

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ**  
**ПО КЛАССИЧЕСКОМУ УНИВЕРСИТЕТСКОМУ ОБРАЗОВАНИЮ**  
**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ СОВЕТ ПО ХИМИИ**

УТВЕРЖДАЮ  
Председатель УМС по химии УМО  
по классическому университетскому  
образованию, декан химического факультета МГУ,  
академик РАН, профессор \_\_\_\_\_ В.В.Лунин  
« 15» апреля \_\_\_\_\_ 2004 г.

**СБОРНИК**  
**примерных контрольных вопросов**  
**для оценки уровня остаточных знаний**  
**студентов, обучающихся по специальности**  
**011000-Химия и направлению 510500-Химия**

Москва  
2004 год

Настоящий сборник представляет фонд примерных контрольных вопросов, используемых учебными заведениями при проведении опроса студентов с целью выяснения уровня остаточных знаний (самооценка учебного заведения) по дисциплинам федерального компонента цикла ОПД. Количество вопросов по каждой дисциплине примерно соответствует трудоемкости дисциплин по ГОС. Опрос проводится в год аттестации учебного заведения до приезда комиссии министерства по аттестации и лицензированию.

Учебное заведение самостоятельно выбирает форму проведения опроса – письменный экзамен или тестирование студентов. В обоих случаях задание составляется на основе предлагаемых в данном сборнике вопросов.

При подготовке заданий и проведении опроса Пленум Совета рекомендует принять во внимание следующие обстоятельства:

В зависимости от построения преподавания конкретной дисциплины вопросы могут быть представлены тремя разделами:

- фундаментальные вопросы теории
- «прикладные» вопросы
- численные задачи

Желательно, чтобы набор вопросов в задании независимо от числа предметов, по которым ведется опрос студентов данного курса, включал вопросы из всех приведенных выше разделов.

Опрос студентов проводится в учебное время. Поэтому объем материала, выносимого на экзамен или тестирование, должен быть достаточно ограниченным: при письменном экзамене не более 4 - 5 вопросов, при тестировании не более 10 – 15 вопросов, независимо от числа дисциплин, по которым проводится опрос студентов. Не следует требовать от студентов знания отдельных деталей.

Ниже приведены дисциплины учебного плана, по которым целесообразно проводить опрос на выяснение уровня остаточных знаний студентов:

### **Специальность 011000 – Химия**

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| - Неорганическая химия           | - Аналитическая химия                      |
| - Органическая химия             | - Физическая химия                         |
| - Высокомолекулярные соединения  | - Химическая технология                    |
| - Физические методы исследования | - Квантовая механика и квантовая химия     |
| - Коллоидная химия               | - Кристаллохимия                           |
| - Строение вещества              | - Техногенные системы и экологический риск |

## Направление 510500 – Химия

- Неорганическая химия
- Органическая химия
- Высокомолекулярные соединения
- Аналитическая химия
- Физическая химия
- Химическая технология
- Химические основы жизни

Проект сборника разработан профессорами и преподавателями кафедр химического факультета МГУ, ведущих данную дисциплину. При подготовке окончательного варианта сборника учтены замечания и предложения профессоров и преподавателей Апатитского филиала Мурманского технического, Белгородского, Дальневосточного, Калининградского, Новосибирского, Омского, Ростовского, Саратовского, Тюменского государственных университетов России.

Сборник рассмотрен и утвержден на заседании Пленума Совета по химии 04 апреля 2004 года.

До разработки Центром тестирования профессионального образования тестовых заданий для опроса студентов в присутствии членов аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ настоящий сборник может быть использован учебными заведениями для самостоятельной подготовки таких заданий.

## Неорганическая химия

1. Какие из перечисленных ниже солей щелочных металлов будут подвергаться гидролизу:  $\text{LiCH}_3\text{COO}$ ,  $\text{LiCl}$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{NaClO}$ ,  $\text{NaClO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{KBr}$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ? Напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза этих соединений.

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

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

3. Для соединений состава  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_n$ , где  $n = 3; 4; 5; 6; 7; 8$ , приведите:

- а) названия по традиционной и систематической номенклатуре; б) структурные формулы анионов; в) способы получения, исходя из пирита  $\text{FeS}_2$ ;
- г) по одной реакции, характеризующей их окислительно-восстановительные свойства.

4. Напишите уравнения реакций взаимодействия  $\text{ЭCl}_3$  ( $\text{Э} = \text{B, Ga, La, N, P, Sb, Bi, I}$ ) с избытком водного раствора гидроксида рубидия.

5. Предложите несколько способов перевода  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{BeO}$  в растворимые соединения.

6. Для кислот  $\text{H}_3\text{PO}_n$  ( $n = 2; 3; 4$ ):

а) приведите структурные формулы; б) предложите способы их получения из фосфида кальция;

в) приведите названия кислот и их магниевых солей (и стехиометрические формулы солей);

г) напишите реакцию взаимодействия  $\text{H}_3\text{PO}_3$  с избытком  $\text{CsOH}$ .

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

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

8. При наличии каких электронных конфигураций можно ожидать проявления эффекта Яна-Теллера в координационных соединениях. Приведите примеры.

9. Сравните комплексные ионы  $[\text{V}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  и  $[\text{V}(\text{CN})_6]^{4-}$ : а) укажите полное электронное строение центральных ионов в этих комплексах;

б) изобразите на диаграммах расщепленных d-орбиталей (ТКП) распределение электронов и рассчитайте величину энергии стабилизации кристаллическим полем (ЭСКП);

в) укажите, у какого из этих комплексов больше величина энергии расщепления ( $\Delta_0$ ) и объясните почему;

г) объясните причину различной окраски соединений содержащих эти ионы; д) рассчитайте величину их магнитного момента (м.Б.);

е) изобразите по методу валентных связей распределение электронов и укажите тип гибридизации орбиталей центральных атомов;

ж) объясните, инертными или лабильными будут эти ионы в реакциях обмена лигандами.

10.а) Напишите химические формулы хлорида гексаакважелеза (II) и гексацианоферрата (III) калия.

б) Рассчитайте величину ЭСКП для этих комплексов, если для первого  $\mu_{фф.} = 4.9$  м.Б, а для второго  $\mu_{эфф.} = 1.7$  м.Б.

в) На основании полученных данных сопоставьте термодинамическую устойчивость этих комплексов.

г) Нарисуйте графические формулы изомеров триоксалатоферрата (III) калия.

д) Предложите способ разрушения триоксалатоферрата (III) калия.

11. На чем основано моющее свойство “хромпика”? Почему хромовая смесь чаще используется при работе с органическими веществами, чем с неорганическими?

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

13. Растворение навески 10.66 г кристаллического вещества А в 333 мл воды привело к понижению температуры замерзания образовавшегося раствора на  $0.22^\circ\text{C}$  ( $K_{\text{H}_2\text{O}} = 1.86^\circ\text{C}$ ; считать  $\alpha = 1$ ). Из данных химического элементного анализа вещества А известно, что оно содержит 19.5 масс. %  $\text{Cr}$ , 40.0 масс. %  $\text{Cl}$ , 4.5 масс. %  $\text{H}$  и 36.0 масс. %  $\text{O}$ .

1. Определите вещество А, предложите его строение.

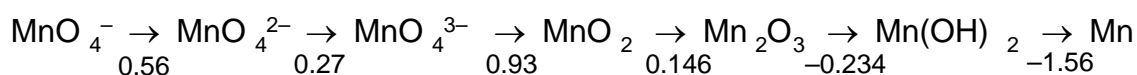
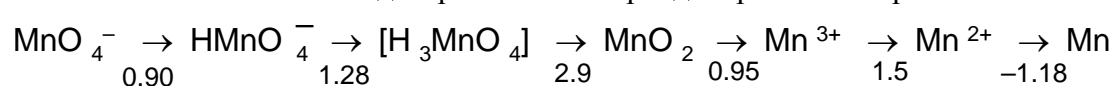
2. Используя метод ТКП, оцените магнитный момент вещества А. Рассчитайте эффективный магнитный момент для соединения, полученного при взаимодействии вещества А с избытком  $\text{KCN}$  в растворе.

3. Изобразите графические формулы всех изомеров вещества А и предложите способ синтеза одного из них из металлического хрома с указанием условий проведения реакций и их уравнений.

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

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

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



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

2) Оцените граничные значения  $\text{pH}$ , 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  $E^\circ(\text{O}_2/\text{OH}^-) = 0.4$  В.

17. К 100 мл 0.1 М раствора  $\text{KMnO}_4$  было добавлено 100 мл 0.05 М раствора  $\text{N}_2\text{H}_6\text{SO}_4$  (считать плотности всех растворов равными единице).

а) Определите массу образовавшегося раствора;

б) определите концентрацию (моль/л) веществ, находящихся в растворе после реакции;

в) оцените среду (кислая, нейтральная, щелочная) раствора, образовавшегося в результате реакции.

18. Какие продукты образуются при взаимодействии растворов  $\text{FeSO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ? Укажите условия.

а) Объясните высокую термодинамическую устойчивость цианидных комплексов железа.

б) Почему красная кровяная соль более ядовита, чем желтая кровяная соль?



# Аналитическая химия

## Теоретические вопросы

1. Основные характеристики методов химического анализа.
2. Аналитический сигнал. Способы определения концентрации вещества.
3. Количественные характеристики точности и чувствительности химического анализа.
4. Понятие о систематических и случайных погрешностях химического анализа.
5. Представительная проба. Размер и способы отбора.
6. Подготовка пробы к анализу.
7. Активность, общая и равновесные концентрации. Уравнение материального баланса.
8. Основные положения кислотно-основной теории Бренстеда-Лоури.
9. Сильные и слабые кислоты и основания. Буферные растворы и их свойства.
10. Титрование кислот и оснований, титрование смесей кислот и оснований
11. Количественные характеристики комплексных соединений. Применение комплексов в химическом анализе.
  1. Органические реагенты. Применение в химическом анализе.
  2. Окислительно-восстановительные реакции. Окислительно-восстановительный потенциал, факторы, влияющие на его величину.
  3. Окислительно-восстановительное титрование. Примеры практического применения.
  4. Кинетические методы анализа, их метрологические характеристики.
  5. Сущность титриметрического метода анализа. Требования к реакциям в титриметрии. Первичные и вторичные стандартные растворы.
  6. Кривые титрования, принцип их построения. Кривые титрования в различных методах анализа. Индикаторы.
  7. Равновесие осадок – раствор. Факторы, влияющие на растворимость осадков.
  8. Различия в условиях осаждения кристаллических и аморфных осадков.
  9. Виды загрязнений осадков (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение) и способы устранения загрязнений.
  10. Разделение и концентрирование в химическом анализе. Основные используемые методы.
  11. Экстракция как метод разделения и концентрирования. Основные теоретические положения.
  12. Сущность хроматографического метода анализа. Виды хроматографии.
  13. Вольтамперометрия. Сущность метода и его разновидности.
  14. Потенциометрия. Сущность метода и его разновидности
  15. Кулонометрия. Сущность метода и его разновидности.
1. Виды спектров, используемых в спектроскопических методах химического анализа.
2. Закон Ламберта-Бугера-Бера, его применение в спектроскопических методах анализа.
3. Способы атомизации и возбуждения в атомно-эмиссионных спектроскопических методах химического анализа.
4. Люминесцентный анализ. Флуоресценция и фосфоресценция. Характеристики метода и области применения.

## **Вопросы по методам анализа**

### **Химические методы количественного анализа**

#### **Гравиметрия**

1. Требования, предъявляемые к осаждаемой и гравиметрической формам.
2. Сформулируйте правила адсорбции. Какие факторы влияют на количество адсорбированных примесей?
3. Каковы наиболее эффективные приемы очистки осадков от примесей?

#### **Титриметрические методы**

4. Дайте определение понятиям титрование, скачок титрования, точка эквивалентности, конечная точка титрования.
5. В каких координатах строят кривые в разных методах титрования?
6. Какие факторы влияют на величину скачка на кривой кислотно-основного титрования?
7. Приведите примеры первичных и вторичных стандартных растворов, используемых в кислотно-основном титровании.
8. На чем основано действие металлоиндикатора в комплексонометрическом титровании.
9. Назовите способы титрования. Что определяет выбор способа титрования?
10. Сущность метода перманганатометрии, первичные стандартные вещества.
11. Сущность метода иодометрии, первичные стандартные вещества.

#### **Экстракция**

12. Дайте определение следующих понятий: экстракция, экстрагент, разбавитель, экстракт. Приведите примеры.
13. Какие условия необходимо создать для перехода вещества из водной фазы в органическую при его экстракции?

