотно-основных свойств?

7.Что такое хелатный эффект?

8.Какие факторы определяют устойчивость комплексов?

9.Приведите примеры реагентов, образующих комплексы, используемые в аналитической химии.

10.Чем отличаются гетерополиядерные и гомополиядерные комплексы?

11.Перечислите отличительные признаки однородно- и смешанолигандных комплексов.

12.В чем сущность метода комплексометрии?

13.Каковы основные требования к реакциям, применяемым в методе комплексометрического титрования?

14.В каких координатах строят кривую комплексометрического титрования? Какие факторы влияют на величину скачка титрования?

15.Назовите способы обнаружения конечной точки титрования в комплексометрии.

16.Объясните сущность прямого, обратного, вытеснительного и косвенного способов комплексометрического титрования. В каких случаях применяют каждый из них?

Окислительно-восстановительное равновесие и окислительно-восстановительное титрование

1. Как оценить полноту протекания реакции окисления—восстановления?
2. Какие факторы влияют на величину стандартного и формального потенциалов?
3. Как можно изменить направление окислительно-восстановительной реакции? Приведите примеры.
4. Как ускорить медленные окислительно-восстановительные реакции? Приведите примеры.
5. В каких координатах строят кривую окислительно-восстановительного титрования?
6. В каких случаях кривая титрования симметрична, а в каких ассиметрична относительно точки эквивалентности? Приведите примеры.
7. Приведите в общем виде уравнения для расчета потенциала системы при построении кривой окислительно-восстановительного титрования *а)* до точки эквивалентности; *б)* в точке эквивалентности; *в)* после точки эквивалентности.
8. Почему нельзя рассчитать потенциал системы до начала титрования?
9. Какие факторы влияют на величину скачка на кривой титрования? Приведите примеры приемов увеличения скачка титрования.
10. Укажите способы фиксирования конечной точки титрования в методах окислительно-восстановительного титрования.
11. Объясните принцип действия окислительно-восстановительных индикаторов. Укажите наиболее распространенные из них.
12. Напишите уравнение для расчета интервала перехода окраски окислительно-восстановительного индикатора.
13. Дайте общую характеристику (основное уравнение реакции, первичные и вторичные стандартные растворы, индикаторы, условия титрования и области применения) методов окислительно-восстановительного титрования: дихроматометрии; перманганатометрии; йодометрии.

Равновесие в системе осадок - раствор

1. Почему насыщенные растворы малорастворимых соединений можно считать идеальными?
2. Какие факторы влияют на термодинамическую и концентрационные константы произведения растворимости?
3. Какие факторы влияют на растворимость соединений?
4. Сформулируйте условия образования и растворения осадков.

Гравиметрический метод анализа

1. Почему в гравиметрическом анализе важны и термодинамический, и кинетический аспекты процесса осаждения?
2. Какие свойства осадка определяют его пригодность в качестве осаждаемой формы?
3. Как обеспечить эффективную и быструю коагуляцию коллоидов при получении аморфного осадка?

4. Каково соотношение скоростей агрегации частиц и ориентации молекул при получении аморфного и кристаллического осадков?

5. Укажите основные причины потерь при промывании кристаллических и аморфных осадков.

Методы разделения и концентрирования

1. Перечислите факторы, от которых зависит коэффициент распределения.

2. При каких значениях коэффициентов разделения и коэффициентов распределения достигается количественное разделение веществ?

3. Какие условия необходимо создать для перехода вещества из водной фазы в органическую?

4. Укажите различия между константой и коэффициентом распределения.

5. От каких факторов зависит степень извлечения вещества?

6. Какие растворители используют для экстракции координационно-насыщенных и координационно-ненасыщенных внутрикомплексных соединений?

7. Какие преимущества имеют органические коллекторы при соосаждении микрокомпонентов?

8. Укажите различия между дистилляцией и отгонкой.

Укажите различия между направленной кристаллизацией и зонной плавкой.

Спектроскопические методы анализа

Атомная спектроскопия

1. Дайте определение спектроскопических методов анализа.

2. Перечислите наиболее важные параметры электромагнитного излучения.

3. Укажите, по каким признакам можно классифицировать спектры.

4. Укажите три основные характеристики спектральной линии.

5. По каким принципам можно классифицировать спектроскопические методы?

6. Каков характер физических процессов в атомах и молекулах в зависимости от энергии электромагнитного излучения?

7. Что такое электромагнитный спектр? Как он изображается графически?

8. Какие физические процессы лежат в основе: а) оптических; б) рентгеновских методов атомной спектроскопии?

9. Перечислите основные оптические и рентгеновские методы атомной спектроскопии.

10. На чем основан метод атомно-эмиссионной спектроскопии?

11. Что является источником возбуждения атомов в атомно-эмиссионной спектроскопии?

12. Перечислите основные типы атомизаторов в атомно-эмиссионной спектроскопии. Какие из них пригодны для анализа растворов, какие — для анализа твердых проб?

13. Приведите зависимость интенсивности атомно-эмиссионной линии от концентрации (уравнение Ломакина—Шайбе) и укажите смысл входящих в него параметров.

14. Какой источник атомизации целесообразно использовать для атомно-эмиссионного определения: а) кальция в природной воде; б) никеля в стали?

15. В чем роль атомизатора: а) в атомно-эмиссионном; б) в атомно-абсорбционном методах анализа?

16. Что является аналитическим сигналом в атомно-абсорбционной спектроскопии? Как он связан с концентрацией определяемого соединения?

17. Перечислите основные типы атомизаторов, применяемых в атомно-абсорбционной спектроскопии.

18. В чем преимущества электротермического способа атомизации перед пламенным в атомно-абсорбционной спектроскопии?

19. Какие основные типы источников излучения в атомно-абсорбционной спектроскопии вам известны?

20. Какой метод — атомно-эмиссионной или атомно-абсорбционной спектроскопии целесообразно использовать для качественного анализа? Почему?

Молекулярная спектроскопия

1. Сформулируйте основной закон светопоглощения.

2. Перечислите причины отклонений от основного закона светопоглощения в спектрофотометрии. Приведите конкретные примеры.

3. Каков физический смысл молярного коэффициента поглощения? Как на него влияют: а) длина волны падающего света; б) концентрация раствора; в) природа вещества? Какое значение для фотометрической реакции имеет абсолютное значение величины молярного коэффициента поглощения?

4. Что такое фотометрическая реакция? Всегда ли ее проводят? Какие требования к ней предъявляют?

5. Сформулируйте требования, предъявляемые к фотометрическим реагентам.

6. Перечислите основные причины погрешностей в спектрофотометрии.

7. В чем суть дифференциальных методов спектрофотометрии?

8. Что такое люминесценция? Почему при комнатной температуре не все вещества люминесцируют? Является ли люминесценция равновесным процессом?

9. Дайте классификацию методов люминесцентной спектроскопии.

10. Что представляет собой спектр возбуждения и что он характеризует?

11. Что такое флуоресценция? Каковы её спектральный состав и длительность свечения?

12. Сформулируйте правило Каши, закон Вавилова и правило Стокса-Ломмеля.

13.Какая из характеристик люминесценции (спектр люминесценции, квантовый и энергетический выходы люминесценции, величина стоксовского смещения) зависит от длины волны возбуждающего света?

14.В чем заключается правило зеркальной симметрии (правило Левшина)?

15.Что служит источником излучения при возбуждении люминесценции? Почему целесообразнее измерять флуоресценцию под прямым углом к источнику возбуждения? В каких случаях выгоднее использовать другие способы? Почему нельзя долго освещать флуоресцирующие растворы при их анализе?

16.Каковы метрологические характеристики флуориметрического метода анализа?

Электрохимические методы анализа

1.Каково происхождение аналитического сигнала в электрохимических методах анализа?

2.Назовите основные требования к индикаторному электроду и электроду сравнения. В каких случаях в вольтамперометрии необходимо работать с трехэлектродной ячейкой? Какова роль вспомогательного электрода?

3.Что такое равновесный потенциал? Как измерять потенциал индикаторного электрода, чтобы его можно было приравнять равновесному?

4.Каковы общие свойства мембран, используемых для изготовления ионоселективных электродов?

5.Что характеризует коэффициент селективности ионоселективного электрода? Как его можно оценить?

6.Какое общее достоинство и преимущество перед другими методами анализа у кулонометрии и гравиметрии?

7.Почему при избытке вспомогательного реагента получение электрогенерированного кулонометрического титранта протекает со 100%-ным выходом по току?

8.Каковы характерные особенности ячейки для вольтамперометрии?

9.При каких условиях предельный ток является диффузионным? Назовите отличительные признаки диффузионного тока.

10.Какими способами можно улучшить соотношения аналитический сигнал/шум в вольтамперометрии?

11.За счет чего достигается увеличение фарадеевского тока в условиях осциллографической полярографии?

12.Почему в импульсной полярографии измерение тока рекомендуется проводить в конце наложения импульса?

13.В чем суть временной и фазовой селекции токов? В каких разновидностях полярографии и для чего их используют?

14.В чем суть метода инверсионной вольтамперометрии и чем обусловлена высокая чувствительность метода?

15.От чего зависит вид кривой амперометрического титрования?

16.В чем различие прямой и косвенной кондуктометрии? Какой метод более селективен? Почему?

17.В каком современном методе анализа используют кондуктометрические детекторы?

Хроматографические методы анализа

1. Классифицируйте хроматографические методы анализа по природе подвижной фазы, по механизму разделения и по способу хроматографирования.
2. В чем преимущества элюентной хроматографии перед фронтальной и вытеснительной?
3. Какие величины характеризуют эффективность хроматографической колонки? Как ее повысить?
4. Постройте график зависимости величины H от скорости потока в газовой и жидкостной хроматографии.
5. Какие хроматографические параметры можно использовать для идентификации компонентов смеси?
6. Укажите возможности и ограничения разных количественных методов хроматографического анализа.
7. Назовите источники систематических погрешностей при хроматографических определениях.
8. Что такое градиентное элюирование, какое оно дает преимущество?
9. Какова роль основных узлов в газовом и жидкостном хроматографах высокого давления? Что общего и каковы принципиальные отличия?
10. Сравните роль подвижных фаз в газожидкостной и жидкостной хроматографии.
11. Какова роль полярности подвижной фазы при разделении органических соединений, например при разделении изомеров бензола?
12. Назовите перспективные хроматографические методы. Каковы пути их развития?
13. Что такое электрофоретическая подвижность? От каких факторов и как она зависит?
14. Как происходит массоперенос в условиях капиллярного зонного электрофореза?

Рубежный контроль знаний

Коллоквиумы

I коллоквиум. Равновесие в гомогенных системах. Кислотно-основное равновесие. Кислотно-основное титрование.

II коллоквиум. Равновесия реакций комплексообразования и окис-ления-восстановления. Комплексонометрическое и окислительно-восстановительное титрование.

III коллоквиум. Равновесие в системе осадок - раствор. Гравиметрический метод. Методы разделения и концентрирования: осаждение и экстракция. Пробоотбор и пробоподготовка.

IV коллоквиум. Спектроскопические методы анализа.

V коллоквиум. Электрохимические методы анализа.

VI коллоквиум. Хроматографические методы анализа.

Вопросы для итогового контроля знаний - экзамена по аналитической химии

Аналитическая химия. Виды и стадии химического анализа. Основные характеристики методов анализа. Выбор метода анализа. Способы повышения чувствительности и избирательности методов. Автоматизация анализа.

Метрологические основы химического анализа. Аналитический сигнал. Способы выражения зависимости аналитический сигнал-содержание. Соотношение аналитический сигнал/шум. Контрольный опыт. Способы определения концентрации веществ. Правильность и воспроизводимость. Классификация погрешностей. Систематические погрешности. Проверка правильности анализа. Случайные погрешности. Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения. t-Распределение.

Пробоотбор и пробоподготовка. Представительность пробы в химическом анализе. Отбор средней пробы. Подготовка пробы к анализу.

Основные типы реакций и процессов в аналитической химии. Основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии. Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах. Термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия.

Скорость химических реакций, используемых в аналитической химии. Факторы, влияющие на скорость реакции. Индуцированные цепные и сопряженные реакции окисления-восстановления, их роль в химическом анализе.

Кисотно-основные реакции. Протолитическая теория кислот и оснований. Равновесие в системе: кислота - сопряженное основание - растворитель. Константы кислотности, основности, автопротолиза. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя.

Реакции комплексообразования. Типы и свойства комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Количественная характеристика реакций комплексообразования: константа устойчивости. Ступенчатое комплексообразование. Использование комплексных соединений для разделения, концентрирования, маскирования, обнаружения, определения элементов.

Органические реагенты в химическом анализе. Функционально-аналитические и аналитико-активные группы. Влияние строения молекулы на свойства реагента. Применение органических реагентов в анализе.

Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы и их потенциалы. Уравнение Нернста. Стандартный и реальный окислительно-восстановительные потенциалы. Направление окислительно-восстановительных реакций.

Реакции осаждения в аналитической химии. Константы равновесия реакций осаждения. Растворимость осадков. Факторы, влияющие на растворимость. Образование осадков. Кристаллические и аморфные осадки, условия осаждения. Причины загрязнения осадков: совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение. Виды соосаждения. Приемы, способствующие получению чистых осадков.

Методы разделения и концентрирования. Основы экстракции как метода разделения и концентрирования. Константа распределения, коэффициент распределения. Константа экстракции. Фактор разделения. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Практическое применение экстракции.