#### **Спектроскопические методы**

14. Какие типы атомизаторов пригодны для анализа растворов, какие – для анализа твердых проб методом атомно-эмиссионной спектроскопии?
15. Использование пламени в методе атомно-эмиссионной спектроскопии. Процессы, протекающие в пламени. Какие элементы можно определять пламенным эмиссионным методом с высокой чувствительностью?
16. Каковы способы атомизации вещества в атомно-абсорбционной спектроскопии?
17. Какой характер имеет зависимость степени атомизации вещества от температуры пламени, которое используется для его атомизации?
18. Какие источники излучения используют в методе атомной абсорбции. Чем обусловлена высокая селективность метода?
19. Какой метод - атомно-абсорбционной или атомно-эмиссионной спектроскопии целесообразно использовать для качественного анализа? Почему?
20. Дайте классификацию методов люминесценции.
21. Изобразите схематически взаимное расположение спектров поглощения и люминесценции вещества.
22. Основной закон светопоглощения. Причины отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера.

23. Представьте графически следующие зависимости (при соблюдении основного закона светопоглощения):  $A=f(\lambda)$ ,  $A=f(C)$ ,  $\varepsilon=f(C)$ ,  $A=f(l)$ .

### Хроматографические методы

24. В чем состоит отличие хроматографии от других методов разделения?
25. Нарисуйте элюентную хроматограмму разделения двух веществ. Какие хроматографические параметры используют для идентификации компонентов смеси?
26. Какие параметры хроматографического пика используют для количественного анализа? Перечислите основные методы количественного хроматографического анализа.
27. Как выполняют качественный и количественный анализ методом тонкослойной хроматографии?

### Электрохимические методы

28. Каков тип проводимости для металлических индикаторных электродов первого рода и мембранных электродов?
29. Какие типы мембран используют для изготовления ионоселективных электродов?
30. Как устроен стеклянный электрод? Какие факторы влияют на его работу (функцию)?
31. Какие требования предъявляют к электродам сравнения? Приведите их примеры.
32. Сформулируйте законы Фарадея. Как определяют количество электричества в прямой кулонометрии и в кулонометрическом титровании?
33. Каковы преимущества кулонометрического титрования перед классической титриметрией?
34. Какие характеристики вольтамперограммы лежат в основе качественного и количественного анализа?
35. Какие факторы влияют на величину предельного диффузионного тока в полярографии?

### Расчетные задачи по различным типам равновесия и методам анализа

1. Есть 1,00 М раствор  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и 2,00 М раствор  $\text{NH}_3$ . Как из них приготовить буферный раствор: а) с рН 9,25; б) с рН 10,25? Для  $\text{NH}_3$   $pK_b = 4,75$ .
2. Как из 1,00 М  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и 1,00 М  $\text{CH}_3\text{COONa}$  приготовить буферный раствор с рН 5,75? Для  $\text{CH}_3\text{COOH}$   $pK_a = 4,75$ .
3. Рассчитайте рН буферных растворов, состоящих из: а) 0,10 М  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и 0,10 М  $\text{NH}_3$ ; б) 0,20 М  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и 0,20 М  $\text{NH}_3$ . В каком из этих буферных растворов и почему, рН будет изменяться меньше при прибавлении к ним одинаковых порций 0,10 М  $\text{HCl}$ ? Для  $\text{NH}_3$   $pK_b = 4,75$ .
4. Титруют 0,1000 М раствор  $\text{NH}_3$  0,1000 М раствором  $\text{HCl}$ . Рассчитайте величину рН в точке эквивалентности. Для  $\text{NH}_3$   $pK_b = 4,75$ .
5. Какой комплекс преобладает в растворе, содержащем 0,005 М кадмия (II) и 2,0 М иодида калия? Константы устойчивости иодидных комплексов кадмия равны:  $\beta_1 = 1,91 \cdot 10^2$ ;  $\beta_2 = 2,69 \cdot 10^3$ ;  $\beta_3 = 3,09 \cdot 10^4$ ;  $\beta_4 = 2,57 \cdot 10^5$ .

6. По величинам стандартных потенциалов полуреакций  $\text{Cd}^{2+} + 2e = \text{Cd}$  (-0,403В) и  $\text{CdL}_4^{2-} + 2e = \text{Cd} + 4\text{L}^-$  (-0,958В) оцените величину  $\beta_4$  для комплекса  $\text{CdL}_4^{2-}$ .

7. Рассчитайте рН, при котором возможно окисление иодида нитрит-ионами ( $K_{\text{равн}} > 1$ ).  $E^0_{\text{NO}_2^-/2\text{H}^+/\text{NO}} = 1,202\text{В}$ ;  $E^0_{\text{I}_2/2\text{I}^-} = 0,54\text{В}$ .

8. Почему  $\text{Cu}^{2+}$  окисляет иодид, хотя  $E^0$  для полуреакции  $\text{Cu}^{2+} + e = \text{Cu}^+$  равен 0,16В, а для полуреакции  $\text{I}_2 + 2e = 2\text{I}^-$  - 0,54В? Рассчитайте величину константы равновесия реакции. Для  $\text{CuI}$   $K^0_{\text{S}} = 1,1 \cdot 10^{-12}$ .

9. Какой из фосфатов -  $\text{FePO}_4$  ( $K^0_{\text{S}} = 1,29 \cdot 10^{-22}$ ) или  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  ( $K^0_{\text{S}} = 1,00 \cdot 10^{-26}$ ) - растворяется в  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ? Почему?

10. К раствору, содержащему 0,01 М растворы  $\text{KI}$  и  $\text{KCl}$ , прибавили равный объем насыщенного раствора  $\text{AgNO}_3$ . Какой осадок будет выпадать первым? Для:  $\text{AgI}$   $K^0_{\text{S}} = 9,98 \cdot 10^{-16}$ , для  $\text{AgCl}$   $K^0_{\text{S}} = 1,78 \cdot 10^{-10}$ , для  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$   $K^0_{\text{S}} = 1,45 \cdot 10^{-5}$ .

11. Рассчитайте, при каком рН после осаждения  $\text{Ca}^{2+}$  из 100 мл раствора с помощью 0,10 М  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  остаточное содержание  $\text{Ca}^{2+}$  в растворе будет ниже 0,0002 г. Для  $\text{CaC}_2\text{O}_4$   $K^0_{\text{S}} = 2,3 \cdot 10^{-9}$ ; для  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$   $K_{\text{a},1} = 5,62 \cdot 10^{-2}$ ;  $K_{\text{a},2} = 5,89 \cdot 10^{-5}$ .

12. Почему и во сколько раз увеличится растворимость  $\text{AgI}$  в 1,00 М  $\text{NH}_3$  по сравнению с его растворимостью в воде? Для  $\text{AgI}$   $K^0_{\text{S}} = 9,98 \cdot 10^{-17}$ ; для  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$   $\beta_1 = 2,09 \cdot 10^3$ ;  $\beta_2 = 1,62 \cdot 10^7$ .

13. ЭДС гальванического элемента из платинового электрода в растворе, содержащем  $\text{Fe(III)}$  и  $\text{Fe(II)}$ , и насыщенного каломельного электрода (НКЭ) равна 0,558 В. Каково соотношение  $\text{Fe(III)}/\text{Fe(II)}$ ?  $E^0_{\text{Fe(III)}/\text{Fe(II)}} = 0,771\text{В}$ ,  $E_{\text{НКЭ}} = 0,242\text{В}$ .

14. Навеску массой 0,5000 г  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (мол. масса 278,05) растворили в 100,0 мл 1,00 М  $\text{HCl}$ . Потенциал платинового электрода, погруженного в этот раствор, равен 0,320 В относительно НКЭ. Рассчитайте массовую долю (%)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  в препарате. Мол. масса  $(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3)$  399,88;  $E^0_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}$ , 1М  $\text{HCl} = 0,459\text{В}$ .

15. Сколько миллилитров 5%-ного раствора  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , взятого с 10%-ным избытком, нужно для осаждения сульфат-иона из 10,00 мл 5,5%-ного раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho = 1,035\text{ г/см}^3$ )? Мол. масса  $(\text{BaCl}_2)$  208,23; мол. масса  $(\text{H}_2\text{SO}_4)$  98,07; мол. масса  $(\text{H}_2\text{O})$  18,00.

16. Сколько кальция (г) будет потеряно за счет растворимости  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  при промывании его с помощью 200 мл а) воды, б) 0,01 М  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ? Для  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   $K^0_{\text{S}} = 2,99 \cdot 10^{-9}$ .

17. Каково содержание  $\text{CaO}$  (% мас.) в известняке, если при определении кальция из навески 0,3025 г получено 0,2505 г осадка  $\text{CaSO}_4$  (гравиметрическая форма). Мол. масса  $(\text{CaO})$  56,08; мол. масса  $(\text{CaSO}_4)$  136,14.

18. Напишите формулу изучаемого соединения по данным элементного анализа (% мас.): С – 79,93; Н – 6,37; N – 17,70. Мол. масса: (С) – 12,01; (Н) – 1,007; (N) – 14,007.

19. При определении меди в сплаве иодометрическим методом на титрование аликвоты 10,00 мл раствора, полученного растворением навески 0,2000 г в объеме 100,0 мл, израсходовано 8,53 мл 0,0100М раствора тиосульфата натрия. Рассчитайте содержание (%) меди в сплаве. Мол. масса:  $(\text{Cu})$  63,54.

20. При определении железа в пробе сточной воды объемом 200,0 мл его окислили до Fe(III), осадили аммиаком, отделили осадок от раствора и после растворения осадка в соляной кислоте оттитровали железо, израсходовав 5,14 мл 0,0050М раствора ЭДТА. Рассчитайте общую концентрацию железа в воде (мг/л). Мол. масса: (Fe) 55,85.

21. При анализе пробы сточной воды объемом 100,0 мл на содержание сульфат-ионов их осадили раствором хлорида бария. Осадок сульфата бария отфильтровали, промыли и растворили в 30,00 мл 0,0250М раствора ЭДТА. Избыток ЭДТА оттитровали, израсходовав 15,00 мл 0,0250М раствора хлорида магния. Рассчитайте концентрацию сульфат-ионов (мг/мл) в образце. Мол. масса (SO<sub>4</sub>) 96,07.

22. Для определения натрия в стекле три его навески по 0,1000 г растворили в смеси H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и HF, растворы упарили, остатки обработали разбавленной HCl и перенесли в мерные колбы объемом 250,0 мл. Во вторую и третью колбы добавили, соответственно, 10,00 и 20,00 мл стандартного раствора натрия (с = 250,0 мкг/мл). Растворы разбавили водой до метки и фотометрировали в пламени светильный газ – воздух. Соответствующие значения интенсивностей (у. е.) равны 17,0, 26,0 и 35,0. Определите массовую долю (%) натрия в стекле.

23. Молярный коэффициент поглощения воднорастворимого комплекса никеля с диметилглиоксимом при 470 нм равен  $1,30 \cdot 10^4$ . Рассчитайте: а) оптическую плотность раствора комплекса, в 1 мл которого содержится 1 мкг никеля, при толщине поглощающего слоя  $l = 1,00$  см; б) его пропускание; в) концентрацию никеля в растворе (мкг/мл), если оптическая плотность раствора, содержащего диметилглиоксимат никеля и помещенного в кювету с  $l = 3,00$  см, равна 0,190 при 470 нм. Мол. масса (Ni) 58,69.

24. При определении железа в виде моносulfосалицилатного комплекса пропускание раствора, содержащего 0,115 мг металла в 25,0 мл раствора, равно 54,5% при толщине поглощающего слоя  $l = 2,00$  см. Рассчитайте молярный коэффициент поглощения комплекса. Мол. масса (Fe) 55,85.

25. Оптическая плотность раствора, содержащего 1,00 мг кофеина C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>N<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O в 100,0 мл 0,005 М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, равна 0,510 при 272 нм в кювете с  $l = 1,00$  см. Навеску растворимого кофе массой 2,5000 г растворили в воде и разбавили до 500 мл. Аликвоту полученного раствора 25,0 мл поместили в мерную колбу емкостью 500 мл, добавили 25,0 мл 0,1М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, осветлили, а затем разбавили раствор до метки. Оптическая плотность этого раствора, измеренная в тех же условиях, оказалась равной 0,415. Рассчитайте массу кофеина в 100,0 растворимого кофе. Мол. масса (C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>N<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O) 212,1.