Методы разделения элементов, основанные на осаждении неорганическими и органическими реагентами. Использование соосаждения для концентрирования микрокомпонентов. Неорганические и органические коллекторы.

Хроматографические методы. Принципы и классификация. Хроматограммы и способы их получения. Основные теоретические положения и характеристики методов. Газовая хроматография. Требования к стационарным и подвижным фазам. Примеры практического применения. Жидкостная хроматография. Требования к стационарным и подвижным фазам. Ионная хроматография. Бумажная и тонкослойная хроматография. Принципы методов. Примеры практического применения.

Гравиметрические методы. Сущность. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Примеры практического применения.

Титриметрические методы. Способы установления конечной точки титрования.

Кисотно-основное титрование. Кривые титрования. Кисотно-основные индикаторы. Погрешности метода кислотно-основного титрования. Титрование смесей кислот и оснований. Титрование в неводных средах.

Комплексонометрическое титрование. Преимущества аминополикарбоновых кислот перед другими органическими титрантами. Металлохромные индикаторы, требования к ним. Способы титрования (прямой, обратный, вытеснительный, косвенный). Практическое применение комплексонометрического титрования (определение ионов кальция, магния, железа).

Окислительно-восстановительное титрование. Факторы, влияющие на величину скачка потенциала, способы обнаружения конечной точки титрования. Перманганатометрическое, бихроматометрическое, иодометрическое титрование. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы. Примеры практического применения.

Кинетические методы. Принцип методов. Индикаторные реакции. Метрологические характеристики некаталитических и каталитических методов.

Электрохимические методы. Природа аналитического сигнала. Классификация методов. Электрохимическая ячейка. Индикаторные электроды и электроды сравнения.

Потенциометрия. Равновесный потенциал. Способы измерения потенциала. Прямая потенциометрия. Индикаторные электроды. Классификация ионоселективных электродов. Характеристики ионоселективных электродов: электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Способы определения коэффициента селективности. Способы прямых потенциометрических измерений. Практическое применение ионометрии: определение pH , pF , pNO_3 .

Потенциометрическое титрование. Общая характеристика метода. Способы нахождения конечной точки титрования. Индикаторные электроды в кислотно-основном, окислительно-восстановительном и осадительном титровании.

Кулонометрия. Законы Фарадея. Прямая кулонометрия. Условия потенциометрических измерений: достижение 100%-ного выхода по току; измерение количества электричества; определение конца электрохимической реакции.

Кулонометрическое титрование. Условия титрования: обеспечение 100%-ного выхода по току; измерение количества электричества; определение конца химической реакции. **Вольтамперометрия.** Особенности электрохимической ячейки. Теоретические основы классической полярографии. Характеристики полярограммы. Потенциал полуволны. Диффузионный ток. Уравнение Ильковича. Практическое применение полярографии. Качественный анализ. Полярографический спектр. Количественный анализ. Возможности и ограничения метода.

Современные разновидности полярографии. Способы улучшения соотношения фарадеевский/емкостный ток. Возможности и ограничения осциллографической, импульсной и переменноточковой полярографии. Суть метода инверсионной вольтамперометрии.

Спектроскопические методы. Важнейшие характеристики спектральных линий (положение, интенсивность, ширина). Атомные и молекулярные спектры. Взаимосвязь основных характеристик спектральных линий с природой и количеством вещества (качественный и количественный анализ).

Атомно-эмиссионный метод. Источники возбуждения и атомизации. Физико-химические процессы в плазме. Качественный и количественный анализ. Области применения, метрологические характеристики методов.

Атомно-абсорбционный метод. Основные принципы. Использование ламп для атомизации вещества. Физико-химические процессы в пламенах. Непламенные методы атомизации. Селективность и чувствительность метода. Примеры практического применения.

Спектрофотометрический метод. Основной закон поглощения электромагнитного излучения. Молярный коэффициент поглощения. Применение метода для определения концентрации веществ. Чувствительность и селективность метода. Выбор оптимальных условий проведения фотометрических реакций. Интервал определяемых оптических плотностей. Метод дифференциальной спектрофотометрии, его возможности и преимущества. Спектрофотометрические методы изучения равновесий в растворах. Определение констант кислотной диссоциации органических соединений.

Люминесцентный метод. Основные закономерности молекулярной люминесценции. Закон Вавилова. Закон Стокса-Ломмеля. Правило зеркальной симметрии спектров поглощения и люминесценции (правило Левшина). Тушение люминесценции. Классификация люминесценции. Чувствительность и селективность метода. Примеры практического применения.

Рентгеновские методы. Основные положения. Метрологические характеристики. Области применения.

Масс-спектрометрические методы. Основные положения. Метрологические характеристики. Области применения.

Вопросы подготовлены профессором кафедры аналитической химии Шеховцовой Т.Н.

«Органическая химия»

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ В КУРСЕ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

I уровень (текущая аттестация):

1. Природа индуктивного эффекта. Природа резонансного (мезомерного) эффекта.

II уровень (рубежная аттестация):

2. Расположите следующие радикалы в порядке уменьшения устойчивости: а) 1-этилпропил; б) 1,1-диметилпропил; в) 3-метилбутил; г) 1,1-диметилпропен-2-ил.

Расположите следующие карбокатионы в порядке увеличения устойчивости: а) 1-метилпентилкатион; б) 1-метил-1-этилпропен-2-илкатион; в) 2-метилпентилкатион; г) 1,1-диметилбутилкатион; д) 2,2-диметилбутилкатион; е) 1,2,2-триметилпропилкатион; ж) 1-метил-1-этилпропил-катион.

III уровень (итоговая аттестация):

3. Электронные эффекты заместителей. Влияние электронных эффектов заместителей на стабильность и реакционную способность органических соединений и промежуточных частиц. Резонансные структуры, правила их построения.

4. Кислоты и основания (Й.Бренстед, Г.Льюис). Сопряженные кислоты и сопряженные основания. Кислотно-основные равновесия. Константа кислотности pK_a , константа основности pK_b . Влияние заместителей в молекуле на кислотность и основность органических соединений. Теория жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО).

5. Абсолютная и относительная конфигурации. Проекционные формулы (Э.Фишер). Их построение, правила пользования ими (для соединений с одним асимметрическим атомом углерода).

6. Соединения с двумя хиральными центрами. Диастереомеры. *Мезо*-формы. *Эритро*- и *трео*-номенклатура.

7. Проекция Ньюмена. Конформации *гош*-, *анти*-, *заслоненные*. Энергетические диаграммы.

8. Геометрическая изомерия соединений с двойной связью. *Цис*-, *транс*-, *Z*-, *E*- и *син*-, *анти*-номенклатура.

УГЛЕВОДОРОДЫ

I уровень (текущая аттестация):

1. Радикальные реакции алканов. Хлорирование метана. Механизм

2. Электрофильное присоединение к алкенам. Присоединение хлора и брома к алкенам. Механизм, стереохимия, влияние заместителей на стереохимию присоединения.

3. Гидрогалогенирование. Региоселективность электрофильного присоединения к алкенам. Правило Марковникова.

4. Электронная природа тройной связи $C\equiv C$. Гибридизация атома углерода. Химические свойства. Стереоселективное восстановление алкинов.

5. C-H Кислотность алкинов. Ацетилениды натрия, лития и меди.

6. Электрофильное присоединение к алкинам. Галогенирование и гидрогалогенирование алкинов. Гидратация алкинов (реакция Кучерова).

II уровень (рубежная аттестация):

1. Какие продукты образуются при взаимодействии 2-метилбутена-2 с бромом в а) четыреххлористом углероде; б) метаноле; в) в присутствии хлорида лития?

2. Какие соединения образуются при присоединении: а) хлористого водорода, б) брома в метаноле к следующим соединениям: 1) $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CH}_2$, 2) $\text{CH}_2=\text{CHOCH}_3$?

III уровень (итоговая аттестация):

3. Методы синтеза. Химические свойства. Ряд стабильности алкенов. Гетерогенное и гомогенное гидрирование алкенов. Метатезис алкенов.

4. Электрофильное присоединение. Общее представление о механизме реакций, π - и σ -комплексы, ониевые ионы. Стеро- и региоселективность. Правило В.В. Марковникова. Галогенирование: механизм, стереохимия. Гидратация.

5. Гидрокси- и алкоксимеркурирование. Регио- и стереоселективное присоединение гидридов бора. Региоспецифические гидроборирующие реагенты.

6. Окисление алкенов до оксиранов и до диолов по Вагнеру и Криге. Стереохимия гидроксирования алкенов. Озонолиз алкенов, окислительное и восстановительное расщепление озонидов.

7. Радикальные реакции.

8. Природа тройной связи. Методы синтеза алкинов. Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов. Химические свойства алкинов. Электрофильное присоединение к алкинам.

9. Восстановление алкинов до *цис*- и *транс*-алкенов. Гидроборирование алкинов, синтез альдегидов и кетонов. CN -кислотность ацетилена. Ацетилениды натрия и меди.

10. Конденсация терминальных алкинов с кетонами и альдегидами. Ацетилен-алленовая изомеризация. Смещение тройной связи в терминальное положение. Окислительная конденсация терминальных алкинов в присутствии солей меди.

11. Изолированные, кумулированные и сопряженные диены. Изомерия и номенклатура. Методы синтеза 1,3-диенов. Бутадиен-1,3, особенности строения. Химические свойства 1,3-диенов.

АЛКИЛГАЛОГЕНИДЫ И СПИРТЫ

I уровень (текущая аттестация):

1. Классификация по механизму. $\text{S}_{\text{N}}1$ и $\text{S}_{\text{N}}2$. Влияние структурных факторов. Бициклические субстраты. Винил-, фенил-, аллил- и бензил-галогениды в реакции нуклеофильного замещения. α -Галогенкарбонильные соединения.

2. Природа нуклеофила. Нуклеофильность и основность. Поляризуемость и сольватация нуклеофила. α -Эффект и супернуклеофилы. Межфазный катализ. Природа растворителя. Влияние на $\text{S}_{\text{N}}1$ и $\text{S}_{\text{N}}2$ реакции. Уходящая группа. Оценка «уходящей» способности. Методы создания хорошей уходящей группы. Участие соседних групп.

3. Элиминирование - основные закономерности $\text{E}1$, $\text{E}2$ и $\text{E}1\text{cB}$. Конкуренция S_{N} и E реакций.

4. Одноатомные спирты: синтез, строение и основные химические свойства. Кислотность, основность, замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген. Методы и реагенты, применяемые для окисления первичных и вторичных спиртов.

5. Двухатомные спирты: синтез, строение и основные химические свойства. Пинакон-пинаколиновая перегруппировка, дегидратация до диенов, окислительное расщепление 1,2-диолов. диолов. Глицерин.

6. Простые эфиры: синтез, строение и основные химические свойства. Краун-эфиры и их применение. Оксираны.

Тиолы и сульфиды. Кислотность, нуклеофильность и окисляемость. Важнейшее различие в свойствах ROH и RSH – разное отношение к окислителям.

II уровень (рубежная аттестация):

1. Напишите в общем виде реакции нуклеофильного замещения для случая, когда нуклеофил – а) нейтральная молекула, б) анион.

2. Укажите порядок увеличения нуклеофильной силы следующих реагентов: I: а) HSCH_2CH_3 ; б) HOCH_2CH_3 ; в) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{S}^-\text{Na}^+$, II: а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$; б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NHLi}$; в) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Li}$; г) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$.

3. Объясните почему алкилгалогениды легче подвергаются элиминированию под действием этилата натрия, чем меркаптида натрия, в то время как реакции замещения галогена легче осуществляются под действием последнего?

III уровень (итоговая аттестация):

1. Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода в алкилгалогенидах как метод создания связи углерод — углерод, углерод — азот, углерод — кислород, углерод — сера, углерод — фосфор (получение алкилгалогенидов, спиртов, тиолов, простых эфиров, нитросоединений, аминов, нитрилов, сложных эфиров и др.).

2. Основные характеристики $\text{S}_{\text{N}}1$, $\text{S}_{\text{N}}2$ реакций.

3. Реакции $\text{S}_{\text{N}}2$ -типа. Кинетика, стереохимия, вальденовское обращение. Понятие о нуклеофильности. Влияние природы радикала и уходящей группы субстрата, природы нуклеофильного агента и растворителя на скорость $\text{S}_{\text{N}}2$ реакций. Принцип ЖМКО.

4. Метод межфазного переноса и его использование в органическом синтезе.

5. Реакции $\text{S}_{\text{N}}1$ -типа. Кинетика, стереохимия, зависимость $\text{S}_{\text{N}}1$ процесса от природы радикала, уходящей группы, растворителя. Карбокатионы, факторы, определяющие их устойчивость. Перегруппировки карбокатионов. Методы генерирования карбокатионов. Понятие об ионных парах.

6. Реакции элиминирования. α - и β -Элиминирование. Классификация механизмов β -элиминирования: E1 , E2 и E1cb . Направление элиминирования. Правила Зайцева и Гофмана. Стереохимия элиминирования: *син*- и *анти*-элиминирование. Влияние природы основания и уходящей группы на направление отщепления. Конкуренция процессов E2 и $\text{S}_{\text{N}}2$, E1 и $\text{S}_{\text{N}}1$. Факторы влияющие на эту конкуренцию.

7. Реакции α -элиминирования. Генерирование карбенов. Присоединение синглетных и триплетных карбенов к алкенам. Понятие о карбеноидах.