**Составители:**

**И.Ф. Долманова**, к.х.н., доцент,

**Ю.А. Барбалат**, к.х.н., доцент,

**Г.В. Прохорова**, к.х.н., доцент.

(Московский государственный университет)

**Рецензент:**

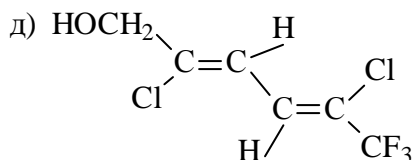
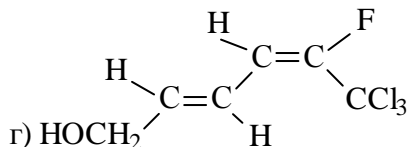
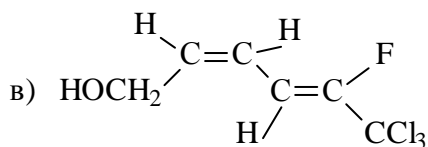
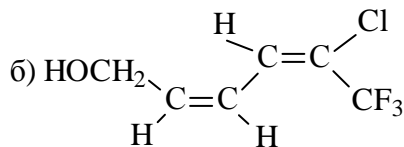
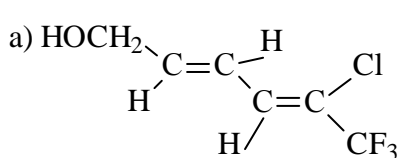
**И.В. Миронов**, д.х.н., профессор.

(Новосибирский государственный университет)

# ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

## УГЛЕВОДОРОДЫ

1. Какой конфигурацией обладают изображенные ниже соединения?



2. Электронные эффекты заместителей. Индуктивный и мезомерный эффекты и способы изображения этих эффектов. Резонансные структуры. Примеры групп с +I, -I, +M и -M-эффектами. Влияние электронных эффектов заместителей на стабильность и реакционную способность органических соединений и промежуточных частиц.

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

4. Расположите следующие радикалы в порядке увеличения устойчивости: а) 1,1-диметилбутен-3-ил; б) 2,3-диметилбутен-3-ил; в) 1-этилбутен-3-ил; г) 1,1,2-триметилпропен-2-ил; д) 4-метилгексен-2-ил; е) 3-метилгексен-4-ил; ж) 1,2-диметилпентен-3-ил; з) 1-метил-1-этилбутен-2-ил.

5. 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.

6. Соединение  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  при действии 1 моля хлора образует в условиях радикального замещения лишь один изомер, имеющий формулу  $\text{C}_8\text{H}_{17}\text{Cl}$ . Предложите строение обоих соединений, назовите их. Аналогичные структуры предложите также для углеводородов и продуктов монохлорирования  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ .

7. Пентен-1 и циклопентан - изомерные молекулы. Предложите метод (или методы), позволяющие качественно различить эти соединения, если Вам даны образцы этих соединений в пробирках; предложите метод (или методы) количественного определения состава для смеси указанных углеводородов.

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

9. 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)  $\text{CH}_2=\text{CHOCN}_3$ ?

10. Укажите продукты реакции 1,1,1-трифторбутена-2 с хлорной водой.

11. Укажите основной продукт реакции 2-метилпентена-2 с ацетатом ртути в метаноле.

12. Образование каких продуктов следует ожидать при действии на а) 2,3-диметилбутен-2; б) триметилэтилен озона с последующей обработкой кислотой в присутствии перекиси водорода?

13. Образование каких продуктов следует ожидать при действии на а) изобутилен; б) циклопентен озона с последующей обработкой цинком в кислой среде?

14. Образования каких продуктов следует ожидать при действии на озона с последующей обработкой подкисленным раствором перекиси водорода?

15. Какой продукт образуется при обработке гексена-1; дибораном с последующим действием а) перекиси водорода в щелочной среде; б) уксусной кислоты?

16. Какой продукт образуется при обработке 1-метилциклогексена дибораном с последующим действием а) перекиси водорода в щелочной среде; б) уксусной кислоты?

17. Какие реагенты следует использовать для превращения бутина-2 в *цис*-бутен-2?

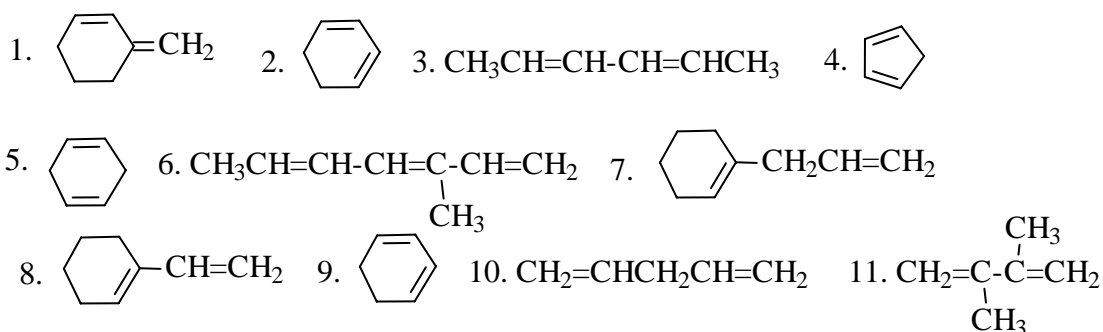
18. Какой продукт преимущественно образуется при действии хлора на бутен-1 при 300 °С?

19. Какой продукт образуется при действии на пентен-1 бромоводорода в присутствии перекиси водорода?

20. Укажите преобладающий продукт реакции гексадиена-2,4 с бромом в мольном отношении 1:1 а) при +40 °С; б) при -80 °С.

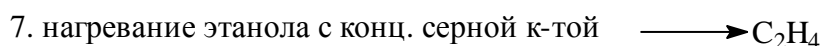
21. Напишите структурные и пространственные формулы диеновых углеводородов C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>. Какие типы изомерии встретились Вам в этих соединениях? Назовите все предложенные Вами структуры диеновых углеводородов.

22. Какие из изображенных ниже соединений могут выступать в роли диена в реакции Дильса-Альдера?



## АЛКИЛГАЛОГЕНИДЫ И СПИРТЫ

1. Какие из приведенных ниже реакций относятся к S<sub>N</sub>-типу? 1) Действие брома на 2-метилбутан; 2) действие KI на 2-бромбутан; 3) действие Na<sub>2</sub>S на 1-бромбутан; 4) действие PBr<sub>3</sub> на бутанол-2.



9) действие гидросульфида калия на 2-бромпропан,

- 10) действие тиомочевины на 2-бромпропан,  
 11) действие едкого натра на 2-бромпропан с образованием спирта,  
 12) действие метилата натрия на бромэтан с образованием эфира?
2. Какие из перечисленных реагентов могут реагировать как нуклеофилы?  
 а) бутиллитий, б) диэтиламин лития, в) хлорид лития, г) литий. д) вода, е) сероводород, ж) аммиак, з) хлор?
3. На примере бромистого этила напишите известные Вам реакции галогеноалканов.
4. Назовите основные признаки реакций, протекающих по механизму  $S_N2$ .
5. Предположите строение продукта  $S_N2$  реакции *цис*-1-бromo-2-метилциклопентана с цианид-ионом.
6. Назовите основные признаки реакций, протекающих по механизму  $S_N1$ .
7. Галогеноалкан  $C_4H_9Br$  в реакции со спиртовым едким кали образует смесь трех соединений. Какова, по Вашему мнению, структура исходного галогеноалкана?
8. Напишите в общем виде реакции нуклеофильного замещения для случая, когда нуклеофил – а) нейтральная молекула, б) анион.
9. Укажите порядок увеличения нуклеофильной силы следующих реагентов:  
 I: а)  $HSC_2H_5$ ; б)  $HOCH_2CH_3$ ; в)  $CH_3CH_2S^-Na^+$ , II: а)  $CH_3CH_2OH$ ; б)  $CH_3CH_2NHLi$ ; в)  $CH_3CH_2Li$ ; г)  $CH_3CH_2NH_2$ .
10. 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?
11. Расположите изомерные бромиды состава  $C_4H_9Br$  в порядке увеличения их реакционной способности в  $S_N1$ - и  $S_N2$ -реакциях.
12. Какие из перечисленных ниже спиртов реагируют с концентрированной соляной кислотой по механизму  $S_N1$ : а)  $FCH_2CH_2OH$ ; б)  $(CH_3)_3COH$ ; в)  $CH_3CH_2OH$ ; г)  $C_6H_5CH_2OH$
13. Образование каких продуктов следует ожидать при взаимодействии 2,4-дибромбутена-1 с избытком аммиака в спирте?
14. Какие соединения образуются при взаимодействии 1 моля аммиака с 4 молями этилбромидом?
15. Выберите наилучший метод синтеза 1-иодбутана из бутанола-1:  
 а) дегидратация с последующим присоединением иодоводорода, б) действие иодоводорода, в) действие йода и красного фосфора, г) действие бромоводорода и затем иодида калия?
16. Назовите основной продукт реакции между 1-фенил-2-хлорпропаном и спиртовым раствором этилата натрия.
17. Какими из перечисленных ниже реагентов можно осуществить замену гидроксильной группы в изоамиловом спирте на бром? 1) бром, 2) бромоводород, 3) бромид калия, 4) трибромид фосфора.
18. Какие продукты образуются при нагревании этанола с концентрированной серной кислотой?
19. Какой углеводород образуется преимущественно при пропускании паров 2,5-диметилгександиола-2,5 над нагретой окисью алюминия? а) 2,5-диметилгексадиен-1,5, б) 2,5-диметилгексадиен-1,4, в) 2,5-диметилгексадиен-1,3, г) 2,5-диметилгексадиен-2,4.
20. Какие продукты образуются при взаимодействии окиси пропилена с а) газообразным бромоводородом; б) метиламином?
21. Какие из приведенных ниже спиртов легко образуют хлорид при встряхивании с концентрированной соляной кислотой? 1) бутанол-1, 2) 2-метилбутанол-2, 3) 2,3-диметилбутанол-1, 4) 2,3-диметилбутанол-2.
22. Какие продукты можно обнаружить в реакционной смеси после обработки анизол (метилфениловый эфир) концентрированной бромистоводородной кислотой? 1) бромбензол, 2) метилбромид, 3) фенол, 4) метанол, 5) бензол.

23. Напишите уравнения для каждой из следующих реакций замещения:
- а) 1-бромпропан + NaI (ацетон)  $\rightarrow$ ; б) 2-хлоробутан + NaOC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>  $\rightarrow$ ;
  - в) *трет*-бутил бромид + вода  $\rightarrow$ ; г) *n*-хлоробензил хлорид + NaCN  $\rightarrow$ ;
  - д) *n*-пропил иодид + ацетиленид натрия  $\rightarrow$ ; е) 2-хлоропропан + гидросульфид натрия  $\rightarrow$ ;
  - ж) хлористый аллил + аммиак (2 экв.)  $\rightarrow$ ; з) 1,4-дибромобутан + NaCN (избыток)  $\rightarrow$ ;
  - и) 1-метил-1-бромциклогексан + метанол  $\rightarrow$ .

## АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ

1. Какова электронная конфигурация атома углерода в формальдегиде? а) sp; б) sp<sup>2</sup>; в) sp<sup>3</sup>?
2. Какие из перечисленных ниже соединений образуют продукты присоединения с формальдегидом? а) Синильная к-та, б) цианистый калий, в) аммиак, г) вода.
3. 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.
4. Какие из перечисленных ниже соединений способны образовывать устойчивый гидрат? а) Этаналь, б) формальдегид, в) бензальдегид, г) трихлоруксусный альдегид.
5. 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.
6. 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.
7. Какие из указанных соединений способны активировать карбонильные соединения в реакциях с нуклеофильными реагентами: а) хлорид цинка, б) хлороводород, в) едкий натр, г) этанол, д) хлорид натрия, е) VF<sub>3</sub> · O(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>?
8. Какие из перечисленных соединений могут выступать в роли метиленовых компонент в реакциях конденсации: а) изомасляный альдегид, б) пропаналь, в) триметилуксусный альдегид, д) формальдегид, е) бензофенон, ж) ацетофенон, з) диизопропилкетон.
9. Какие из указанных соединений могут выступать *только* в роли карбонильных компонент в реакциях конденсации: а) ацетофенон; б) бензофенон; в) изомасляный альдегид; г) ацетон; д) формальдегид; е) триметилуксусный альдегид.
10. Какими реагентами следует воспользоваться для превращения уксусного альдегида в ацеталь? а) Этиловый спирт, б) этиловый спирт в присутствии кислоты, в) этилат натрия, г) этиловый спирт в присутствии основания.
11. Какую среду следует использовать для гидролиза ацеталей? а) Нейтральную, б) щелочную, в) кислую.
12. С помощью каких из указанных реагентов можно различить ацетон и пропионовый альдегид? а) Аммиачный раствор оксида серебра, б) синильная к-та, в) бисульфит натрия, г) гидрат окиси меди(II).
13. В каких из приведенных ниже реакций продукты написаны правильно:

1.  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O} + \text{CH}_3\text{OH} \xrightarrow{\text{KOH}} \text{CH}_3\text{CH}(\text{OCH}_3)_2$
2.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{O} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\text{H}^\oplus} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$
3.  $(\text{CH}_3)_3\text{CCOC}_2\text{H}_5 \xrightarrow{\text{KMnO}_4, \text{KOH}} (\text{CH}_3)_3\text{COH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{COOK}$
4.  $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}=\text{O} \xrightarrow{\text{KOH}} (\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{OH} + (\text{CH}_3)_2\text{CHCOCH}_3 ?$

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

15. Какое соединение образуется в ходе реакции конденсации пропаналя в щелочной среде?