8. Взаимодействие галогеналканов с металлами (образование реактивов Гриньяра, реакция Вюрца). Винилгалогениды как соединения с пониженной подвижностью атома галогена.

9. Литий- и магнийорганические соединения. Методы синтеза: взаимодействие металла с алкил- или арилгалогенидами. Представление о шкале C-H кислотности углеводородов. Диалкил- и диарилкупраты.

10. Одноатомные спирты. Получение и свойства.

11. Окисление спиртов. Реагенты окисления на основе хромового ангидрида и двуокиси марганца и др.

12. Двухатомные спирты. Синтез и свойства. Окислительное расщепление 1,2-диолов, пинакон-пинаколиновая перегруппировка.

13. Простые эфиры. Синтез и свойства.

14. Краун-эфиры. Оксираны. Способы получения. Раскрытие оксиранового цикла под действием электрофильных и нуклеофильных агентов.

АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ и КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

I уровень (текущая аттестация):

1. Строение и свойства карбонильных соединений. Особенности строения карбонильной группы. Различия в реакционной способности между альдегидами и кетонами. Эффекты заместителей. Обратимость. Механизм кислотного и основного катализа. Чем определяется положение равновесия? Присоединение каких нуклеофилов необратимо?

2. Гидратация карбонильных соединений. Образование полуацеталей и ацеталей. Различия в поведении альдегидов и кетонов в этой реакции. Циклические ацетали (кетали). Защита C=O группы и примеры применения в синтезе. 1,3-Дитианы.

3. Присоединение NaHSO_3 , HCN . Использование циангидринов в синтезе. Присоединение ацетиленов. Присоединение азотистых нуклеофилов. Механизм. Перегруппировка Бекмана. Механизм. Реакция C=O с RMgX и RLi .

4. Синтез илидов фосфора из фосфинов. Реакция Виттига.

5. Восстановление C=O. Отличие между LiAlH_4 и NaBH_4 . Превращение C=O в CH_2 .

6. Реакция Канниццаро.

7. Влияние C=O на кислотность α -C-H связей в карбонильных соединениях. Дейтерообмен. Енолизация, катализируемая кислотами и основаниями. Галогенирование карбонильных соединений. Как направление енолизации для несимметричных кетонов отражается на направлении бромирования? Причины различного направления. Галоформная реакция и её использование в синтезе.

8. Альдольная конденсация пропионового альдегида в щелочной и кислой среде. Кротоновая конденсация. Направленная альдольная конденсация. Направление енолизации несимметричных кетонов. Нитрозирование.

9. Енамины – сильные нуклеофилы. Алкилирование. Енамины в реакциях присоединения по Михаэлю в качестве аналога енолята. Реакция Манниха. Аминометилование.

10. Бензоиновая конденсация. Механизм. Почему именно цианид-ион является катализатором для бензоиновой конденсации, а другие нуклеофилы, например, OH^- и RO^- не катализируют этот процесс? Бензиловая перегруппировка.

11. Методы синтеза α, β -непредельных альдегидов и кетонов. 1,2- и 1,4-присоединение к α, β -непредельным карбонильным соединениям. Аннелирование по Робинсону.

12. Окисление карбонильных соединений. Реакция Байера-Виллигера.

13. Сложноэфирная конденсация. Конденсация этилового эфира уксусной кислоты под действием сухого этилата натрия. Механизм. Конденсация двух различных сложных эфиров. Направленная сложноэфирная конденсация.

14. Конденсация Дикмана. Конденсация сложного эфира и кетона. Синтез ацетилацетона. Реакция Реформатского. Реакция Перкина.

15. Свойства ацетоуксусного эфира. Таутомерия. Синтезы с использованием АУЭ. Кетонное и кислотное расщепление АУЭ.

16. Синтезы с использованием малонового эфира. Синтез α , ω -дикарбоновых кислот.

17. Карбоновые кислоты и их производные. Синтеза карбоновых кислот. Важнейшие свойства карбоновых кислот.

18. Галогенангидриды. Синтез, взаимодействие с нуклеофильными реагентами и использование галогенангидридов в синтезе других производных карбоновых кислот. Восстановление галогенангидридов карбоновых кислот, реакции с металлоорганическими соединениями. Метод удлинения углеродной цепи по Арндту-Эйстерту. Механизм.

19. Ангидриды. Синтез. Кетены как «внутренние» ангидриды карбоновых кислот.

20. Синтез сложных эфиров в равновесных и неравновесных условиях. Свойства сложных эфиров. Гидролиз. Свойства производных карбоновых кислот. Ацилирование. Ряд ацилирующих реагентов, по убыванию электрофильности.

21. Синтез амидов. Что такое лактамы? Гидролиз амидов (условия). Восстановление амидов: до аминов, до альдегидов.

22. Секстетные перегруппировки – Гофмана, Курциуса, Шмидта, механизм, нитрены.

23. Нитрилы. Синтез. Свойства. Алкоголиз нитрилов. Реакция Риттера.

24. Непредельные кислоты. Синтез (Кневенагель, Виттиг, Перкин, Хек, из β -оксикислот). Свойства.

25. Двухосновные кислоты. Малоновый эфир в синтезе. Янтарная кислота, её ангидрид, имид, N-бромсукцинимид. Адипиновая кислота. Конденсация Дикмана. Ацилоиновая конденсация эфиров дикарбоновых кислот как метод синтеза средних и макроциклов.

26. Оксикислоты. Синтез α -оксикислот.

27. Угольная кислота. Эфиры угольной кислоты - карбонаты. Синтез. Фосген, строение, токсичность, свойства, реакция с водой, спиртами. Хлоругольный эфир. Получение. Сероуглерод, реакция с RONa, ксантогенаты. Мочевина. Тиомочевина, изотиурониевые соли.

II уровень (рубежная аттестация):

1. Расположите приведенные ниже карбонильные соединения в ряд по возрастанию их реакционной способности с нуклеофильными реагентами: а) формальдегид, б) уксусный альдегид, в) ацетон; г) трихлоруксусный альдегид.

2. Какое из соединений каждой пары будет проявлять большую активность в реакциях нуклеофильного присоединения по карбонильной группе? а) хлоруксусный альдегид или уксусный альдегид, б) бензальдегид или *n*-нитробензальдегид.

3. Из перечисленных соединений выберите два, содержащих максимальные количества енольной формы в гексановом растворе: а) пентандион-2,4, б) ацетальдегид, в) бензальдегид, д) формальдегид, е) дифторуксусный альдегид.

4. Расположите приведенные ниже соединения в ряд по возрастающей склонности к енолизации: а) циклогексанон; б) циклогександион-1,3; в) дихлоруксусный альдегид.

5. Какие из приведенных ниже соединений дают галоформную реакцию?
а) Пентанон-2, б) пентанон-3, в) триметилуксусный альдегид, г) бутанол-2.

6. Какая из приведенных ниже замещенных уксусных кислот обладает наибольшей константой диссоциации? а) Хлоруксусная к-та, б) гидроксуксусная к-та, в) фенилуксусная к-та, д) 4-гидроксифенилуксусная к-та.

7. Какое из приведенных ниже соединений обладает наименьшей реакционной способностью по отношению к нуклеофилам: а) ацетилхлорид, б) ацетилиодид, в) уксусный ангидрид, д) этилацетат?

8. Какой из приведенных ниже сложных эфиров легче всего гидролизуется в щелочной среде: а) этилформиат, б) этилизобутират, в) этилбутират, г) этил-2,2-диметилпропионат?

9. Расположите приведенные ниже соединения в порядке возрастания их ацилирующей способности: а) пропионилхлорид, б) кетен, в) этилацетат, г) ацетамид.

10. Среди приведенных ниже реакций отметьте реакции, сопровождающиеся разрывом связи углерод-кислород: а) гидролиз этилацетата в щелочной среде, б) этерификация бензойной кислоты бутанолом, в) нейтрализация уксусной кислоты едким натром, д) нейтрализация бензойной к-ты щелочью, е) таких реакций среди перечисленных нет.

11. Сложноэфирная конденсация происходит под действием: а) щелочи, б) кислоты, в) амида натрия, г) этилата натрия.

III уровень (итоговая аттестация):

1. Карбонильные соединения. Методы получения. Химические свойства. Строение карбонильной группы, ее полярность и поляризуемость. Общие представления о механизме нуклеофильного присоединения по карбонильной группе альдегидов и кетонов. Кислотный и основной катализ. Присоединение воды, спиртов, тиолов.

2. Защита карбонильной группы. 1,3-Дитианы и использование их в органическом синтезе. Обращение полярности $C=O$ группы на примере алкилирования и ацилирования литиевых солей дитианов.

3. Получение бисульфитных производных и циангидринов. Взаимодействие альдегидов и кетонов с илами фосфора (Виттиг), как метод синтеза алкенов.

4. Взаимодействие альдегидов и кетонов с азотистыми основаниями. Получение иминов и енаминов. Оксимы, гидразоны, фенилгидразоны. Перегруппировка Бекмана. Реакция Кижнера.

5. Реакции альдегидов и кетонов с металлоорганическими соединениями.

6. Кето-енольная таутомерия. Енолизация альдегидов и кетонов в реакциях галогенирования, изотопного обмена водорода и рацемизации оптически активных кетонов. Кислотный и основной катализ этих реакций. Кето-енольная таутомерия кетонов, 1,3-дикетонов и 1,3-кетозэфиров. Влияние структурных факторов и природы растворителя на положение кето-енольного равновесия и зависимость его от соотношения $C-H$ и $O-H$ кислотности кетона и енола. Двойственная реакционная способность енолят-ионов. Интерпретация данных в рамках принципа ЖМКО. Алкилирование и ацилирование енаминов.

7. Альдольно-кетоновая конденсация альдегидов и кетонов в кислой и щелочной среде, механизм реакций. Направленная альдольная конденсация разноименных альдегидов с использованием литиевых, борных енолятов, кремниевых и др. енолятов.

8. Конденсация альдегидов и кетонов с малоновым эфиром и другими соединениями с активной метиленовой группой (Кневенагель). Аминометилирование альдегидов и кетонов (Манних). Бензоиновая конденсация.

9. Восстановление альдегидов и кетонов до спиртов, реагенты восстановления; восстановление $C=O$ группы до CH_2 -группы: реакции Кижнера-Вольфа и Клемменсена. Ион-радикальная димеризация альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов, реагенты окисления. Окисление кетонов перкислотами по Байеру — Веллигеру. Диспропорционирование альдегидов по Канниццаро (прямая и перекрестная реакции).

10. α,β -Непредельные альдегиды и кетоны. Методы получения: конденсации, окисление аллиловых спиртов. Сопряжение карбонильной группы с двойной углерод-углеродной связью. Реакции 1,2- и 1,4-присоединения литийорганических соединений, реактивов Гриньяра, триалкилборанов, диалкил- и диарилкупратов, аминов, цианистого водорода, галогеноводородов. Сопряженное присоединение енолятов и енаминов (Михаэль). Аннелирование по Робинсону. Восстановление α,β -непредельных карбонильных соединений.

11. Кислоты. Методы синтеза. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Кислотность, ее зависимость от индуктивных эффектов заместителей, от характера и положения заместителей в алкильной цепи и бензольном ядре.

12. Галогенирование кислот по Геллю—Фольгарду—Зелинскому. Пиролитическая кетонизация, электролиз солей карбоновых кислот по Кольбе, декарбоксилирование по Хунсдиккеру.

13. Галогенангидриды. Получение и свойства: взаимодействие с нуклеофильными реагентами (вода, спирты, аммиак, амины, гидразин, металлоорганические соединения). Восстановление до альдегидов по Розенмунду и комплексными гидридами металлов. Взаимодействие диазометана с галогенангидридами карбоновых кислот (реакция Арндта — Эйстердта).

14. Ангидриды. Методы получения: дегидратация кислот с помощью P_2O_5 и фталевого ангидрида; ацилирование солей карбоновых кислот хлорангидридами. Реакции ангидридов кислот с нуклеофилами. Реакция Перкина.

15. Кетен. Получение и свойства.

16. Сложные эфиры. Методы синтеза сложных эфиров. Реакции сложных эфиров: гидролиз (механизм кислотного и основного катализа), аммонолиз, переэтерификация; взаимодействие с магнием- и литийорганическими соединениями, восстановление до спиртов и альдегидов комплексными гидридами металлов; сложноэфирная и ацилоиновая конденсации.

17. Ацетоуксусный эфир и его использование в синтезе. Кето-енольная таутомерия эфиров 1,3-кетокислот и 1,3-дикетонов, амбидентный характер енолят-иона.

18. Амиды. Методы синтеза. Синтез циклических амидов — лактамов. Понятие о секстетных перегруппировках. Перегруппировки А.Гофмана, Т.Курциуса. Взаимодействие амидов с азотистой кислотой.

19.Нитрилы. Методы получения: дегидратация амидов кислот. Свойства: гидролиз, аммонолиз, восстановление до аминов, взаимодействие с магнием- и литийорганическими соединениями. Реакция Риттера.

20.Производные угольной кислоты: фосген, мочевины и ее производные, эфиры угольной кислоты, изоцианаты, уретаны, семикарбазид, ксантогенаты. Получение и основные свойства.