16. Какие из перечисленных ниже реакций не свойственны кетонам: а) реакция Каннищаро, б) реакция с гидроксидом меди(II), в) реакция с алюмогидридом лития; д) реакция альдольной конденсации.

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

18. Какой реагент следует использовать для получения циклогексанона из циклогексен-2-она? а) Алюмогидрид лития, б) боргидрид натрия, в) водород на Pd, г) литий в жидком аммиаке.

## КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

1. Какова гибридизация атома углерода в карбоксильной группе: а)  $sp^3$ , б)  $sp^2$ , в)  $sp$ ?

2. Есть ли среди приведенных ниже соединений такие, в которых длины C–O–связей в карбоксильной группе (или ее производном) одинаковы? а) Уксусная к-та, б) ацетат натрия, в) этилацетат, г) таких соединений нет.

3. Расположите приведенные ниже соединения в порядке увеличения  $pK_a$ : а) вода, б) уксусная к-та, в) бутанол, д) ацетилен.

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

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

6. Реакция этерификации какой из приведенных ниже кислот идет с наибольшей скоростью: а) муравьиная, б) уксусная, в) изомаасляная, г) триметилуксусная.

7. Меченый  $^{18}\text{O}$  этилацетат  $\text{CH}_3\text{CO}-^{18}\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$  подвергли кислотному гидролизу. Где оказалась изотопная метка в продуктах гидролиза: а) в молекуле спирта, б) в молекуле кислоты, в) равномерно распределилась между спиртом и кислотой?

8. В каком из приведенных ниже соединений реакционная способность в реакциях нуклеофильного замещения наибольшая: а) пропионилхлорид, б) уксусная к-та, в) метилпропионат, г) ацетамид?

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

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

11. Какое соединение образуется при взаимодействии 1 моля хлористого пропионила с водным раствором 1 моля триметиламина: а) пропионовая к-та, б) диметиламид пропионовой к-ты, в) соль пропионовой к-ты?

12. 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.

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

14. С помощью каких из приведенных реакций можно получить указанные продукты:



### ЭЛЕКТРОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ В АРОМАТИЧЕСКОМ РЯДУ

1. Сколько изомеров может иметь ароматический углеводород а)  $\text{C}_8\text{H}_{10}$ , б)  $\text{C}_7\text{H}_7\text{Cl}$ , в)  $\text{C}_7\text{H}_6\text{Cl}_2$ ?

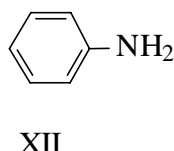
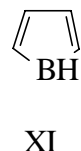
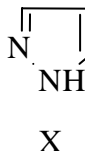
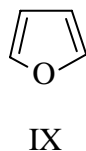
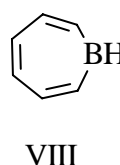
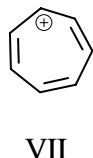
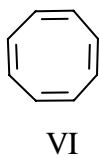
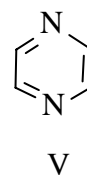
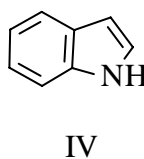
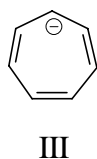
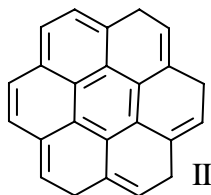
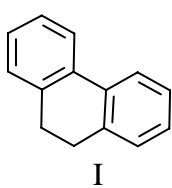
2. Какие условия необходимы для получения гексахлорана ( $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$ ) из бензола?

3. Какие условия необходимы для получения 2-бром- или 4-бромтолуола из толуола?

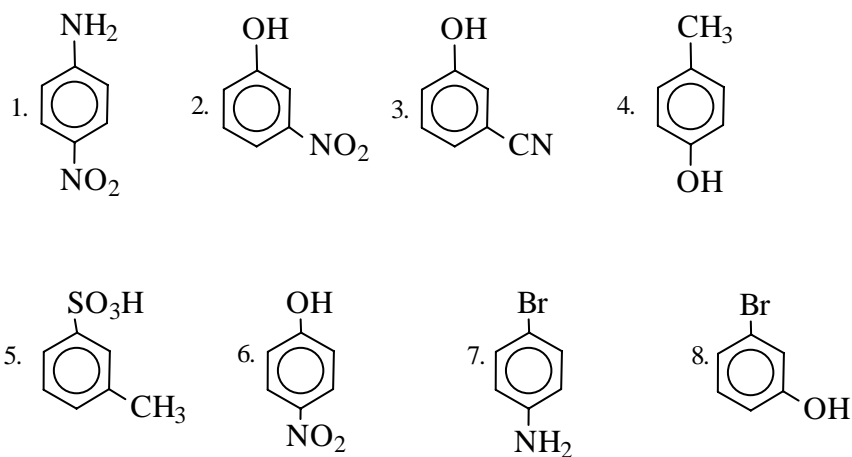
4. Какое соединение образуется при действии бромной воды на фенол:

5. 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?

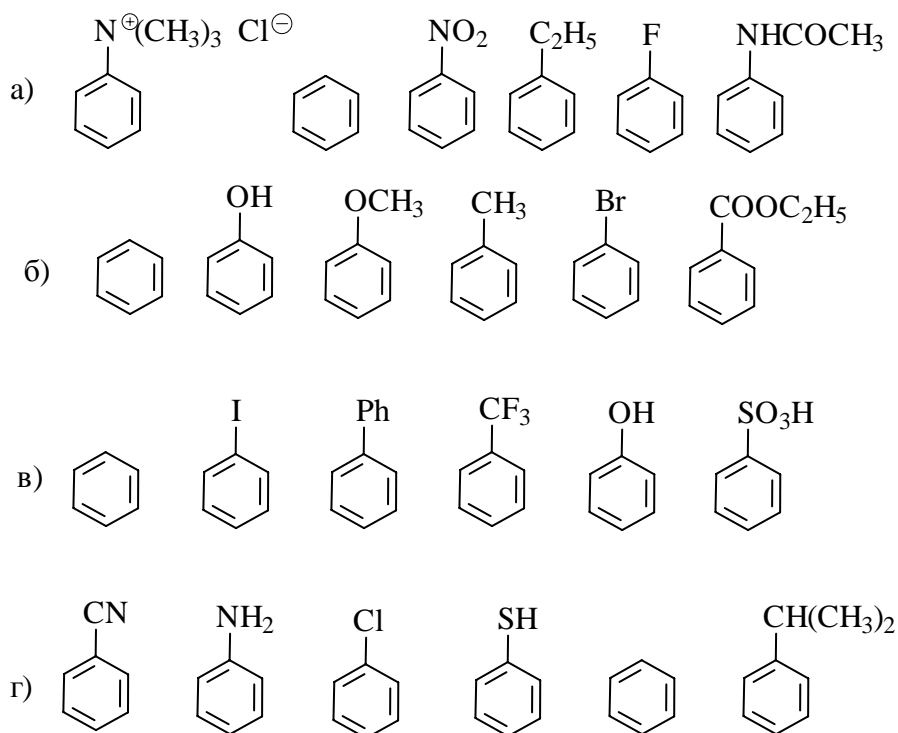
6. Какие из приведенных ниже структур являются ароматическими?



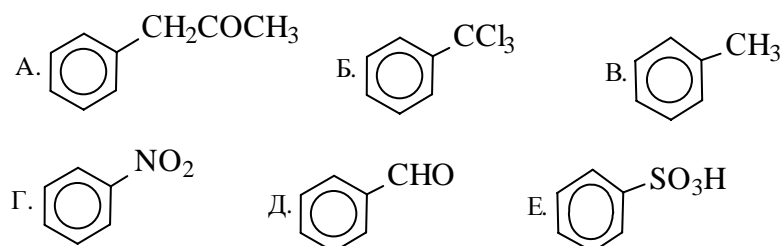
7. Среди перечисленных соединений укажите такие, в которых проявляется несогласованная ориентация:



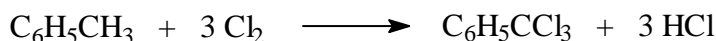
8. Расположите соединения по возрастающей легкости протекания реакций электрофильного замещения:



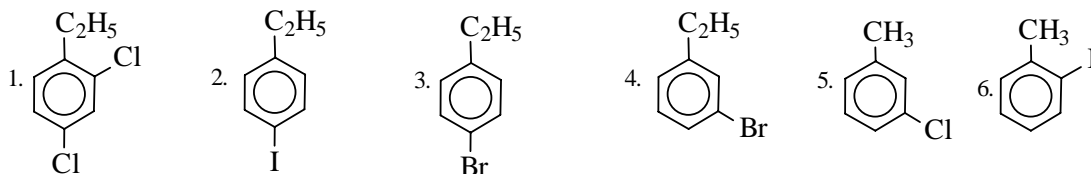
9. Расположите соединения по увеличению выхода м-изомера, образующегося при нитровании:



10. Какие условия необходимы для проведения реакции:



11. Какие соединения могут быть получены прямым действием галогена на этилбензол в присутствии Fe?



12. Какой продукт получится при нитровании анилина азотной кислотой в концентрированной серной кислоте?

13. Какой бромлирующий агент следует использовать для получения *n*-броманизола: а) бромная вода; б) бром; в) дибромдиоксан?

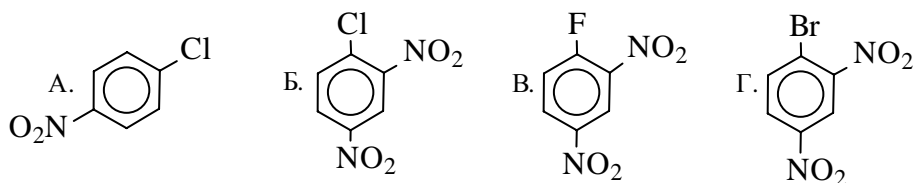
14. Какое соединение образуется при нагревании бензолсульфо кислоты с водой: а) бензол; б) фенол?

### НУКЛЕОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ В АРОМАТИЧЕСКОМ РЯДУ

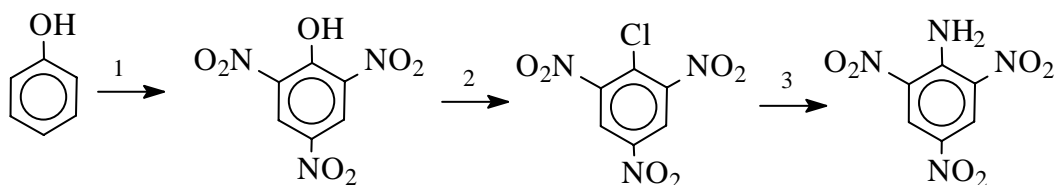
1. По какому механизму идет замещение HO-группы в пикриновой кислоте: а) отщепление-присоединение; б) присоединение-отщепление; в)  $S_N1$ ; г)  $S_{RN}1$ ?

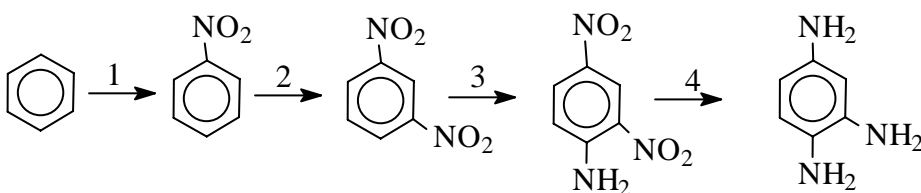
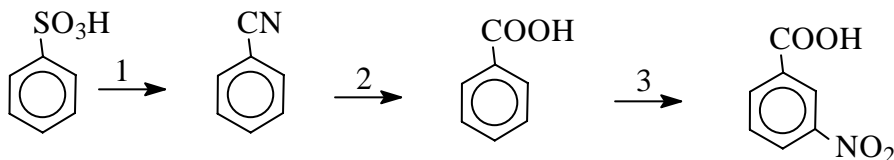
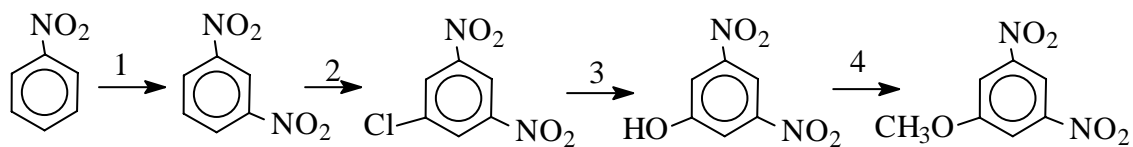
2. Какие продукты образуются при нагревании до  $350^\circ\text{C}$  *m*-хлортолуола со щелочью?

3. Расположите перечисленные соединения по убывающей способности к нуклеофильному замещению галогена:



4. Какие из перечисленных ниже реакций идут по механизму нуклеофильного замещения в ароматическом ряду:





5. Какие из перечисленных ниже реагентов следует избрать в качестве алкилирующих агентов для получения изопропилбензола из бензола? а) Пропанол-1, б) 2-хлорпропан, в) пропен, г) пропан.

6. Какими из перечисленных реагентов следует воспользоваться для превращения бензола в *n*-пропилбензол? а) пропен +  $H^+$ , б) 1-бромпропан +  $AlCl_3$ , в) 2-бромпропан +  $AlCl_3$ , г) пропионилхлорид +  $AlCl_3$ , а затем  $Zn + HCl$ .

7. 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*- $CH_3$ .

8. Какие из перечисленных веществ можно использовать в качестве катализатора при алкилировании бензола этанолом? а)  $H_3PO_4$ ; б)  $HF$ ; в)  $AlCl_3$ ; г)  $HgCl_2$ .

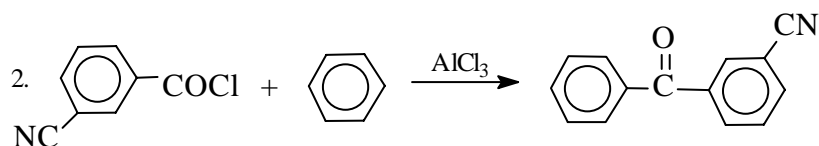
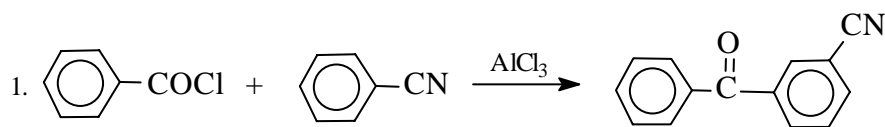
9. Какие из перечисленных ниже соединений способны вступать в реакцию ацилирования по Фриделю-Крафтсу? а) 1,5-Динитронафталин, б) *n*-нитротолуол, в) анизол, г) нафталин.

10. Какой реагент следует взять для превращения *m*-динитробензола в 2,4-динитроанилин? а) Амид натрия, б) аммиак, в) гидросиламин, д) гидразин.

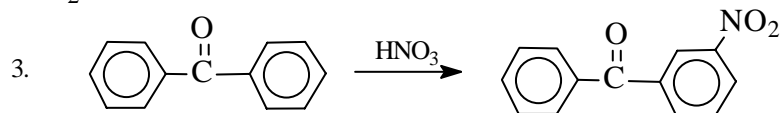
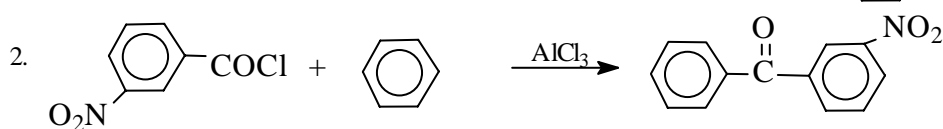
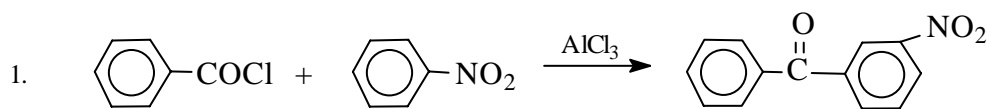
11. Какие из перечисленных ниже веществ способны вступать в реакцию ацилирования по Фриделю-Крафтсу? а) толуол, б) хлорбензол, в) анизол, г) нитробензол.

12. Какое вещество будет преимущественно получаться при взаимодействии эквимольной смеси 1 моля бензола и 1 моля анизола с 1 молем  $CH_3COCl$  в присутствии хлористого алюминия? а)  $C_6H_5COCH_3$ , б) *n*- $CH_3OC_6H_4COCH_3$ , в) *o*- $CH_3OC_6H_4COCH_3$ , г) *m*- $CH_3OC_6H_4COCH_3$ ?

13. Какую из приведенных реакций следует использовать для получения нитрила *m*-бензоилбензойной кислоты?



14. В какой из приведенных ниже реакций *m*-нитробензофенон получится с максимальным выходом?



15. Какими из перечисленных реагентов следует воспользоваться для превращения бензола в бензальдегид? а)  $\text{HCN} + \text{ZnCl}_2 + \text{HCl}$ ; б)  $\text{HC(O)N(CH}_3)_2 + \text{POCl}_3$ ; в)  $\text{CO} + \text{HCl} + \text{AlCl}_3$ ; г)  $\text{HCN} + \text{AlCl}_3$ .

## АМИНЫ И ДИАЗОСОЕДИНЕНИЯ

1. Каким из перечисленных ниже реагентов следует воспользоваться для превращения *m*-динитробензола в *m*-нитроанилин? а)  $\text{Zn} + \text{KOH}$ ; б)  $\text{Sn} + \text{HCl}$ ; в)  $\text{Na}_2\text{S}$ ; г)  $\text{CH}_3\text{ONa}$ .

2. Расположите приведенные ниже амины по возрастанию скорости их реакции с уксусным ангидридом: а) анилин; б) *N*-метиланилин; в) диэтиламин; д) диметилциклогексилламин; е) ацетамид; ж) метиламин; з) метиланилин.

3. Можно ли спектрально различить  $\alpha$ -фенилэтиламин и *N*-этиланилин?

4. 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?

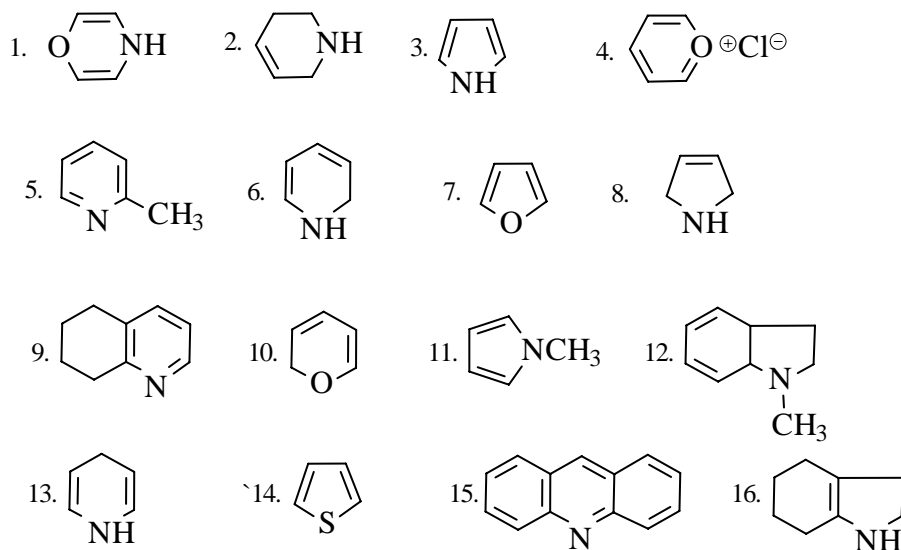
5. Расположите приведенные ниже амины по возрастанию их основности: а) анилин; б) *N*-метил-4-метоксианилин; в) *m*-нитроанилин; г) 4-метоксианилин.

6. Какие соединения ароматического ряда образуются при нагревании хлористого *n*-нитрофенилдиазония с метанолом: а) *n*-нитроазобензол; б) азоксибензол; в) нитробензол; г) 4,4'-диметоксиазобензол?

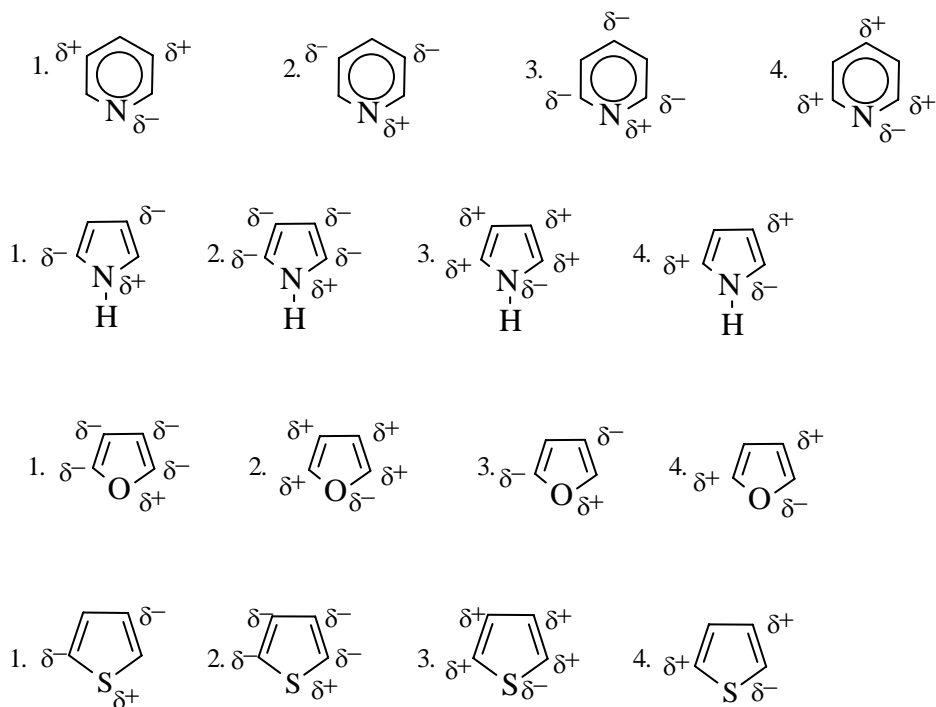
7. Какие восстановители используют для синтеза анилина из нитробензола: а)  $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{Ni}$  (скелетн.); б)  $\text{Fe} + \text{HCl}$ ; в)  $\text{NaBH}_4$ ; г)  $\text{H}_2\text{S}$ ?

## ГЕТЕРОЦИКЛЫ

1. Среди приведенных соединений найдите такие, в которых гетероцикл является ароматическим:



2. Какая из структур наиболее верно отражает поляризацию  $\pi$ -электронов пиридина, пиррола, фурана, тиофена?



3. Расположите по возрастанию кислотности:

- а) фенол > пирролидин > пиррол;
- б) пирролидин > фенол > пиррол;
- в) пиррол > фенол > пирролидин;
- г) фенол > пиррол > пирролидин.

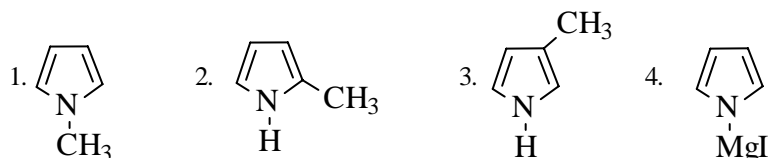
4. Какие из перечисленных соединений могут быть использованы как исходные соединения для синтеза 2,5-диметилфурана: а) ацетилацетон, б) гептандион-2,5, в) гександион-3,4, д) гександион-2,5.

5. Расположите перечисленные соединения в порядке увеличения реакционной способности в реакциях электрофильного замещения: I. а) бензол; б) индол; в) 2-метилпиридин; II. а) фуран; б) болуол; в) пиридин.

6. Какие из перечисленных соединений могут быть использованы как исходные соединения для синтеза 3,4-диметилтиофена: а) 2,3-диметилбутандиаль, б) гександион-3,4, в) гександион-2,5, д) ацетилацетон.

7. Какое положение в кольце пиррола наиболее реакционноспособно по отношению к электрофильному замещению?

8. Какой продукт образуется при взаимодействии пиррола и метилмагнийиодида?



9. Какое положение в кольце фурана наиболее реакционноспособно по отношению к электрофильному замещению?

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

11. Какой из гетероциклов сульфурится концентрированной серной кислотой при комнатной температуре: а) пиррол, б) фуран, в) тиофен, г) пиридин.

12. Какое из положений молекулы индола наиболее реакционноспособно по отношению к действию ацетилнитрата?

13. С какими из перечисленных реагентов пиррол дает продукты замещения водорода в положении 1: а) бром, б) метилмагний-иодид, в) серная кислота, д) амид натрия?

14. Какое из положений молекулы пиридина наиболее реакционноспособно в реакциях электрофильного замещения?

15. Расположите перечисленные соединения в порядке увеличения реакционной способности в реакциях электрофильного замещения: а) пиррол; б) пиридин; в) бензол?