21.Двухосновные кислоты. Методы синтеза. Щавелевая, малоновая кислоты. Синтезы с малоновым эфиром, реакция Михаэля, конденсации с альдегидами (Кнёвенагель). Янтарная кислота. Адипиновая кислота. Конденсация Дикмана. Ацилоиновая конденсация эфиров дикарбоновых кислот как метод синтеза средних и макроциклов. Фталевая и терефталевая кислоты.

22. α,β -Непредельные кислоты. Методы синтеза. Фумаровая и малеиновая кислоты. Ацетилендикарбоновая кислота.

ЭЛЕКТРОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ В АРОМАТИЧЕСКОМ РЯДУ НУКЛЕОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ В АРОМАТИЧЕСКОМ РЯДУ

I уровень (текущая аттестация):

1.Ароматичность. Правило Хюккеля. Антиароматические соединения. Неароматические соединения.

2.Получение и свойства ароматических соединений. Электрофильное замещение в ароматическом ряду. Механизм электрофильного замещения, включающий образование π - и σ -комплексов.

3.Ориентанты первого и второго рода. Согласованная и несогласованная ориентация.

4.Нитрование. Сульфирование аренов. Галогенирование. Алкилирование и ацилирование по Фриделю-Крафтсу. Формилирование. Триарилметановые красители.

5.Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду. S_NAr – присоединение-отщепление. Комплексы Мейзенгеймера. Нуклеофилы. Ариновый механизм – (отщепление-присоединение). Механизм $S_{RN}1$.

II уровень (рубежная аттестация):

1.Относятся ли перечисленные ниже группы к ориентантам одного или разных типов и какого именно: I. а) карбонильная, б) трихлорметильная, в) нитро? II. а) бром, б) этил, в) гидроксил, г) ацетиламино?

2.По какому механизму идет замещение НО-группы в пикриновой кислоте: а) отщепление-присоединение; б) присоединение-отщепление; в) S_N1 ; г) $S_{RN}1$?

3.Какие заместители в хлорбензоле будут способствовать реакциям нуклеофильного замещения хлора? а) n - CH_3 , б) n - NO_2 , в) o - C_2H_5 , г) m - CH_3 .

III уровень (итоговая аттестация):

1.Механизм реакций электрофильного замещения в ароматическом ряду. Представление о π - и σ -комплексах. Аренониевые ионы в реакциях электрофильного замещения. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители. Согласованная и несогласованная ориентация двух или нескольких заместителей в ароматическом кольце.

2.Нитрование. Нитрующие агенты. Механизм реакции нитрования. Нитрование бензола и его замещенных. Нитрование нафталина, бифенила и других аренов. Понятие о *ипсо*-атаке и *ипсо*-замещении в реакциях нитрования.

3.Галогенирование. Галогенирующие агенты. Механизм реакции галогенирования аренов и их производных.

4.Сульфирование. Сульфорирующие агенты. Механизм реакции. Обратимость реакции сульфирования.

5.Алкилирование аренов. Механизм реакции. Синтез диарил- и триарилметанов. Триарилметилкатионы и радикалы.

6.Ацилирование аренов. Ацилирующие агенты. Механизм реакции. Региоселективность ацилирования. Формилирование по Гаттерману — Коху и другие родственные реакции.

7.Общие представления о механизме нуклеофильного замещения. Механизм отщепления-присоединения. Механизм присоединения-отщепления S_NAr . Анионные σ -комплексы Мейзенгеймера и их строение. S_N1 -Механизм ароматического нуклеофильного замещения в реакциях гидролиза катиона арендиазония. Механизм $S_{RN}1$ в ароматическом ряду и область его применения. Инициирование ион-радикальной цепи.

НИТРО, АМИНЫ И ДИАЗОСОЕДИНЕНИЯ

I уровень (текущая аттестация):

1.Диазо- и азо- соединения. Соли диазония. Диазотирование первичных ароматических аминов. Механизм диазотирования (использование H^+ и NO^+). Реакции диазосоединений с выделением азота. Реакция Шимана. Реакция Зандмейера и ее аналоги.

2.Реакции диазосоединений без выделения азота. Восстановление. Азосочетание, требования к азо- и диазокомпонентам..

3.Реакции Гомберга-Бахмана и Мейервейна. Современная альтернатива – реакции кросс-сочетания, катализируемые комплексами переходных металлов и реакция Хека.

4.Амины. Получения аминов и свойства: алкилирование по Гофману; восстановление нитрилов, амидов, азидов, оксимов; восстановление ароматических нитросоединений; перегруппировки Гофмана, Курциуса и Шмидта; гидролиз амидов; восстановительное аминирование $C=O$; реакция Лейкарта (Эшвалера-Кларка); синтез Габриэля; реакция Риттера; каталитическое арилирование аминов в присутствии медных и палладиевых катализаторов (реакции Ульмана, Бахвалда-Хартвига).

5.Свойства аминов: Основность и нуклеофильность аминов. Реакция с азотистой кислотой.

II уровень (рубежная аттестация):

1.Какое из приведенных ниже соединений может служить азосоставляющей в реакции азосочетания с хлористым фенилдиазонием: а) нитробензол; б) 3-метилфенол; в) анизол; г) N,N- диэтиланилин?

2.Расположите приведенные ниже амины по возрастанию их основности: а) анилин; б)N-метил-4-метоксианилин; в) *m*-нитроанилин; г) 4-метоксианилин.

III уровень (итоговая аттестация):

1.Нитроалканы. Методы синтеза из алкилгалогенидов (амбидентный характер нитрит-иона), нитрование алканов по Коновалову. Строение нитрогруппы. Свойства нитроалканов: кислотность и таутомерия нитроалканов, реакции нитроалканов с азотистой кислотой, конденсация с карбонильными соединениями, восстановление в амины. Таутомерия нитроалканов.

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.

3.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).

4.Химические свойства. Амины как основания. Сравнение основных свойств первичных, вторичных, третичных алифатических и ароматических аминов. Влияние на основность аминов заместителей в ароматическом ядре. Алкилирование и ацилирование аминов. Термическое разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману. Идентификация и разделение первичных, вторичных и третичных аминов с помощью бензолсульфохлорида (проба Хинсберга).

5.Взаимодействие первичных, вторичных и третичных алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой. Окисление и галогенирование аминов. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре ароматических аминов, защита аминогруппы.

6.Общие представления об алифатических diaзосоединениях. Диазометан, диазоуксусный эфир, α -диазкарбонильные соединения.

7.Ароматические diaзосоединения. Реакции diaзотирования первичных ароматических аминов. Условия diaзотирования в зависимости от строения амина. Механизм, природа нитрозирующего агента. Строение и устойчивость солей diaзония. Стабильные ковалентные формы diaзосоединений. Кислотно-основные равновесия с участием катиона арендиязония.

8.Реакции diaзосоединений с выделением азота: замена diaзогруппы на гидроксил-, галоген-, циан-, нитрогруппу и водород. Реакции арилирования ароматических соединений солями арендиязония (Гомберг).

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

ГЕТЕРОЦИКЛЫ

I уровень (текущая аттестация):

1.Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Пиррол, фуран, тиофен, ароматичность, их производные в природе. Методы синтеза. Электрофильное замещение в пирроле, фуране и тиофене. Реакционная способность пиррола, фурана и тиофена. Поведение пятичленных гетероциклов в присутствии сильных протонных кислот и высокореакционноспособных кислот Льюиса.

2.Основность и кислотность пиррола, алкилирование Li, Na, K и Mg производных пиррола. Конденсация пиррола с альдегидами и кетонами. Особенности химических свойств фуранов (реакция с бромом, реакция Дильса-Альдера. Особенности химических свойств тиофена. Реакции C-металлированных пятичленных гетероциклов.

3.Индолы в природе (триптофан, скатол, серотонин, гетероауксин. Индиго.) Синтез индолов по Фишеру. Механизм. Сравнение свойств индола и пиррола.

4.Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Имидазол, амфотерность, использование при ацилировании. Имидазол – донор и акцептор водородных связей.

5.Пиридин, ароматичность, основность. Химические свойства пиридина. Реакции электрофильного замещения для пиридина. N-окись пиридина, получение и её использование в синтезе.

6.Нуклеофильное замещение гидрид-иона на аминогруппу под действием амида натрия.

7.Конденсированные шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Хинолин. Синтезы Скраупа и Дёбнера-Миллера. Изохинолины. Химические свойства хинолинов и изохинолинов. Сравнение с пиридином.

8.Шестичленные гетероциклы с несколькими атомами азота. Пиримидин. Пурины (аденин, гуанин).

II уровень (рубежная аттестация):

1.Расположите по возрастанию кислотности:
а) фенол > пирролидин > пиррол; б) пирролидин > фенол > пиррол;
в) пиррол > фенол > пирролидин; г) фенол > пиррол > пирролидин.

2.Какой из гетероциклов дает аддукт с малеиновым ангидридом в реакции Дильса-Альдера: а) пиррол, б) фуран, в) тиофен, г) пиридин.

III уровень (итоговая аттестация):

1.Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Фуран, тиофен, пиррол. Синтез. Ароматичность. Реакции электрофильного.

2.Индол. Синтез. Реакции электрофильного замещения.

3.Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин, хинолин и изохинолин. Синтез. Пиридин и хинолин как основания. Реакции электрофильного замещения в пиридине и хинолине. N-Окись пиридина и хинолина и их использование в реакции нитрования. Нуклеофильное замещение в пиридине и хинолине в реакциях с амидом натрия и фениллитием. 2-Метилпиридины и хинолины как метиленовые компоненты в конденсациях с альдегидами.

УГЛЕВОДЫ

1.Синтез углеводов из D-глицеринового альдегида по методу Килиани-Фишера.

2.Формулы глюкозы (открытая и циклическая), маннозы, галактозы, рибозы. Пиранозы и фуранозы. Формулы α - и β -глюкозы в конформации кресла. Что такое эпимеры, аномеры, мутаротация. Аномерный эффект.

3.Химические свойства глюкозы. Расщепление по Волю. Реакция с аминами и получение озазонов. Важнейшие принципы и приёмы избирательного алкилирования различных гидроксильных групп в глюкозе.

4.D-фруктоза как представитель кетоз. Открытая и циклическая формулы. Реакция серебряного зеркала для фруктозы. Понятие о дезоксисахарах, аминсахарах.

5.Олигосахариды. Мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Восстанавливающие и невосстанавливающие сахара. Полисахариды – крахмал, целлюлоза.

Вопросы подготовлены коллективом авторов в составе: профессор кафедры органической химии МГУ, д.х.н. Теренин В.И.; доцент кафедры органической химии МГУ, к.х.н. Ливанцова Л.И.; профессор кафедры органической химии МГУ, д.х.н. Лукашев Н.В.

«Высокомолекулярные соединения»

ВОПРОСЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

1. Во сколько раз можно растянуть молекулу полиметилметакрилата с молекулярной массой 160 000? Принять модель свободно сочлененной цепи.

2. Нарисовать химические формулы следующих полимеров, расположив их в порядке возрастания гибкости цепи: полиакриловая кислота, полиэтилен, полипропилен, полиэтиленоксид.

3. Нарисуйте и назовите все возможные конфигурационные изомеры для двух мономерных звеньев 1,2-полибутадиена.

4. Смесь, состоящая из 10 молекул с молекулярной массой (ММ) 10 000, 20 молекул с ММ=20 000 и 50 молекул с ММ=50 000, имеет среднюю молекулярную массу 37 500. Какому типу средней ММ отвечает это значение?

5. Нарисуйте в одних координатах три фазовых диаграммы для 3-х фракций одного полимера с молекулярными массами $M_1 > M_2 > M_3$ в одном и том же растворителе, если эта система обладает ВКТР.

6. В одних координатах нарисуйте зависимости приведенного осмотического давления от концентрации раствора для двух фракций одного полимера с молекулярными массами $M_1 > M_2$ в разных растворителях: M_1 - в хорошем, M_2 - в плохом.

7. Как изменяется характеристическая вязкость раствора полимера в тэта-растворителе при увеличении молекулярной массы полимера в 2 раза?

8. В одних координатах нарисовать термомеханические кривые для образцов атактических полиметилакрилата и полиизобутилена одинаковых молекулярных масс. Указать и назвать точки температурных переходов. Нарисовать химические формулы полимеров.

9. В одних координатах НАПРЯЖЕНИЕ-ДЕФОРМАЦИЯ нарисовать кривые для аморфного полиметилметакрилата при 20⁰С при разных скоростях деформирования: $V_1 > V_2 > V_3$. Ответ пояснить.

10. Нарисовать зависимости напряжения от деформации, полученные в режиме РАСТЯЖЕНИЕ-СОКРАЩЕНИЕ, для образца полимера при температуре стеклования (T_g), ниже T_g и выше T_g , но ниже температуры текучести.

11. Полиэтилентерефталат (ПЭТФ) имеет температуру стеклования 80⁰С и температуру плавления 260⁰С. В какой области температур надо проводить кристаллизацию ПЭТФ, чтобы получить образец с наибольшей степенью кристалличности?

12. От каких факторов зависит равновесная и экспериментальная температуры плавления полимера?

13. Какую конформацию принимают гибкоцепные и жесткоцепные макромолекулы в кристаллическом состоянии? Приведите примеры очень гибкоцепных и очень жесткоцепных полимеров.

14. Какие из инициаторов - серная кислота, перекись бензоила, бутиллитий, раствор хлористого железа в перекиси водорода, амид натрия, перекись водорода, металлический натрий, четыреххлористое олово - могут вызывать радикальную полимеризацию стирола? Напишите реакцию инициирования с одним из подходящих инициаторов.