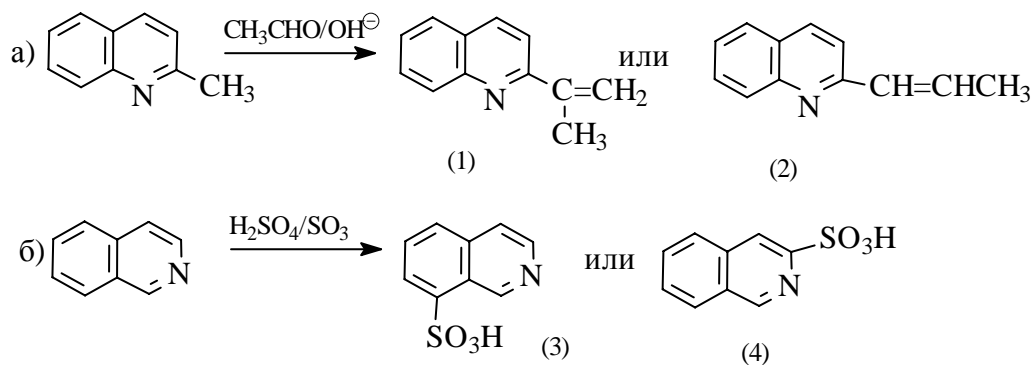
16. Укажите, в каких из реакций продукты написаны верно:

- а) пиридин + фениллитий  $\rightarrow$  2-фенилпиридин,
- б) пиридин + фениллитий  $\rightarrow$  3-фенилпиридин;
- в) 2-метилпиридин + бензальдегид +  $\text{OH}^- \rightarrow$  2-(2-фенилэтенил)пиридин;
- г) пиридин + олеум  $\rightarrow$  пиридин-4-сульфо кислота.
- д) N-оксид пиридина + нитрующая смесь  $\rightarrow$  N-оксид-3-нитропиридина,
- е) пиридин + олеум  $\rightarrow$  пиридин-3-сульфо кислота,
- ж) пиридин + иодистый метил  $\rightarrow$  N-метилпиридиний-иодид,
- з) пиридин + амид натрия  $\rightarrow$  3-аминопиридин

17. Какой реагент необходим для превращения  $\alpha$ -пиколина ( $\alpha$ -метилпиридина) в 2-(пропен-1-ил)пиридин: а)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}/\text{AlCl}_3$ , б)  $\text{CH}_2=\text{CH}_2/\text{H}^+$ , в)  $\text{CH}_3\text{CHO}/\text{OH}^-$ , г)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{MgBr}$ ?

18. Какой реагент необходим для превращения пиридина в 2-бутилпиридин а)  $\text{BuCl}/\text{AlCl}_3$ , б)  $\text{BuLi}$ , в) бутен-1 +  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , г)  $\text{C}_3\text{H}_7\text{CHO}/\text{OH}^-$ .

19. Выберите правильный продукт



**Составители:**

**В.И. Теренин**, д.х.н., профессор,

**Л.И. Ливанцова**, к.х.н., доцент.

(Московский государственный университет)

**Рецензент:**

**Е.Б. Цупак**, д.х.н., профессор.

(Ростовский государственный университет)

# ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

1. Уравнения состояния идеального и реальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Уравнение состояния в вириальной форме.

2. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия системы и ее свойства. Теплота и работа.

3. Теплоемкости, их определение и использование для расчетов энергии, энтальпии и энтропии.

4. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса.

5. Зависимость теплот реакций от температуры. Уравнение Кирхгофа.

6. Второе закон термодинамики. Его формулировки. Неравенство Клаузиуса.

7. Энтропия, ее вычисление и свойства. Уравнение Больцмана.

8. Фундаментальное уравнение Гиббса.

9. Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка

10. Характеристические функции и их свойства.

11. Термодинамические потенциалы. Различные формы условий термодинамического равновесия.

12. Соотношения Максвелла и их использование при расчетах энергии, энтальпии и энтропии.

13. Химический потенциал и его определения. Различные условия химического и фазового равновесия.

14. Химический потенциал идеального и реальных газов. Метод летучести Льюиса.

15. Отсчетные состояния для химического потенциала компонентов. Симметричная и несимметричная системы отсчета.

16. Уравнение Гиббса – Гельмгольца и его применение к работе гальванического элемента.

17. Коллигативные свойства жидких растворов. Законы Рауля и уравнение Вант-Гоффа для осмотического давления.

18. Определение идеальных растворов.

19. Неидеальные растворы. Метод активностей Льюиса. Коэффициенты активности.

20. Мольные и парциальные мольные величины. Уравнение Гиббса – Дюгема.

21. Функции смешения, избыточные функции и термодинамическая классификация растворов.

22. Правило фаз Гиббса и его применение к простейшим одно- и двухкомпонентным системам.

23. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса и его применение к процессам плавления, испарения и сублимации в однокомпонентных системах.

24. Равновесие жидкость – пар в двухкомпонентных системах. Различные виды диаграмм состояния. Законы Гиббса – Коновалова.

25. Термодинамические критерии химического сродства и условия химического равновесия (при протекании одной и нескольких реакций). Различные формы записи констант равновесия и связь между ними.

26. Закон действующих масс и его термодинамический вывод. Изотерма химической реакции.

27. Зависимость константы равновесия от температуры. Изобара (изохора) химической реакции.

28. Химические равновесия в гетерогенных системах и их особенности.

29. Адсорбция. Изотерма, изобара, изостера адсорбции. Уравнение Лэнгмюра и его анализ. Константа адсорбционного равновесия.

30. Основные постулаты статистической физики. Закон распределения Максвелла – Больцмана. Статистические суммы по состояниям.

31. Поступательная сумма по состояниям и ее вклады в термодинамические функции. Уравнение Закура – Тетроде для энтропии идеального газа.

32. Колебательная сумма по состояниям и ее вклады в термодинамические функции газов.

33. Вращательные суммы по состояниям. Вклады вращательного движения в термодинамические функции для модели жесткого ротатора.

34. Электронная и ядерная суммы по состояниям.

35. Статистический расчет константы химического равновесия в смеси многоатомных идеальных газов.

36. Основные понятия и постулаты формальной кинетики. Молекулярность и порядок реакции. Определение на опыте порядка реакции и кинетических параметров.

37. Кинетическое описание необратимых реакций первого порядка в закрытых системах. Время полупревращения.

38. Кинетическое описание необратимых реакций нулевого и второго порядков в закрытых системах. Время полупревращения.

39. Кинетическое описание необратимых реакций  $n$ -го порядка.

40. Уравнение Аррениуса. Способы определения энергии активации и ее связь с энергиями активации элементарных процессов.

41. Обратимая реакция первого порядка и определение ее кинетических параметров.

42. Параллельные реакции первого порядка и определение их кинетических параметров.

43. Необратимые последовательные реакции первого порядка – точное и приближенное описание.

44. Методы стационарных, квазистационарных и квазиравновесных концентраций.

45. Неразветвленные цепные реакции на примере реакции образования HBr.

46. Разветвленные цепные реакции на примере окисления водорода. Условия возникновения пределов воспламенения.

47. Положение и свойства пределов воспламенения для смеси кислорода с водородом.

48. Поверхность потенциальной энергии для трех атомов водорода. Переходное состояние, путь реакции, энергия активации.
49. Теория активированного комплекса. Статистический вывод основного уравнения.
50. Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Энтропия активации.
51. Теория активных соударений для бимолекулярных реакций.
52. Использование теории активированного комплекса для оценки стерического множителя теории активных соударений.
53. Мономолекулярные реакции. Их описание в теории активированного комплекса и теории соударений.
54. Законы фотохимии. Квантовый выход. Кинетическая схема Штерна – Фольмера.
55. Катализ. Основные механизмы каталитических реакций. Классификации каталитических реакций.
56. Ферментативный катализ. Уравнение Михаэлиса – Ментен и определение на опыте его кинетических параметров.
57. Кинетический закон действующих масс для гетерогенно-каталитических реакций. Кинетическая схема Лэнгмюра – Хиншельвуда.
58. Кинетика реакций специфического кислотного катализа. Функции Гаммета.
59. Кинетика реакций общего кислотного и общего основного катализа. Уравнение Бренстеда и корреляции энергий активации и теплот реакций.
60. Теория мультиплетов Баландина.
61. Основные положения теории Аррениуса. Причины устойчивости ионов в растворах электролитов.
62. Теория сильных электролитов Дебая – Хюккеля. Формула среднего коэффициента активности в растворе 1,1-валентного электролита.
63. Удельная и эквивалентная электропроводности электролитов.
64. Подвижности отдельных ионов. Закон Кольрауша.
65. Числа переноса и методы их определения.
66. Зависимость удельной и эквивалентной электропроводности от концентрации раствора. Электрофоретический и релаксационный эффекты.
67. Процессы диффузии и миграции в растворах электролитов. Формула Нернста – Эйнштейна (без вывода). Диффузионный потенциал на границе двух растворов.
68. Гальванический элемент на примере элемента Даниэля – Якоби.
69. Понятие электрохимического потенциала. Условия равновесия на границе электрода с раствором. Уравнение Нернста.
70. Относительные и стандартные электродные потенциалы.
71. Классификация электродов и электрохимических цепей.
72. Понятие ЭДС. Основные термодинамические уравнения для электрохимических цепей.

73. Определение методом ЭДС энергии Гиббса, энтальпии и энтропии химической реакции.
74. Определение методом ЭДС коэффициентов активности, pH раствора.
75. Применение кондуктометрии и потенциометрии для определения термодинамических величин и аналитических целей.
76. Электрокапиллярные явления. Основное уравнение электрокапиллярности и уравнение Липпмана (без вывода). Потенциал нулевого заряда.
77. Модельные представления о двойном электрическом слое.
78. Качественные основы теории замедленного разряда; ее экспериментальная проверка.
79. Химические источники тока.

## ПРИМЕРЫ И ЗАДАЧИ

### 1. Газовые законы. Уравнения состояния

- 1.1. Найдено, что углеводород имеет при 100 °С и 760 мм рт. ст. плотность пара 2.550 г/л. Химический анализ показал, что в этом веществе на 1 атом углерода приходится 1 атом водорода. Какова формула углеводорода?
- 1.2. Найдите критические давление, температуру и объем для неидеального газа, подчиняющегося уравнению состояния Ван-дер-Ваальса (для 1 моля).

### 2. Первый закон термодинамики

- 2.1. В резервуаре при 298 К находится неизвестный газ; предполагается, что это азот или аргон. При внезапном расширении 5 л этого газа до объема 6 л его температура падает примерно на 20 °. Какой газ содержится в резервуаре?
- 2.2. 0.85 моль идеального газа, первоначально находившегося под давлением 15 атм при 300 К, расширяется изотермически, пока давление не станет равным 1 атм. Рассчитать совершенную при этом работу, если расширение проводится а) обратимо и б) против постоянного давления.

### 3. Термохимия. Закон Гесса. Закон Кирхгофа

- 3.1. Энергия разрыва связи в молекуле N<sub>2</sub> равна 436 кДж/моль, а энергия разрыва связи в молекуле N<sub>2</sub> равна 941.3 кДж/моль. Какова энтальпия атомизации аммиака, если энтальпия образования аммиака равна -46.2 кДж/моль?
- 3.2. Рассчитать теплоту реакции CO(г.) + Cl<sub>2</sub>(г.) = COCl<sub>2</sub>(г.) при температуре 600 К на основании следующих данных:

Вещество	$\Delta_f H_{298}^0$ , кДж/моль	$C_p$ , Дж/(моль·К)
CO	-110.5	$20.079 + 6.16 \cdot 10^{-3}T - 4.47 \cdot 10^{-6}T^2$
Cl <sub>2</sub>	–	$41.481 - 3.525 \cdot 10^{-3}T + 1.2 \cdot 10^{-6}T^2$
COCl <sub>2</sub>	-219.5	$76.278 + 11.807 \cdot 10^{-3}T - 4.217 \cdot 10^{-6}T^2$

#### 4. Второй закон термодинамики

4.1. Рассчитать изменение энтропии при смешении 350 г воды при 5 °С с 500 г воды при 70 °С, предполагая, что удельная теплоемкость равна 1.00 кал/(г·К).

4.2. На какую высоту (теоретически), преодолевая силу тяжести, можно было бы поднять автомобиль массой 1270.08 кг при помощи 3.79 л бензина, если предположить, что температура цилиндра двигателя 2200 К, а температура выхлопа 1200 К. Плотность бензина 0.80 г/см<sup>3</sup>, теплота его сгорания 11200 кал/г.

4.3. Найти изменение энтропии в процессе затвердевания переохлажденного бензола при температуре 268.2 К, если при температуре 278.2 К его теплота плавления  $\Delta_m H(C_6H_6) = 9956$  Дж/моль, а теплоемкости жидкого и твердого бензола следующие:  $C_p(C_6H_6(ж.)) = 127.3$  Дж/(моль·К);  $C_p(C_6H_6(тв.)) = 123.6$  Дж/(моль·К).

#### 5. Характеристические функции

5.1. Энергия Гельмгольца одного моля некоторого вещества записывается следующим образом:

$$F = a + T(b - c - b \ln T - g \ln V),$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $g$  – константы. Найдите давление, энтропию и теплоемкость  $C_V$  этого тела.