15. Какие из мономеров - винилбутиловый эфир, метилметакрилат, стирол, изобутилен, акрилонитрил, бутилметакрилат - могут полимеризоваться

с трифторидом бора в присутствии следов воды? Напишите реакцию инициирования с этим инициатором и одним из подходящих мономеров.

16. Как изменится скорость радикальной полимеризации метилметакрилата до неглубоких степеней превращения при увеличении исходных концентраций и мономера и инициатора в 4 раза? Напишите уравнение для скорости полимеризации.

17. Определите степень превращения в реакции полимеризации альфа-метилстирола при установлении в системе полимеризационно-деполимеризационного равновесия, если исходная концентрация мономера 2,0 моль/л и константа равновесия равна 0,45 л/моль.

18. Приведите пример полимераналогичной реакции, протекающей с самозамедлением. Напишите кинетическое уравнение для этой реакции и нарисуйте соответствующий график.

19. Какие из перечисленных полимеров деполимеризуются при пиролизе: полиэтилметакрилат, поли-альфа-метилстирол, полипропилен, поливинилацетат? Напишите химические формулы и поясните ответ.

20. Исходя из мономеров стирола и изопрена, предложите способ получения блок - сополимера.

ВОПРОСЫ ДЛЯ РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ

1. Понятие степени свернутости полимерной цепи. Вычислить величину статистического сегмента поливинилхлорида, если экспериментально определенный квадрат среднеквадратичного расстояния между концами цепи равен 2 500 000 ангстрем в квадрате, молекулярная масса 2 500 000, длина мономерного звена 2,5 А.

2. Нарисовать химические формулы следующих классов гетероцепных полимеров, расположив их в порядке возрастания гибкости цепи: полиуретаны, полиамиды, полиэфиры, полимочевины. Принять, что число метиленовых групп между функциональными группами в основной цепи у всех полимеров одинаково.

3. При смешении разных систем полиизобутилен-изооктан, полистирол-циклогексан, поливиниловый спирт-вода обнаружены разные тепловые эффекты: $Q > 0$, $Q < 0$, $Q = 0$. Какой тепловой эффект растворения соответствует каждой из указанных систем?

4. Нарисуйте фазовую диаграмму для системы полимер-растворитель с $ВКТР < НКТР$ и зависимость второго вириального коэффициента от температуры в области от ВКТР до НКТР.

5. Какими экспериментальными методами и как можно определить θ -температуру раствора полимера?

6. Как можно определить величину механического сегмента, используя термомеханический метод исследования? Нарисовать соответствующие зависимости.

7. В одних координатах НАПРЯЖЕНИЕ-ДЕФОРМАЦИЯ нарисовать кривые для одного и того же образца атактического поливинилхлорида при температурах: ниже температуры хрупкости ($T_{хр}$), в интервале между $T_{хр}$ и температурой стеклования (T_c) и выше T_c . Ответ пояснить.

8. Как зависит модуль упругости аморфного полиметилметакрилата от температуры в температурной области ниже температуры стеклования (T_c) и выше T_c , но ниже температуры текучести? Ответ пояснить.

9.Перечислите и объясните условия необходимые и достаточные для существования полимера в кристаллическом состоянии.

10.Нарисуйте зависимости доли закристаллизованного полимера от времени при постоянной температуре (изотермы кристаллизации) при гомогенном и гетерогенном зародышеобразовании.

11.Полимер со сферолитной структурой растянули в области упругой деформации без образования "шейки" при температуре немного выше температуры стеклования полимера, но ниже температуры плавления. Какой тип надмолекулярной структуры можно ожидать для деформированного полимера?

12.Какие основные допущения вводятся при выводе уравнения для степени полимеризации полимера из кинетических данных для радикальной полимеризации? Напишите уравнение.

13.Как влияет температура на скорость реакций радикальной и катионной полимеризаций при малых степенях превращения? напишите соответствующие уравнения для скоростей полимеризаций.

14.Какие факторы и как влияют на молекулярную массу полимера, получаемого методом поликонденсации? Нарисуйте соответствующие формулы и графики.

15.Как экспериментально установить наличие или отсутствие " эффекта соседа" в полимераналогичной реакции?

16.Какие продукты образуются при пиролизе полибутилметакрилата, полиакриловой кислоты, полиметилакрилата?

17.Предложите 3 способа вулканизации синтетического каучука на основе сополимера бутадиена и акриловой кислоты.

18.Как изменяются кажущиеся константы диссоциации полиакриловой кислоты и ее низкомолекулярного аналога - пропионовой кислоты при увеличении степени диссоциации кислот в водных растворах?

19.В каких растворителях и почему зависимость приведенной вязкости от концентрации полиакриловой кислоты прямолинейна: А. водном бессолево, Б. диоксане, В. воде в присутствии избытка хлорида натрия, Г. водно-солево при поддержании постоянной ионной силы в растворе, Д. разбавленном водном растворе соляной кислоты?

20.Изоионная точка полиамфолита равна 4.0. Каково соотношение между изоионной и изоэлектрической точками этого полиамфолита?

ВОПРОСЫ ДЛЯ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (экзамен)

1.Перечислите основные особенности свойств высокомолекулярных соединений, отличающие их от свойств низкомолекулярных соединений.

2. Укажите основные методы получения синтетических полимеров и приведите несколько примеров их синтеза.

3. Какие существуют способы регулирования молекулярной массы полимеров при их синтезе.

4. Каковы основные различия между радикальной и ионной полимеризацией.

5. Сформулируйте основные особенности реакций поликонденсации в сравнении с реакциями радикальной полимеризации.

6. Приведите примеры всех возможных конфигурационных изомеров для одного из полимеров винилового ряда.
7. Укажите основные отличия конфигурации от конформации макромолекул.
8. Дайте краткую характеристику трем физическим состояниям полимеров.
9. Опишите особенности механических свойств полимеров, находящихся в стеклообразном состоянии.
10. Опишите особенности механических свойств кристаллических полимеров.
11. В чем проявляются существенные различия свойств разбавленных растворов полимеров и низкомолекулярных соединений.
12. Что такое стереорегулярные полимеры и как их получают? Приведите примеры.
13. Как количественно оценить гибкость макромолекул?
14. От каких факторов зависит гибкость полимерных цепей?
15. Какие существуют методы определения молекулярной массы полимеров?
16. Почему для высокомолекулярных соединений вводят понятия среднечисловой и средневесовой молекулярной массы?
17. Перечислите основные особенности свойств растворов полиэлектролитов по сравнению со свойствами не ионизирующихся полимеров.
18. Укажите в чем проявляется различие и сходство в структурной организации аморфных и кристаллических полимеров.
19. Что такое сополимеры? Дайте классификацию сополимеров и приведите различные типы синтетических и природных сополимеров.
20. Перечислите основные отличия в химических свойствах высокомолекулярных и низкомолекулярных соединений.
21. Перечислите методы модификации полимерных материалов, ответ проиллюстрируйте несколькими примерами.
22. Что такое полимераналогичные превращения, приведите несколько примеров подобного типа реакций.
23. Что такое деструкция полимеров и как их защищают от химических процессов «раз- рушения»?
24. Расскажите об основных принципах получения ориентированных полимерных волокон и пленок.
25. Какова природа высокоэластической деформации эластомеров?
26. Гидродинамические свойства макромолекул в растворах. Вискозиметрия как метод определения молекулярной массы.
27. Что такое фракционирование полимеров? Расскажите о физико- химических основах фракционирования.

Вопросы подготовил профессор кафедры высокомолекулярных соединений, д.х.н. В.П.Шибяев.

«Химические основы биологических процессов» *

Часть I.

Текущие вопросы

ТЕМА 1. Что такое жизнь с точки зрения химика.

1. Многообразие и систематика
2. Строение клеток
3. Биологические полимеры – три основных типа
4. Определение живого. Основные свойства живого
5. Зачем «Науки о живом» химику?
6. Типы химической связи
7. Свойства воды как растворителя для биологических макромолекул

ТЕМА 2. Структура и функция белка.

1. Уровни организации структуры белка
2. Белок - линейный информационный полимер, обладающий полярностью
3. Метод определения первичной структуры белка – масс-спектрометрия
4. Типы вторичной структуры белка, водородная связь в полипептидной цепи
5. Третичная структура белка, конформация
6. Моделирование структуры аналогов, компьютерная симуляция
7. Сложная поверхность белка, специфичность взаимодействия с другими молекулами
8. Четвертичная структура белка
9. Супрамолекулярные комплексы
10. Функции белков
11. Мутации в молекуле белка
12. Протеом – белковый портрет клетки

ТЕМА 3. Биологические мембраны, обмен веществом.

1. Биологические мембраны. Определение, строение и свойства
2. Липиды. Классификация, химическая структура.
3. Гидрофобные взаимодействия
4. Липидные мицеллы, бислои, липосомы
5. Мембранные белки. Особенности строения.
6. Мембранный транспорт
7. Ионные каналы и насосы.

ТЕМА 4. Биоэнергетика.

1. Определение биоэнергетики.
2. АТФ, аденозинтрифосфат – универсальный реакционный модуль.
3. Термодинамика биохимических реакций.
4. Фотосинтез, электрохимический потенциал и синтез АТФ
5. Транспорт протонов и синтез АТФ: Бактериородопсин как протонный насос, АТФ-синтетаза как молекулярная машина
6. Законы биоэнергетики

ТЕМА 5. Структура нуклеиновых кислот.

1. Нуклеиновые кислоты – высокомолекулярные, линейные, полярные биополимеры
2. Первичная структура полимерной цепи ДНК
3. Вторичная структура двуцепочечной ДНК. Изогеометричность комплементарных пар, стекинг
4. Топология ДНК – суперспирализация.

5. Первичная структура одноцепочечной РНК. Отличия от ДНК
6. Вторичная структура одноцепочечной РНК
7. Третичная структура РНК.
8. Мимикрия пространственной структуры РНК и белка.
9. РНК-ферменты – рибозимы
10. Функции нуклеиновых кислот

ТЕМА 6. Биосинтез нуклеиновых кислот.

1. Понятие о репликации
2. Полуконсервативный механизм
3. Механизм полимеризации. Три этапа – инициация, элонгация и терминация.
4. К – полимеразы. Точность репликации.
5. Проблема полярности. Фрагменты Оказаки
6. Топологическая проблема репликации.
7. Антибиотики – ингибиторы топоизомеразы
8. Понятие о транскрипции.
9. Три этапа транскрипции.
10. Сигналы транскрипции, промотор.
11. Ингибиторы.
12. Обратная транскриптаза.

ТЕМА 7. Биосинтез белка.

1. Понятие о трансляции. Основная «догма» молекулярной биологии.
2. Генетический код, его свойства.
3. Декодирование. Активация аминокислот. Аминоациладенилат.
4. Рибосома – наноробот для биосинтеза белка. Структура рибосомы.
5. Цикл работы рибосомы. Схема образования пептидной связи.
6. Антибиотики.
7. Полисомы.
8. Пост-трансляционное формирование структуры белка

ТЕМА 8. Регуляция экспрессии генов.

1. Прокариоты: Операторно - промоторный участок ДНК, регуляторный белок, оперон.
- 2.2 типа контроля у прокариот: негативный и позитивный
- 3.4 варианта регуляции экспрессии генов прокариот при участии лиганда.
4. Триптофановый оперон.
5. Для эукариот характерна избыточность и неоднозначность регуляции.
6. Блоки, каскады, дифференцировка. Пример – эмбриогенез.
7. Сигналы для клетки. Ответы клетки.
8. Три типа систем передачи сигнала. 4 свойства системы передачи сигнала
9. Усиление и объединение сигнала. Каскад фосфокиназ
10. Модель нейронной сети. Нелинейность функции выхода, обучаемость, устойчивость.
11. Рак как множественное нарушение системы передачи сигнала для деления клеток.

ТЕМА 9. Геном, плазмиды, вирусы.

1. Геном. Определение. Размеры.
2. Ген. Определение. Структура.

- 3.Строение генов эукариот
- 4.Сплайсинг, химия сплайсинга, «конструктор РНК»
- 5.Домены в структуре белка.
- 6.Рекомбинация, «конструктор ДНК»
- 7.Иммунный ответ, иммуноглобулины
- 8.«Конструктор ДНК и РНК», комбинаторика экзонов антител.
- 9.Динамика генома, плазмиды – «генетические аксессуары».

Особенности плазмид.

- 10.Вирусы – неживая материя. Примеры вирусов прокариот и эукариот.

Ретровирусы.

ТЕМА 10. Генетическая инженерия.

- 1.Анализ геномов.
- 2.Определение первичной структуры ДНК, автоматический синтез ДНК.
- 3.Полимеразная цепная реакция.
- 4.Рестриктазы. Полиморфизм длины рестрикционных фрагментов.
- 5.Дактилоскопия ДНК
- 6.Клонирование. Примеры терапевтического клонирования.
- 7.Конструирование рекомбинантных ДНК.
- 8.Генная инженерия – 4 основных этапа. Векторная ДНК, введение ДНК в клетку, клонирование, идентификация клонов.
- 9.Трансгенные организмы
- 10.Генотерапия

Рубежные вопросы

Цикл 1. Химия и жизнь

- 1.Строение клетки.
- 2.Основные свойства живой материи.
- 3.Основные свойства биологических макромолекул.
- 4.Строение, стереохимические и кислотно-основные свойства аминокислот.
5. Химическая и пространственная структура пептидной связи.
- 6.Основные элементы вторичной структуры белка. Роль водородных связей.
- 7.Принцип формирования «гидрофобного ядра» в макромолекулах белков. Природа гидрофобных взаимодействий.
- 8.Нековалентные взаимодействия, формирующие третичную и четвертичную структуры белка.
- 9.Третичная структура белков. Глобулярные белки.
- 10.Изменение конформации белка. Пример конформационного перехода.
- 11.Денатурация, ренатурация, ассоциация.
- 12.Биологическая мембрана, ее основные компоненты, свойства и функции.
- 13.Строение и свойства липидов. Классификация липидов.
- 14.Мицеллы, липосомы, липидный бислой.
- 15.Перенос веществ через биологическую мембрану
- 16.Особенности строения трансмембранных белков. Примеры
- 17.Структура и механизм работы калиевого канала.
- 18.Строение и механизм работы бактериородопсина.
- 19.Перенос воды через биологическую мембрану?
- 20.АТФ. Митохондрии

Цикл 2. Передача генетической информации

- 1.Пуриновые и пиримидиновые основания, входящие в состав нуклеиновых кислот. Структурные формулы нуклеозидов, нуклеотидов.
- 2.Комплементарные пары нуклеотидов А...Т, G...C, A...U.
- 3.Уровни структурной организации молекулы ДНК. Роль водородных связей в образовании вторичной структуры ДНК. Полярность цепи ДНК. Функция ДНК в клетке.
- 4.Уровни структурной организации молекулы РНК. Роль водородных связей в образовании вторичной и третичной структуры РНК.
- 5.Типы РНК, функции РНК в клетке.
- 6.Репликация. Полуконсервативный механизм. Ферменты, участвующие в репликации.
- 7.Схема химической реакции образования фосфодиэфирных связей при биосинтезе ДНК.
- 8.Транскрипция. Ферменты, участвующие в транскрипции. 3 этапа синтеза РНК на матрице ДНК.
- 9.Схема химической реакции образования фосфодиэфирных связей при биосинтезе РНК.
- 10.Трансляция. Рибосома, ее строение и функции. Цикл работы рибосомы
- 11.Генетический код, его свойства. Таблица генетического кода.
- 12.Схема химической реакции образования аминокислотаденилата.
- 13.Схема химической реакции образования аминокислот-тРНК.
- 14.Схема химической реакции образования пептидной связи при биосинтезе белка.

Цикл 3. Генотип и фенотип.

- 1.Структура генов эукариот и прокариот.
 - 2.Промотор и его функция.
 - 3.Оператор, регуляторный белок и их взаимодействие.
 - 4.Регуляция экспрессии генов. Оперон. Регуляция оперона при участии низкомолекулярного лиганда.
 - 5.Сходство и отличие регуляции экспрессии генов у эукариот и прокариот.
 - 6.Виды сигналов, воспринимаемых клеткой и виды клеточных ответов.
 - 7.Клеточные системы передачи сигнала.
 - 8.Клеточная передача сигнала с помощью протеинкиназ.
 - 9.Механизмы усиления и выключения сигнала при передаче его от рецептора.
 - 10.Рак с точки зрения регуляции экспрессии генов.
 - 11.Сплайсинг мРНК. Пре-мРНК.
 - 12.Доменная организация белков и сплайсинг.
 - 13.Иммунитет, какими молекулами он определяется.
 - 14.Структура генов антител, способы достижения разнообразия.
 - 15.Рекомбинация. Образование плазмид путем рекомбинации.
- Устойчивость бактерий к антибиотикам.
- 16.Вирусы, бактериофаги. Поведение вируса в клетке.
 - 17.Особенности поведения ретровируса в клетке эукариот.
 - 18.Полимеразная цепная реакция (ПЦР) и условия ее проведения.

19.4 основных этапа эксперимента по генной инженерии, области ее применения.

20.Эндонуклеазы рестрикции.Получение рекомбинантной ДНК.

21.Клонирование ДНК. Получение генов для клонирования ДНК. Выделение клона из геномной библиотеки.

22.Векторы, на основе чего они сделаны, какими свойствами должны обладать.

23.Схема реакций интеграции ДНК в геном.

24.Методы введения чужеродной ДНК в клетку.

ИТОГОВЫЕ ВОПРОСЫ

1.Что такое жизнь с точки зрения химика.

2.Основные типы биополимеров и их функции.

3.Структура белка. Четыре уровня организации структуры белка.

4.Конформация белка. Конформационные переходы.

5.Поверхность белковых молекул. Образование супрамолекулярных комплексов.

6.Структура и функции биологических мембран.

7.Транспорт молекул через биологические мембраны.

8.Калиевые каналы.

9.Бактериородопсин как протонная помпа.

10. Строение и механизм работы АТР-синтетазы

11.Структура ДНК.

12.Структура и функция РНК.

13.Репликация ДНК.

14.Транскрипция.

15.Генетический код.

16.Биосинтез белка.

17.Плазмиды и вирусы.

18.Регуляция транскрипции генов.

19.Генетическая инженерия.

20.Рекомбинантные ДНК.

21.Структура генов эукариот. Сплайсинг.

22.Полимеразная цепная реакция.

23.Вирусы. ВИЧ.

24.Рак как нарушение системы передачи сигнала.

25.Системы передачи сигналов в клетку.

26.Что такое ген с точки зрения химика. Гены антител.

* Примечание – текущий контроль используется в случае, если в план занятий вводятся семинары.

Вопросы подготовили преподаватели кафедры химии природных соединений д.х.н. проф. Копылов А.М. и к.х.н. доцент Бачева А.В.

«Химические основы биологических процессов» *

Часть II. ХИМИЧЕСКАЯ ЭНЗИМОЛОГИЯ

Текущие и рубежные вопросы.

ТЕМА 1

1. Роль водородных связей в стабилизации структуры белка. Примеры. Величины свободных энергий.
2. Какие химические составляющие ферментов участвуют в формировании гидрофобных взаимодействий? Экспериментальное определение величины гидрофобности.
3. Какие потенциальные участники электростатических взаимодействий имеются в белках? Исходя из закона Кулона рассмотрите влияние свойств среды на эффективность электростатических взаимодействий в белках.
4. Какие аминокислотные остатки чаще находятся на поверхности молекул белков (ферментов), а какие внутри белковой глобулы и почему?
5. Схематически изобразите кривую титрования аспарагиновой/глутаминовой кислоты. Оцените значения pK ионогенных групп.
6. Схематически изобразите кривую титрования лизина/аргинина. Оцените значения pK ионогенных групп.
7. Схематически изобразите кривую титрования гистидина. Оцените значения pK ионогенных групп.
8. Что такое изоэлектрическая точка белка и чем она определяется.
9. Если изоэлектрическая точка белка меньше 7, что это означает и как будет заряжена молекула такого белка при pH ниже 7, $pH = 7$ и при pH выше 7.
10. В чем состоят основные трудности при выделении биополимеров? Какие методы можно использовать?
11. На чем основано разделение белков фракционированием в присутствии разных концентраций солей. От каких примесей этот метод позволяет избавиться в первую очередь?
12. Какую информацию о белке можно получить из данных электрофореза? В чем отличие от метода изоэлектрофокусировки?
13. В чем принципиальное различие и сходство методов очистки белков с помощью гель-фильтрации и электрофореза?
14. По какому параметру разделяются белки в процессе гель-фильтрации? Ответ поясните.
15. В чем особенности ионообменной хроматографии белков? Принципы разделения. Примеры.
16. Основные методы определения чистоты препаратов белков.
17. Смесь глицина, валина, аспарагиновой кислоты, аргинина и треонина разделяли методом электрофореза при pH 6.0.
каково состояние ионизации данных аминокислот?
-какие соединения двигались к аноду?
-какие соединения двигались к катоду?
-какие соединения оставались на старте?
18. При каком значении pH будет достигнуто наиболее эффективное разделение методом электрофореза следующих белковых смесей:
-сывороточный альбумин ($pI = 4.9$) и гемоглобин ($pI = 6.8$)

- миоглобин ($pI = 7.0$) и химотрипсиноген ($pI = 9.5$)
 - яичный овальбумин ($pI = 4.6$) и уреазы ($pI = 5.0$)?
19. Что такое ферменты? Из чего их выделяют?
 20. Для каких целей можно использовать химическую модификацию ферментов? Примеры модификации ферментов по различным группам.
 21. Примеры химической модификации ферментов по карбоксильной и по амино- группам. В чем отличие метода химической модификации от посттрансляционной модификации?
 22. Перечислите основные типы посттрансляционной модификации белков. Приведите примеры.
 23. Что кроме белковой части может входить в состав фермента? Какова хим. роль таких соединений? Приведите примеры.
 24. Принципы, лежащие в основе классификации ферментов. Номер фермента. Примеры реакций, катализируемых ферментами класса гидролаз/оксидоредуктаз.

ТЕМА 2

1. Схема Михаэлиса-Ментен, вывод уравнения, физический смысл параметров
1. Экспериментальное определение кинетических параметров K_m и V_m . В каких единицах измеряются эти параметры?
2. Чему соответствует концентрация субстрата, при которой скорость ферментативной реакции равна половине максимальной?
3. При какой концентрации субстрата скорость ферментативной реакции будет составлять 25% от максимальной, если константа Михаэлиса этой реакции равна 150 мкМ?
4. Известно, что ферментативная реакция подчиняется уравнению Михаэлиса-Ментен. Каков порядок реакции при а) $[S] \approx K_m$, б) $[S] \ll K_m$? в) $[S] \gg K_m$? Ответ поясните формулами и графиками.
5. Почему невозможно дискриминировать схемы Анри и Михаэлиса в стационарном режиме? Ответ поясните графиками и формулами.
6. Трехстадийная схема ферментативной реакции с образованием ацилфермента, понятие о лимитирующей стадии.
7. Физико-химические параметры, которыми можно охарактеризовать действие обратимого ингибитора. Определение типа и константы обратимого ингибирования из данных по зависимости скорости реакции от концентрации субстрата и ингибитора: конкурентный/неконкурентный/бесконкурентный тип.
8. При каком типе ингибирования действие обратимого ингибитора может быть ослаблено или устранено путем увеличения концентрации субстрата? Ответ проиллюстрируйте формулами и графиками.
9. При каком типе ингибирования действие обратимого ингибитора НЕ может быть ослаблено или устранено путем увеличения концентрации субстрата? Ответ проиллюстрируйте формулами и графиками.
10. Как и почему можно изменить (уменьшить) эффективность действия ингибитора в реакционной системе без использования дополнительных реагентов, если ингибитор - бесконкурентный? Ответ поясните формулами и графиками.

11. Задачи в энзимологии, которые можно решить с помощью применения ингибиторов
12. pH-зависимости ферментативных реакций. Определение рК функциональных групп фермента и фермент-субстратного комплекса.
13. Особенности температурных зависимостей ферментативных реакций по сравнению с неферментативными.
14. Каким образом экспериментально можно определить энергию активации ферментативной реакции?
15. На что может указывать излом в зависимости скорости ферментативной реакции от температуры в полулогарифмических координатах ($\lg k$ от $1/T$)?
16. Особенности ферментативного катализа. Концепция Фишера "ключ-замок". Механизм "напряжения".
17. В чем состоит принцип индуцированного соответствия фермента субстрату в ферментативном катализе?
18. На примере химотрипсина рассмотрите каталитические и сорбционные подцентры ферментов.
19. Изобразите схему «эстафетной передачи протона» для стадий ацилирования и деацилирования в катализе сериновыми протеазами.
20. В чем сходство и в чем различие строения активных центров и механизмов действия трипсина, химотрипсина и эластазы?
21. Каковы общие черты и различия в катализе химотрипсином и папаином?
22. Какую реакцию катализирует лизоцим? Каков механизм действия этого фермента?
23. Какую функцию выполняет аспарагиновая кислота в катализе пепсином?
24. Какую функцию выполняет гистидин в катализе рибонуклеазой?
25. Карбоксипептидаза как пример металлзависимых протеаз: поясните роль металла в механизме катализа.

ТЕМА 3

1. Основные направления инженерной энзимологии. Примеры.
2. Физическая (нековалентная) иммобилизация ферментов.
3. Назовите способы получения водорастворимых стабилизированных препаратов ферментов.
4. Методы ковалентной иммобилизации. Какие химические группы молекул ферментов вовлекают в реакции (дать примеры используемых реакций)
5. Как изменится pH-зависимость активности фермента иммобилизованного на полианионном/поликатионном носителе? Почему?
6. На что указывает отсутствие зависимости или слабая зависимость от температуры скорости реакции, катализируемой иммобилизованным ферментом?
7. Ферменты в промышленности. Синтез антибиотиков как пример промышленного использования ферментов.
8. Использование ферментов в бытовых препаратах.
9. Типы и средства транспорта в живых системах.
10. Лекарственные средства и их основные мишени.

11. Нестероидные противовоспалительные средства.
12. Противомикробные лекарственные средства.
13. В чем заключается антибактериальное действие лизоцима?
14. Инсулин и его роль в поддержании уровня глюкозы в организме.
15. Лекарственные препараты – эффекторы (активаторы и ингибиторы) ферментов.
16. Какова роль В-лимфоцитов и Т-лимфоцитов в специфическом иммунитете?
17. Какова структура иммуноглобулинов и их роль в иммунном ответе?
18. Что собой представляет антиген? Какие вещества могут являться антигеном?
19. Приведите и поясните схему сэндвич-метода ИФА.
20. Биолюминисцентный анализ. Принцип метода. Использование.
21. Ферменты как элементы биосенсоров. Принцип действия ферментных электродов.