5.2. Рассчитать изменение энергии Гиббса для процесса:  $H_2O(ж., -10^\circ C) = H_2O(тв., -10^\circ C)$ . При  $-10^\circ C$  давление пара воды составляет 2.149 мм рт. ст., давление пара льда равно 1.950 мм рт. ст.

#### 6. Фазовые равновесия

6.1. Давление пара толуола составляет 60 мм рт. ст. при температуре 40.3 °С и 20 мм рт. ст. при 18.4 °С. Вычислить теплоту испарения и давление пара при 25 °С.

6.2. Плотности жидкого и твердого олова при температуре плавления (231 °С) равны 6.980 и 7.184 г/см<sup>3</sup>, соответственно. Теплота плавления олова равна 1690 кал/моль. Определите температуру плавления олова под давлением 100 атм.

#### 7. Растворы. Коллигативные свойства

7.1. Калифорнийская секвойя – самое высокое дерево в мире. Полагая, что ее высота 105.4 м, оценить осмотическое давление, необходимое для подъема воды от корней до вершины.

7.2. Парциальные мольные объемы воды и этанола в растворе с массовой долей этанола 0.4 равны соответственно 17.9 и 55.0 см<sup>3</sup>/моль. Рассчитайте объемы воды и этанола, необходимые для приготовления 1000 мл такого раствора. Плотности воды и этанола равны соответственно 0.998 и 0.789 г/см<sup>3</sup>.

#### 8. Химические равновесия

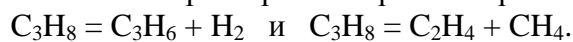
8.1. Рассчитать температуру разложения оксида серебра  $Ag_2O$  при нагревании на воздухе. Парциальное давление кислорода 0.21 атм, а зависимость  $\Delta_f G^0(Ag_2O)$  от температуры дается уравнением  $\Delta_f G^0(Ag_2O) = -29300 + 63.81T$  (Дж/моль).

**8.2.** При температуре 250 °С и давлении 1 атм  $\text{PCl}_5$  диссоциирован на 80 % по реакции  
 $\text{PCl}_5 = \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$ .

Найти константу равновесия  $K_p$ . Как изменится процент диссоциации, если ввести в систему при постоянном давлении столько азота, что его парциальное давление будет составлять

0.9 атм? Общее давление системы поддерживается равным 1 атм.

**8.3.** При пиролизе пропана протекают 2 параллельные реакции:



Вычислить состав равновесной смеси (в мол. %) при 1000 К и давлении 2 атм на основании следующих данных:

Вещество	$\text{C}_3\text{H}_8$	$\text{C}_3\text{H}_6$	$\text{C}_2\text{H}_4$	$\text{CH}_4$	$\text{H}_2$
$\Phi$ , Дж/(моль·К)	310.0	300.0	240.0	199.0	137
$\Delta_f H_0^0$ , кДж/моль	-82.0	35.0	61.0	-67.0	-

Газы считать идеальными.

## 9. Статистическая термодинамика

**9.1.** Молекула может находиться на уровне с энергией 0 (условное значение) или на одном из 3-х уровней с энергией  $E$ . Чему равна молекулярная сумма по состояниям? При какой температуре а) все молекулы будут находиться на нижнем уровне, б) число молекул на нижнем уровне будет равно числу молекул на верхних уровнях, в) число молекул на нижнем уровне будет в 3 раза меньше, чем число молекул на верхних уровнях?

**9.2.** Рассчитайте поступательный вклад в энтропию молекулярного кислорода при температуре -10 °С и давлении 1.1 атм.

**9.3.** Рассчитайте вращательный вклад в энтропию оксида углерода (II) при температуре 200 °С. Вращательная постоянная  $B = 1.93 \text{ см}^{-1}$ .

**9.4.** Какова величина вклада (абсолютная) в энтропию молекулы СО колебательного движения при температурах 298, 1000 и 3000 К, если частота колебаний соответствует значению  $2170 \cdot 10^2 \text{ м}^{-1}$ ?

**9.5.** Рассчитайте мольные энтропию, внутреннюю энергию, энтальпию, энергию Гиббса атомарного водорода при температуре 298 К и давлении 1 атм, если вырожденность основного электронного уровня  $g_0 = 1$ .

## 10. Кинетика необратимых реакций

**10.1.** Реакцию проводили при двух начальных концентрациях веществ:  $C_0^{(1)} = 1$  моль/л,  $C_0^{(2)} = 3$  моль/л. Были определены соответствующие времена полупревращения:  $\tau_{1/2}^{(1)} = 3$  ч,  $\tau_{1/2}^{(2)} = 20$  мин. Найти константу скорости  $k$ .

**10.2.** Период полураспада радиоактивного изотопа  $^{137}\text{Cs}$ , который попал в атмосферу в результате Чернобыльской аварии, – 29.7 лет. Через какое время количество этого изотопа составит менее 1 % от исходного?

## 11. Влияние температуры на скорость химических реакций

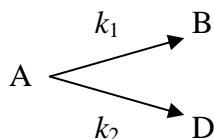
11.1. В каком случае константа скорости увеличится в большее число раз при нагревании на  $10\text{ }^\circ\text{C}$  – от  $0\text{ }^\circ\text{C}$  до  $10\text{ }^\circ\text{C}$  или от  $10\text{ }^\circ\text{C}$  до  $20\text{ }^\circ\text{C}$ ?

## 12. Кинетика параллельных и обратимых реакций

12.1. В реакции изомеризации  $A \rightleftharpoons B$  конечная, не изменяющаяся более концентрация вещества

А составляет  $0.078$  моль/л. В начальный момент концентрация вещества А составляла  $0.366$  моль/л. Через  $71.8$  ч она составила  $0.277$  моль/л. Найти  $k_1$  и  $k_2$ .

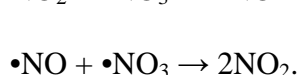
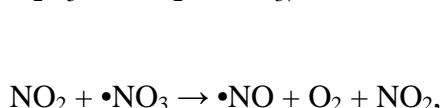
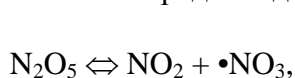
12.2. В параллельных реакциях первого порядка



выход вещества В равен  $53\%$ , а время превращения А на  $1/3$  равно  $40$  с. Найдите  $k_1$  и  $k_2$ .

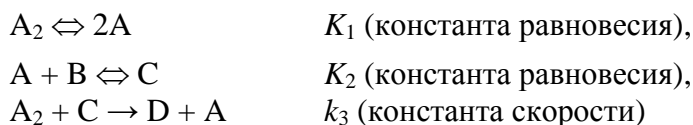
## 13. Кинетика последовательных реакций

13.1. Разложение  $\text{N}_2\text{O}_5$  не является простым мономолекулярным распадом, а состоит из ряда стадий:



Используя метод квазистационарных концентраций Боденштейна, напишите выражение для скорости распада  $\text{N}_2\text{O}_5$ .

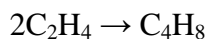
13.2. Для реакции  $\text{A}_2 + \text{B} \rightarrow \text{D}$  предложен следующий механизм:



Используя квазиравновесный подход, записать выражение для скорости образования продукта D.

## 14. Теория активных столкновений

14.1. Вычислите значение стерического множителя в реакции димеризации этилена



при  $300\text{ K}$ , если опытная энергия активации равна  $146.4$  кДж/моль, эффективный диаметр молекулы этилена равен  $0.49$  нм, а опытная константа скорости при этой температуре равна  $1.08 \cdot 10^{-14}$  см<sup>3</sup>/(моль·с).

**14.2.** Рассчитать число столкновений одной молекулы кислорода в 1 с и общее число столкновений в газе ( $O_2$ ) в  $1\text{ м}^3$  за 1 с и в 1 л за 1 с при температуре  $25\text{ }^\circ\text{C}$  и давлении  $1\text{ атм}$ , а также длину свободного пробега молекулы кислорода. Диаметр молекулы  $O_2$  составляет  $3.61\text{ \AA}$ .

### 15. Теория активированного комплекса. Статистический аспект

**15.1.** Используя теорию активированного комплекса, выразите через суммы по состояниям стерический множитель  $P$  для случаев столкновения 1) атома и двухатомной молекулы с образованием нелинейного комплекса, 2) двух двухатомных молекул с образованием линейного комплекса.

### 16. Теория активированного комплекса. Термодинамический аспект

**16.1.** Кислотно-основная реакция в буферном растворе протекает по механизму:  $A^- + H^+ \rightarrow P$ . Зависимость константы скорости от температуры дается выражением  $k = 2.05 \cdot 10^{13} \cdot e^{-8681/T}$  (л·моль $^{-1}$ ·с $^{-1}$ ).

Найдите опытную энергию активации и энтропию активации при  $30\text{ }^\circ\text{C}$ .

**16.2.** Константа скорости реакции первого порядка разложения бромэтана при  $500\text{ }^\circ\text{C}$  равна  $7.3 \cdot 10^{10}\text{ с}^{-1}$ . Оцените энтропию активации этой реакции, если энергия активации равна  $55\text{ кДж/моль}$ .

**16.3.** Определите температурную зависимость константы скорости для реакции  $CH_3I = CH_3\cdot + I\cdot$  при низких и высоких температурах.

### 17. Электропроводность

**17.1.** Удельная электропроводность  $0.135\text{ моль/л}$  раствора пропионовой кислоты  $C_2H_5COOH$  равна  $4.79 \cdot 10^{-2}\text{ См}\cdot\text{м}^{-1}$ . Рассчитать эквивалентную электропроводность раствора, константу диссоциации кислоты и рН раствора, если предельные подвижности  $H^+$  и  $C_2H_5COO^-$  равны  $349.8\text{ См}\cdot\text{см}^2\text{моль}^{-1}$  и  $37.2\text{ См}\cdot\text{см}^2\text{моль}^{-1}$ , соответственно.

**17.2.** Рассчитать удельную электропроводность абсолютно чистой воды при  $25\text{ }^\circ\text{C}$ . Ионное произведение воды при  $25\text{ }^\circ\text{C}$  равно  $1.00 \cdot 10^{-14}$ .

### 18. Термодинамика растворов электролитов

**18.1.** Рассчитать средний ионный коэффициент активности 1-1-зарядного электролита в этиловом спирте при  $25\text{ }^\circ\text{C}$  для  $0.001\text{ молярного}$  раствора ( $\epsilon = 24.3$ ) и сравнить его со значением для водного раствора.

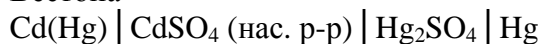
**18.2.** Рассчитать среднюю ионную активность  $a_{\pm}$  и активность  $a$   $La(NO_3)_3$  в водном растворе с концентрацией  $0.01\text{ моль/кг}$ , если средний ионный коэффициент активности  $\gamma_{\pm} = 0.570$ .

### 19. Гальванический элемент

**19.1.** Энтальпия реакции  $Pb + 2AgCl = PbCl_2 + 2Ag$ , протекающей в гальваническом элементе, равна  $-105.1\text{ кДж/моль}$ . ЭДС этого элемента равна  $0.4901\text{ В}$  при  $298.2\text{ К}$ . Рассчитать ЭДС элемента при  $293.2\text{ К}$ .

**19.2.** ЭДС элемента Pt / H<sub>2</sub> / HCl / AgCl / Ag при 25 °С равна 0.322 В. Стандартный электродный потенциал хлорсеребряного электрода 0.2224 В. Каков pH раствора HCl?

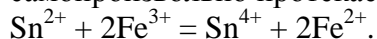
**19.3.** На основании температурной зависимости стандартной ЭДС элемента Вестона



$$E^\circ(T, \text{K}) = 1.013 - 3.8 \cdot 10^{-5}(T - 293) - 6.5 \cdot 10^{-7}(T - 293)^2, \text{ В}$$

рассчитайте значения термодинамических величин  $\Delta_r G^\circ$ ,  $\Delta_r S^\circ$  и  $\Delta_r H^\circ$ , характеризующих протекающую в нем при 25 °С реакцию  $\text{Cd} + \text{Hg}_2\text{SO}_4 = \text{CdSO}_4 + 2\text{Hg}$ .

**19.4.** Представьте схематически электрохимическую цепь, в которой самопроизвольно протекает реакция:



Вычислите по справочным данным при 25 °С стандартную ЭДС цепи, стандартную энергию Гиббса  $\Delta G^\circ$  и константу равновесия  $K_a$  реакции.

**Составители:**

**Е.П. Агеев**, д.х.н., профессор,

**М.В. Жирякова**, к.х.н., доцент.

(Московский государственный университет).

## Высокомолекулярные соединения.

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 стеклообразованном состоянии.
10. Опишите особенности механических свойств кристаллических полимеров.
11. В чем проявляется существенное различие в свойствах 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 понятие о среднечисловой и средневесовой молекулярной массах?
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 «разрушения».
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.