ИТОГОВЫЕ ВОПРОСЫ

1. Ферменты как природные катализаторы. Основные отличия ферментативного катализа от традиционного химического. Ферменты в химии.
2. Источники ферментов. Нахождение ферментов в природных объектах, локализация ферментов в клетке.
3. Биосинтез ферментов. Посттрансляционная модификация. Сборка ферментов. Кофакторы и простетические группы.
4. Методы выделения биополимеров: особенности и трудности. Методы фракционирования белков. Хроматография, электрофорез и изоэлектрическая фокусировка. Критерии чистоты ферментных препаратов
5. Энергия и силы в биосистемах. Взаимодействия в белковой молекуле: ковалентные, водородные связи, гидрофобные и электростатические взаимодействия.
6. Уровни структурной организации белков: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры, понятие о сверхвторичных структурах и доменах.
7. Стабильность белков (ферментов). Денатурация и инактивация. Принципы стабилизации ферментов
8. Химическая модификация белков (ферментов). Виды ферментных препаратов.
9. Классификация ферментов.
10. Стационарная кинетика ферментативных реакций. Методы обработки экспериментальных данных.
11. Кинетические схемы Михаэлиса и Анри, их дискриминация.
12. Трехстадийная схема ферментативного катализа. Константы скорости в элементарных стадиях ферментативного катализа. Лимитирующие стадии ферментативных реакций.
13. Ингибирование ферментов. Обратимые и необратимые ингибиторы. Основы ингибиторного анализа.
14. Влияние pH на скорость ферментативной реакции, pH-зависимости кинетических параметров.

15. Температурные зависимости скоростей ферментативных реакций. Термоинактивация ферментов.
 16. Активные центры ферментов. Каталитические и сорбционные подцентры ферментов. Основные структурные элементы. Специфичность и эффективность ферментативного катализа.
 17. Физикохимические причины ускорения ферментативных реакций. Эффекты сближения и ориентации, усиление реакционной способности в ансамблях функциональных групп, эффекты среды. Теории ферментативного катализа.
 18. Общий кислотно-основной катализ в механизме действия ферментов. Промежуточные соединения в ферментативном катализе.
 19. Активные центры ферментов и механизмы катализируемых реакций. Понятия о химических механизмах действия α -химотрипсина, трипсина, эластазы, папаина, пепсина, лизоцима, карбоксипептидазы, рибонуклеазы, карбоангидразы.
 20. Прикладная энзимология, основные направления развития и области практического использования ферментов. Биоконверсия вещества и энергии.
 21. Имобилизованные биокатализаторы. Носители и методы иммобилизации. Основные характеристики иммобилизованных ферментов.
 22. Использование ферментов в химическом синтезе. Принципы конструирования реакционных систем.
 23. Использование ферментов в химическом анализе и медицинской диагностике. Иммуноферментный анализ. Биoluminesцентный анализ. Биосенсоры.
 24. Ферменты в медицине. Лекарственные препараты на основе ферментов и их регуляторов.
 25. Основные мишени действия лекарственных препаратов.
 26. Ферменты антибактериального действия. Особенности строения клеточной стенки бактерий.
 27. Нестероидные противовоспалительные препараты.
 28. Транспорт в живых системах. Рецепторы и системы передачи сигнала. Понятие о гормональной регуляции.
 29. Механизмы обеспечения целостности организма и иммунитет.
 30. Инженерия биокатализаторов и биокаталитических систем.
- * Примечание – текущий контроль используется в случае, если в план занятий вводятся семинары.

Вопросы подготовили преподаватели и научные сотрудники кафедры химической энзимологии д.х.н., проф. Левашов А.В., д.х.н., проф. Клячко Н.Л., д.х.н., проф. Варфоломеев С.Д., д.х.н., проф. Тишков В.И., к.х.н., доцент Казанков Г.М., к.х.н., с.н.с. Кудряшова Е.В., м.н.с. Смирнов С.А.

Конечным результатом подготовки выпускников является формирование у них компетенций, позволяющих успешно выполнять производственные задания и конкурировать на рынке труда. Ниже приведена выборка компетенций бакалавров (из полного перечня, приведенного в тексте проекта ФГОС), которые формируются при освоении базовых дисциплин профессионального цикла и прохождения практик.

Общенаучные компетенции:

- способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук (ОНК 1);
- способность применять навыки работы с компьютерами, как в социальной сфере, так и в области познавательной и профессиональной деятельности (ОНК 3);
- способность в условиях развития науки и техники к критической переоценке накопленного опыта и творческому анализу своих возможностей (ОНК 4);
- понимание необходимости приобретения новых знаний и способность приобретать их, используя современные научные методы, а также владение ими на уровне, необходимом для решения задач в области естествознания, возникающих при выполнении профессиональных функций (ОНК 5);
- способность использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач (ОНК 6);

Инструментальные компетенции:

- умение работать с компьютером на уровне пользователя (ИК 1);
- умение работать на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях (ИК 3)

Социально-личностные и общекультурные компетенции:

- настойчивость в достижении цели с учетом моральных и правовых норм и обязанностей (СЛК 1);
- способность к сотрудничеству, разрешению конфликтов, к толерантности (СЛК 2);
- умение работать в коллективе (СЛК 4);
- способность перерабатывать большие объемы информации и выделять главное (СЛК 6);
- наличие развитой письменной и устной коммуникации (СЛК 7).

Профессиональные (специальные) компетенции:

- понимание сущности и социальной значимости профессии, основных перспектив и проблем, определяющих конкретную область деятельности (ПК 1);
- знание теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, химической технологии) (ПК 2);
- умение применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных (ПК 3);
- наличие навыков химического эксперимента, владение основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ПК 4);
- наличие навыков работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов (ПК 5);
- владение методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов (ПК 6);
- понимание необходимости безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способность проводить оценку возможных рисков (ПК 7).

Примерное соответствие формируемых компетенций дисциплинам цикла Б.3 и содержанию практик (раздел Б.4) приведено в таблице 1.

Государственная аттестация выпускников бакалавриата подводит итог их обучения и показывает уровень овладения теоретическим материалом и навыков практической работы, в целом отражающие компетентность выпускников. По мнению учебно-методического совета по химии состав итоговой аттестации (Государственный экзамен по химии и (или) защита выпускной работы) должен определяться Ученым советом вуза с учетом мнения выпускников. Такой подход позволяет вузу учитывать интересы работодателей и существенно повышает мобильность выпускников при трудоустройстве. В таблице 1 отражены также компетенции бакалавров, уровень владения которыми может быть проверен в ходе Государственной аттестации.

Таблица 1.

Индекс компетенции	Б.3 Профессиональные (специальные) дисциплины							Б.4 Практики		Итоговая Государственная аттестация	
	Базовая часть							Экскурсионная ознакомительная	Химико- технологическая	Государственный экзамен по химии	Выпускная квалификационная работа
	Неорганическая химия	Аналитическая химия	Органическая химия	Физическая химия	Высокомолекулярные соединения	Химические основы биологических процессов	Химическая энзимология				
ОНК 1	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
ОНК 3	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
ОНК 4	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
ОНК 5	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+
ОНК 6	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
ОНК 7	-	-		-		-	-	-	+	-	+
ИК 1	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+
ИК 2	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+
ИК 3	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+
СЛК 1	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
СЛК 2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
СЛК 4	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
СЛК 6	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+

ПК 1	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+
ПК 2	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-
ПК 3	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
ПК 4	+	+	+	+	+		+	-	+	-	+
ПК 5	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+
ПК 6	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+
ПК 7	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+

Раздел 2. Подготовка магистров химии.

Студенты магистратуры уже имеют высшее образование первого уровня и поэтому основными формами контроля становятся **рубежный контроль** (проведение контрольных работ по плану семинарских и лекционных занятий, проведение коллоквиумов по модулям учебных дисциплин), **итоговый семестровый контроль** (проведение сессионных экзаменов и защита результатов прохождения предквалификационной практики) и **итоговая государственная аттестация** (государственный экзамен по философии и(или) иностранному языку и защита магистерской диссертационной работы). Меньшее значение имеет **текущий контроль** (опрос на семинарских занятиях, обсуждение результатов семестровой научно-исследовательской работы и работы в специальных практикумах).

Ниже приводятся примеры вопросов для рубежного и итогового контроля качества знаний студентов магистратуры по некоторым авторским программам базовой части («Химия окружающей среды», лекционный курс, 1.5 зачетные единицы) и вариативной части («Современные проблемы нефтехимии», лекционный курс, 1.5 зачетные единицы и «Теоретические основы гетерогенного катализа», лекционный курс, 1 зачетная единица).

“Химия окружающей среды” **Вопросы к рубежной контрольной:**

1. Биогеохимические циклы углерода, азота и фосфора и их количественные характеристики.

2. Химический состав природных вод: главные ионы, растворённые газы, растворённое органическое вещество, биогенные элементы, микроэлементы.

3. Кислотно-основные равновесия в природных водах. pH природных вод. Карбонатная система.

4. Окислительно-восстановительные процессы в природных водах, концепция pE.

5. Основные классы загрязняющих веществ и их характеристика. Особенности процессов миграции разных классов загрязняющих веществ в природных водах. Основные процессы трансформации и формы существования загрязняющих веществ в природных водах. Биоаккумуляция загрязняющих веществ и их миграция по пищевым цепям.

6. Типы сточных вод и характеристика их состава. Методы очистки хозяйственно-бытовых сточных вод. Методы очистки промышленных сточных вод.

7. Основные показатели – физические, химические и биологические, – характеризующие загрязнённость водоёмов.

8. Методы водоподготовки при получении питьевой воды. Первичная, вторичная и третичная обработка сточных и природных вод.

9. Методы дезинфекции питьевой воды.

Итоговые вопросы:

1. Определение и объекты изучения химии окружающей среды: гидросфера, атмосфера и литосфера. Понятия о биосфере (Геккель, Зюсс, Вернадский) и ноосфере (Вернадский).

2. Антропогенное воздействие на окружающую среду (типы и объекты воздействия; физическое и химическое загрязнение). Загрязняющее вещество, источник загрязнения, сток загрязняющего вещества.

3. Основные виды природных вод и особенности их состава.

4. Основные классы загрязняющих веществ и основные источники их поступления в водную среду. Понятие о ксенобиотиках, их происхождении и существовании в окружающей среде.

5. Происхождение, состав и функции почвы. Органическое вещество почв. Состав и свойства гумусовых веществ.

6. Ионообменные и кислотно-основные свойства почв. Буферность почв. Редокс-процессы в почвенной среде. Окислительно-восстановительные режимы основных типов почв.

7. Питательные элементы (N,P,K) почв: формы их существования, потенциалы содержания и балансовое соотношение. Плодородие почв. Применение удобрений и известкование почв как основные агротехнические приемы поддержания плодородия почв.

8. Основные типы минеральных и органических удобрений. Специфика применения осадков сточных вод в качестве органического удобрения. Принципы расчета вносимых доз. Отрицательные экологические последствия применения удобрений.

9. Классификация химических средств защиты растений по объектам воздействия и типу химических соединений. Отрицательные экологические последствия использования пестицидов в сельском хозяйстве.

10. Почва как геохимическая среда, её общая характеристика, сходство и различие с природными водами. Понятие геохимического барьера, типы геохимических барьеров в почвенных средах, их роль в миграции и трансформации загрязняющих веществ в почвенном слое.

11. Загрязнение почв, источники поступления и формы существования основных классов загрязняющих веществ в почвах, их подвижность в почвенном слое, механизмы трансформации и поступления в растения. Способы рекультивации почв.

12. Состав и структура атмосферы. Эволюция атмосферы, её биогенное происхождение. Воздействие солнечной радиации на атмосферу, понятие о фотохимических реакциях. Ионы и радикалы в атмосфере.

13. Основные классы веществ, загрязняющих атмосферу. Естественные и антропогенные источники, соотношение между их выбросами.

14.Химия стратосферного озона (кислородный, водородный, хлорный и азотный циклы озона).

15.Тропосфера как глобальный окислительный резервуар. Основные реакционноспособные частицы в тропосфере. Газофазные и гетерофазные реакции в тропосфере.

16.Понятие токсичности. Основные аспекты токсикодинамики: поступление токсикантов в живые организмы, их трансформация и механизмы действия, эффекты воздействия на живой организм. Количественные характеристики токсикодинамики: доза, кривые “доза-эффект”, порог вредного действия, порог специфического действия.

17.Концепция предельно допустимой концентрации (ПДК). Комбинированное воздействие токсикантов. Методы интегральной оценки воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду: биотестирование, биоиндикация. Биологический мониторинг как эффективный метод контроля состояния окружающей среды.

18.Современные методы аналитической химии в применении к анализу объектов окружающей среды. Проблемы пробоотбора и пробоподготовки.

19.Концепция оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС). Роль химико-экологических исследований для проведения процедуры ОВОС. Современное состояние практической реализации ОВОС: проблемы и перспективы.

20.Определение и цель безопасности. Определение и измерение опасности. Структура риска: вероятность, неопределенность, ущерб. Измерение безопасности. Ожидаемая продолжительность жизни как показатель уровня безопасности. Абсолютная безопасность и приемлемый риск.

21.Проблемы рационального природопользования. Создание малоотходных и безотходных производств. Замена существующих технологических схем альтернативными ресурсосберегающими и экологическими технологиями. Утилизация и захоронение твердых отходов. Типы твердых отходов. Методы обработки твердых отходов и их хранение.

Вопросы подготовлены д.х.н., вед.н.сотр. кафедры органической химии И.В. Перминовой.

«Теоретические основы гетерогенного катализа»

Рубежный контроль знаний:

Контрольная работа №1.

1. Сформулируйте известные Вам определения катализа. Какое из определений, по Вашему мнению, наиболее точно описывает суть явления катализа?
2. Как катализатор влияет на термодинамические характеристики реакции?
3. Сформулируйте основные положения принципа геометрического соответствия теории Баландина.
4. Сформулируйте основные положения принципа энергетического соответствия теории Баландина.
5. Сформулируйте основные положения теории Кобозева.

Контрольная работа №2.

1. В чем различия расчета каталитической активности в гомогенном и гетерогенном катализе.
2. Требования, предъявляемые к промышленным катализаторам. Характеристики промышленных катализаторов.
3. Методы изучения активности в гетерогенном катализе: проточный метод
4. Методы изучения активности в гетерогенном катализе: статический метод
5. Методы изучения активности в гетерогенном катализе: импульсный метод

Контрольная работа №3.

1. Вам необходимо приготовить методом пропитки катализатор $\text{Pt}/\text{Al}_2\text{O}_3$. Перечислите все стадии метода, а также условия, которые необходимо соблюдать и избегать.
2. Вам необходимо приготовить методом осаждения-пропитки катализатор $\text{Pt}/\text{Al}_2\text{O}_3$. Перечислите все стадии метода, а также условия, которые необходимо соблюдать и избегать.
3. Вам необходимо приготовить методом соосаждения катализатор $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$. Перечислите все стадии метода, а также условия, которые необходимо соблюдать и избегать.
4. В процессе реакции изомеризации пентана катализатор $\text{Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3$ потерял активность. Какие физико-химические методы можно использовать, чтобы выявить причины дезактивации.

Итоговый контроль (экзамен по курсу)

- 1.Определения катализа. Термодинамический аспект действия катализаторов.
- 2.Ранние теории катализа. Теория промежуточных соединений. Теория активных центров Тейлора.
- 3.Мультиплетная теория Баландина.
- 4.Теория активных ансамблей Кобозева. Вклад в теорию катализа Рогинского, Борескова, Волькенштейна.
- 5.Структурная чувствительность (диаграмма Борескова). Основные механизмы каталитических реакций, каталитический цикл.
- 6.Активность и селективность гомогенных и гетерогенных катализаторов. Методы расчета активности в гетерогенном катализе.
- 7.Методы изучения активности катализаторов.
- 8.Требования, предъявляемые к промышленным катализаторам. Характеристики промышленных катализаторов.
- 9.Общие принципы приготовления гетерогенных катализаторов.
- 10.Металлические катализаторы. Влияние условий приготовления на физико-химические свойства металлических катализаторов. Структура и свойства дисперсных металлических частиц.
- 11.Оксидные катализаторы. Влияние условий приготовления на физико-химические свойства металлических катализаторов. Структура и свойства дисперсных металлических частиц.

12.Нанесенные катализаторы. Принципы выбора носителя. Типы носителей. Распределения активного компонента на носителе. Функция носителя. Взаимное влияние в системе металл-носитель.

13.Основы приготовления черной, скелетных катализаторов. Никель Ренея. Полиметаллические катализаторы. Сложные каталитические системы.

14.Влияние реакционной среды на состав поверхности гетерогенных катализаторов. Деактивация катализаторов и способы их регенерации.

15.Алюмосиликаты и цеолиты. Связь каталитической активности со свойствами поверхности. Активность и селективность цеолитных катализаторов.

16.Физико-химические методы в исследовании гетерогенных катализаторов.

17.Роль катализа в современной жизни.

Вопросы подготовлены доцентом кафедры физической химии, к.х.н. Голубиной Е.В.

«Современные проблемы нефтехимии».

Рубежный контроль (по отдельным темам)

Раздел 1.

«Непредельные углеводороды как основное сырье для нефтехимического синтеза. Источники непредельных углеводородов в современной нефтехимической промышленности. Методы получения газообразных и высших олефинов, циклоолефинов. Методы очистки и выделения». – 3 лекции (6 часов)

Вопросы для контроля:

1.Каковы процессы используются для получения непредельных углеводородов в нефтехимии?

2.Каково значение отдельных непредельных углеводородов в промышленности?

3.Что определяет выбор сырья для проведения пиролиза? Как изменяется соотношение продуктов реакции в зависимости от используемого сырья (попутный газ, C₂-C₄ фракция углеводородов из природного газа, легкие фракции углеводородов нефти).

4.Почему возникает необходимость в создании и внедрении новых технологий получения пропилена? Какие методы получения пропилена в настоящее время используются в промышленности?

5. Как выделяются отдельные углеводороды из фракции C₄ нефти?

6. Какими образом в промышленности реализуется получение высших моноолефинов?

Раздел 2.

«Основные продукты нефтехимии на основе пропилена и бутенов. Синтез ацетона и продуктов на его основе. Эпоксидирование непредельных соединений гидроперекисями, надкислотами, перекисью водорода. Оксид пропилена, пути его использования. Аллиловый спирт, глицидол, глицерин. Окислительный аммонолиз как основной современный метод синтеза нитрилов.

Механизм. Перспективы развития. Окисление пропилена в акролеин. Катализаторы, механизм реакции. Получение нефтехимических продуктов из фракции С4» - лекций, часов.

Вопросы для контроля

1. Как меняются направления использования пропилена в нефтехимической промышленности за последние два десятилетия? Что определяет растущий спрос на пропилен?

2. Опишите альтернативные технологии получения пропиленоксида в промышленности. В чем их преимущества и недостатки с экономической точки зрения? Каковы перспективы технологий эпексидирования с использованием пероксида водорода? Почему?

3. Почему в промышленности отказались от гидратации пропилена как основного метода получения ацетона?

4. Опишите механизм окислительного аммонолиза и роль катализатора. Как соотносятся механизм окисления пропилена до акрилонитрила, акролеина и акриловой кислоты? Почему в последнем случае используется двухстадийный процесс?

5. Какие продукты в нефтехимической промышленности получают из углеводородов фракции С4? Почему роль окисления бутена-2 в получении малеинового ангидрида уменьшается?

6. Дайте сравнительную характеристику существующих в настоящее время процессов гидроформилирования. Каковы тенденции развития этого процесса и перспективы его использования для других углеводородов?

Итоговый контроль

Примерные вопросы для зачета (1 семестр)

1. Дайте общую характеристику нефтехимии как науки и опишите тенденции ее развития

2. Опишите основные процессы получения низших непредельных углеводородов.

3. Дайте характеристику пиролиза, опишите основные факторы, влияющие на выход продуктов пиролиза.

4. Современные методы получения пропилена.

5. Продукты на основе этилена. Направления использования этилена

6. Этиленоксид. Методы синтеза. Направления использования.

7. Этиленгликоль. Новые методы синтеза. Направления использования.

Этанол.

8. Процессы получения ацетальдегида и уксусной кислоты.

9. Выделение углеводородов фракции С4.

10. Направления использования продуктов фракции С4. Получение продуктов нефтехимии на их основе

11. Методы получения высших непредельных углеводородов в промышленности.

12. Использование высших углеводородов для синтеза продуктов нефтехимии.

Примерные вопросы для экзамена (2 семестр)

1. Общая характеристика нефтехимии как науки. Тенденции развития нефтехимии и промышленной химии. Основные составляющие нефтехимии:

органическая химия, наука о катализе, химическая технология. Роль экономических факторов в развитии нефтехимии

2.Непределённые углеводороды как основное сырьё для нефтехимического синтеза. Общая характеристика источников непределённых углеводородов в современной нефтехимической промышленности.

3.Пиролиз и его основные особенности. Сырьё пиролиза. Распределение продуктов. Методы выделения продуктов. Тенденции развития процесса пиролиза.

2.Альтернативные методы получения пропилена. Глубокий каталитический крекинг. Дегидрирование. Метатезис. Динамика использование. Сравнение эффективности.

3.Углеводороды C₄ и их значение для нефтехимии и синтеза топлив. Продукты на основе C₄ углеводородов.

4.Получение высших олефинов в промышленности. Выделение и дегидрирование парафинов. Олигомеризация этилена. Перспективные процессы получения C₄-C₆ углеводородов путем олигомеризации.

5.Направление использования высших олефинов. Детергенты.

6.Синтез нефтехимической промышленности на основе этилена. Источники этилена. Общая характеристика направлений использования этилена в нефтехимии

Вопросы подготовлены к.х.н., ст.н.сотр. кафедры химии нефти и органического катализа Максимовым А.Л.

Магистр химии в соответствии с целями основной образовательной программы и задачами профессиональной деятельности должен обладать рядом компетенций, дополнительных к компетенциям бакалавра. Ниже приведены компетенции, формируемые при освоении студентами магистратуры материала циклов М.2 (Профессиональные(специальные) дисциплины)и М.3 (Практики и научно-исследовательская работа). В таблице 2 приводится примерное соответствие формируемых компетенций дисциплинам циклов М.2 и М.3, а также компетенции, которые могут быть проверены при проведении итоговой государственной аттестации выпускников.

Общенаучные компетенции:

- наличие представлений о наиболее актуальных направлениях исследований в современной теоретической и экспериментальной химии (синтез и применение веществ в наноструктурных технологиях, исследования в экстремальных условиях, химия жизненных процессов, химия и экология и другие) (ОНК 8);

- понимание философских концепций естествознания, роли естественных наук (химии в том числе) в выработке научного мировоззрения (ОНК 9);

- знание основных этапов и закономерностей развития химической науки, понимание объективной необходимости возникновения новых направлений, наличие представлений о системе фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, форм и методов научного познания, их роли в общеобразовательной профессиональной подготовке химиков(ОНК 10);

- знание современных компьютерных технологий, применяемых при обработке результатов научных экспериментов и сборе, обработке, хранении и

передачи информации, свободное владение ими при проведении самостоятельных научных исследований (ОНК 11);

- способность определять и анализировать проблемы, планировать стратегию их решения (ОНК 12).

инструментальные компетенции:

- понимание принципов работы современной научной аппаратуры (ИК 4);

- умение работать на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований (ИК 5);

социально-личностные компетенции:

- знание основ делового общения и способностью работать в научном коллективе (СЛК 12);

- умение ориентироваться в создающихся условиях производственной деятельности и способность к адаптации в новых условиях (СЛК 13);

- умение принимать нестандартные решения (СЛК 14);

- обладание навыками межличностных отношений в научных коллективах (СЛК 15);

- квалифицированное владение иностранным (прежде всего английским) языком в области профессиональной деятельности и межличностного общения (СЛК 16);

- понимание проблем организации и управления деятельностью научных коллективов (СЛК 17);

углубленные профессиональные компетенции:

- владение теорией и навыками практической работы в избранной области химии (в соответствии с темой магистерской диссертации) (УПК 1);

- умение анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования по предлагаемой научным руководителем теме и самостоятельно составлять план исследования (УПК 2);

- способность анализировать полученные результаты, делать необходимые выводы и формулировать предложения (УПК 3);

- умение профессионально участвовать в научных дискуссиях (УПК 4);

- умение представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати) (УПК 5);

Таблица 2.

Индекс компетенции	М.2 Цикл профессиональных (специальных) дисциплин			М.3 Практики и научно-исследовательская работа		Итоговая Государственная аттестация		
	Базовая часть Актуальные вопросы современной химии (Химия окружающей среды)	Вариативная часть		Научно-исследовательская работа в семестре.	Предквалификационная практика	Государственный экзамен		Выпускная квалификационная работа
		Теоретические основы гетерогенного катализа	Современные проблемы нефтехимии			Иностранный язык	Философия	
ОНК 8	+	+	+	-	+	-	-	-
ОНК 9	-	-	-	-	-	-	+	-
ОНК11	-	-	-	+	+	-	-	+
ОНК12	-	-	-	+	+	-	-	+
ИК 4	-	-	-	+	+	-	-	+
ИК 5	-	-	-	+	+	-	-	+
СЛК 12	-	-	+	+	+	-	-	+
СЛК 13	-	-	+	+	+	-	-	+
СЛК 14	-	+	+	+	+	-	-	+
СЛК 15	-	+	+	+	+	-	-	+
СЛК 16	-	+	+	-	+	+	-	+
СЛК 17	-	+	+	-	+	-	-	-
УПК 1	-	+	+	+	+	-	-	+
УПК 2	-	+	+	+	+	-	-	+
УПК 3	-	+	+	+	+	-	-	+
УПК 4	-	-	-	-	+	-	-	+
УПК 5	-	-	-	+	+	-	-	+

Вместе с настоящей разработкой весь этот материал может стать основой для подготовки вузами, готовящими химиков классического университетского профиля, своих разработок, связанных с контролем качества

образования выпускников, и документов для последующего создания системы менеджмента качества образования в вузе.

Председатель УМС по химии УМО по
классическому университетскому образованию,
декан химического факультета МГУ,
акад. РАН, профессор

/В.В.Лунин/