### Составитель:

**В.П. Шibaев**, д.х.н., профессор.

(Московский государственный университет).

## Химическая технология

1. Сырье и энергоресурсы в химической промышленности; направленность происходящих изменений в основных технологиях переработки сырьевых и энергетических ресурсов.
2. Фундаментальные критерии эффективности химических производств, основанные на интегральных балансах потоков вещества, энергии и эксергии.
3. Конкурирующий характер критериев термодинамического совершенства и интенсивности технологических процессов.
4. Макроскопическая теория физико-химических процессов как теоретическая база химической технологии. Основные переменные параметры, характеризующие распределение, перенос и превращение химических компонентов, импульса и энергии в сплошных средах.
5. Структура и общий вид дифференциальных уравнений баланса массы, импульса и энергии.
6. Приближенные уравнения межфазного массо - и теплопереноса и использование их в математическом моделировании технологических процессов. Сопоставление эффективности прямо- и противоточной схемы межфазного обмена.
7. Мембранное разделение веществ.
8. Принципы математического моделирования гетерогенно-каталитических реакторов. Сопоставление моделей реакторов идеального смешения и идеального вытеснения.
9. Роль конструкционных и функциональных материалов в химической технологии (конкретные примеры).
10. Тенденции повышения наукоемкости химических технологий (конкретные примеры).
11. Анализ энерготехнологической схемы производства аммиака.
12. Современные технологии переработки нефти. Основные продукты и их характеристики.
13. Основные технологии переработки предельных (метановых) углеводородов: конверсия, пиролиз, изомеризация, ароматизация.
14. Промышленные способы получения олефинов и их переработка (гидратация, окисление, хлорирование).
15. Производства на основе синтез - газа.
16. Анализ технологической схемы производства метанола. Основные направления использования и переработки метанола.
17. Общая характеристика современных полимерных материалов и особенности их промышленного производства.
18. Технологические схемы получения полиэтилена, его основные свойства и технические характеристики.
19. Химические волокна и их промышленное получение.
20. Соотношение экономических и натуральных технологических показателей эффективности химических производств.

### Составители:

**М.С. Сафонов**, д.х.н., профессор,

**Л.В. Кубасова**, к.х.н., доцент.

(Московский государственный университет).

# КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

## Теоретические вопросы

1. Классификация дисперсных систем. Границы коллоидного состояния вещества.
2. Термодинамика поверхностных явлений. Адсорбционное уравнение Гиббса.
3. Капиллярные явления. Закон Лапласа. Закон Томсона (Кельвина).
4. Смачивание. Закон Юнга.
5. Поверхностное натяжение жидкостей. Зависимость от природы вещества и температуры.
6. Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Классификация ПАВ по молекулярному строению и механизму действия.
7. Адсорбция ПАВ на поверхности раздела раствор-газ. Строение адсорбционных слоев ПАВ на поверхности раздела водный раствор -газ.
8. Поверхностное давление. Уравнение двухмерного состояния (идеального и реального) вещества в поверхностном слое. Определение молекулярных размеров ПАВ.
9. Адсорбция ПАВ из растворов на поверхности твердых тел. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Модифицирующее действие ПАВ.
10. Строение двойного электрического слоя по Штерну-Гельмгольцу.
11. Влияние электролитов на электрокинетический потенциал и термодинамический потенциалы.
12. Электрокинетические явления. Теория электрофореза (уравнение Гельмгольца-Смолуховского).
13. Теория устойчивости гидрофобных золь (теория Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека).
14. Коагуляция гидрофобных коллоидов. Кинетика быстрой коагуляции. Теория Смолуховского.
15. Лиофильные дисперсные системы. Критерий самопроизвольного диспергирования Ребиндера-Щукина.
16. Мицеллообразование в водных и неводных средах. Термодинамика мицеллообразования. Солюбилизация в прямых и обратных мицеллах.
17. Структурообразование в дисперсных системах. Основные типы структур.
18. Адсорбционное понижение прочности (эффект Ребиндера). Термодинамические условия и формы проявления эффекта Ребиндера.
19. Седиментационная и агрегативная устойчивость дисперсных систем. Седиментационный анализ.
20. Методы получения дисперсных систем.

## Задачи.

1. На какую высоту поднимается вода между двумя вертикальными пластинами, частично погруженными в эту жидкость, если расстояние между ними  $5 \cdot 10^{-4}$  м? Плотность и поверхностное натяжение воды соответственно равны  $0.997 \text{ г/см}^3$  и  $71.96 \text{ мДж/м}^2$ . Краевой угол смачивания принимается равным 0.
2. Рассчитайте положение мениска ртути в вертикальной стеклянной трубке радиусом  $R=0,1 \text{ мм}$ . Поверхностное натяжение ртути  $480 \text{ мДж/м}^2$ , краевой угол смачивания составляет  $135^\circ$ .

3. Найдите площадь, приходящуюся на одну молекул анилина в насыщенном адсорбционном слое водного раствора на границе с воздухом, если предельная адсорбция анилина составляет  $6 \cdot 10^{-6}$  моль/м<sup>2</sup>.

4. С какой скоростью будут перемещаться частицы с электрокинетическим потенциалом 0,07В в водной среде под действием поля напряженностью 400 В/м? Вязкость среды равна  $1 \cdot 10^{-3}$  Па/с.

5. Рассчитать электрокинетический потенциал частиц гидрозоля, если они движутся со скоростью  $2,15 \cdot 10^{-5}$  м/с Напряженность поля составляет 300 В/м. Вязкость среды равна  $1 \cdot 10^{-3}$  Па/с.

**Составители:**

**Б.Д. Сумм**, д.х.н., профессор,

**Н.И. Иванова**, к.х.н., доцент.

(Московский государственный университет).

## Строение вещества

1. Поясните, что собой представляют конформации молекул и приведите примеры молекул с конформационной изомерией.
2. Какие типы изомерии химических соединений Вы знаете? Приведите примеры различной изомерии химических соединений.
3. Каковы точечные группы симметрии молекул  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{GeH}_4$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{H}_3$ ,  $\text{C}_{10}\text{H}_8$  (нафталин),  $\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)$  (ферроцен), ...?
4. Какую информацию о свойствах молекул можно получить, если известна точечная группа симметрии их равновесной конфигурации?
5. Как при классификации электронных, колебательных и вращательных состояний молекул используются представления об их симметрии?
6. Чем полезно введение представления о поверхности потенциальной энергии молекул?
7. Какую информацию о строении молекул можно получить из их вращательных спектров?
8. Где используется представление о нормальных колебаниях молекул в химии?
9. Какую информацию можно получить из колебательных спектров молекул?
10. Каковы основные принципы, лежащие в основе методов ЯМР и ЭПР? Какие свойства молекул можно исследовать этими методами?
11. Каковы основные составляющие и основные типы межмолекулярных взаимодействий?
12. Что Вы знаете о структуре жидкостей?
13. Чем отличается структура растворов от структуры простых жидкостей?
14. Какие молекулы склонны к образованию жидкокристаллических фаз?
15. Каковы основные типы кристаллических решеток?
16. Каковы основные типы дефектов в реальных кристаллах?
17. В чем проявляется наличие дефектов в реальных кристаллах?
18. Чем отличаются пространственные группы симметрии кристаллов от точечных групп симметрии молекул? Привести примеры.
19. Каковы особенности колебаний кристаллов по сравнению с колебаниями молекул и в каких свойствах кристаллических веществ эти колебания проявляются?
20. Что приводит к отличиям поверхностных свойств веществ от их объемных свойств?

### Составитель:

**Н.Ф. Степанов**, д.х.н., профессор.  
(Московский государственный университет).

## Квантовая механика и квантовая химия.

1. Основные постулаты квантовой механики. Волновые функции и их свойства.
2. Оператор Гамильтона и уравнение Шредингера для молекулярных систем.
3. Энергетический спектр простейших систем: частицы в прямоугольном потенциальном ящике, гармонического осциллятора и жесткого ротатора.
4. Волновые функции (орбитали) для атома водорода.
5. Вариационный принцип квантовой механики и вариационный метод.
6. Спин элементарных частиц. Какие экспериментальные методы основаны на измерении спина частиц?
7. В чем заключается адиабатическое приближение? Электронное и ядерное волновые уравнения.
8. Что такое поверхность потенциальной энергии молекулы и каковы её основные характерные особенности?
9. Электронные, колебательные и вращательные состояния молекул.
10. Равновесные конфигурации и конформации молекул.
11. В чем заключается метод Хартри–Фока для решения электронного уравнения?
12. Что такое электронная конфигурация? Электронные конфигурации атомов в основном состоянии.
13. Атомные и молекулярные орбитали. Что это такое?
14. Заряды на атомах и порядки связей. Какую информацию они дают о структуре и свойствах молекулы? Полярность химической связи и её характеристики.
15. Какую информацию о свойствах молекулы можно получить, если известна симметрия её равновесной конфигурации?
16. Классификация молекулярных орбиталей по симметрии.  $s$ - и  $p$ -Орбитали.  $p$ -Электронное приближение.
17. Метод функционала плотности, его основные особенности.
18. Локализованные молекулярные орбитали. Гибридные орбитали и гибридизация.
19. Что Вы знаете о современных полуэмпирических методах квантовой химии?
20. Метод Хюккеля. Привести пример расчета этим методом какой-либо простой молекулярной системы (бутадиен, циклобутадиен, метиленициклопропен и др.)
21. Теория кристаллического поля. Расщепление  $d$ - и  $f$ -уровней в полях различной симметрии.
22. Сопряженные системы. Ароматичность и антиароматичность.
23. Путь реакции и координата реакции на потенциальной поверхности. Что это такое?
24. Сохранение орбитальной симметрии и правила Вудворда–Хофмана для анализа возможных механизмов химических реакций.

### *Прикладные вопросы.*

25. Найти волновые функции частицы в прямоугольном потенциальном ящике с бесконечно высокими стенками.
26. Написать оператор Гамильтона для какой-либо простой двухатомной молекулы, например,  $\text{LiH}$ ,  $\text{HeH}^+$ ,  $\text{Li}_2$ ,  $\text{BeH}$  и т. п. Выписать соответствующий определитель Слэтера.
27. Что произойдет с уровнем энергии двухатомной молекулы, находящейся в триплетном состоянии  $^3S$ , если её поместить в постоянное однородное магнитное поле? Как можно обнаружить происходящие изменения?

28. Рассмотреть задачу о взаимодействии двух молекул этилена на основе правил сохранения орбитальной симметрии.
29. Привести примеры точечных групп симметрии молекул.

**Составитель:**

**Н.Ф. Степанов**, д.х.н., профессор.  
(Московский государственный университет).

## Кристаллохимия

1. Что такое «изоморфизм»? Назовите основные типы и приведите примеры изоморфизма.

2. Что такое «полиморфизм»? Приведите примеры полиморфизма. Чем полиморфизм отличается от аллотропии?

3. Каковы важнейшие особенности кристаллических структур простых веществ – неметаллов VII, VI и V групп периодической системы?

4. Назовите важнейшие формы твердого углерода. Опишите их кристаллическую структуру.

5. Классификация кристаллических структур силикатов.

6. Перечислите важнейшие (наиболее часто встречающиеся) способы пространственного расположения молекул в органических кристаллах.

7. Роль водородных связей в формировании органического кристалла. Примеры кристаллических структур с межмолекулярными водородными связями.

8. Основные методы экспериментального определения кристаллических структур. Базы структурных данных.

9. Рентгенофазовый анализ.

10. Возникновение и основные этапы развития кристаллохимии.

### **Составитель:**

**П.М. Зоркий**, д.х.н., профессор.

(Московский государственный университет).

## Техногенные системы и экологический риск

1. Защитные механизмы природной среды и факторы, обеспечивающие ее устойчивость.
2. Техногенные системы: определение и классификация. Техногенные факторы дестабилизации природной среды.
3. Масштаб современных и прогнозируемых техногенных воздействий на окружающую среду в рамках концепции устойчивого развития.
4. Основные загрязнители биосферы. Глобальные экологические проблемы: климатические изменения, разрушение озонового слоя, загрязнение природных вод нефтепродуктами и др.
5. Риск, уровень риска, его расчет. Классификация рисков по источникам их возникновения и поражающим объектам.
6. Принципы современной методологии оценки различных опасностей; оценка, управление, восприятие риска.
7. Соотнесение понятий опасность, уязвимость и сравнение рисков в единой шкале.
8. Взаимосвязь экологического риска и риска для здоровья населения.
9. Классификация аварийных ситуаций, анализ причин, оценка последствий. Меры по ликвидации последствий аварий.
10. Экологические аспекты безопасности. Экологический фактор, закон минимума, толерантность, допустимая экологическая нагрузка.
11. Организация и развитие деятельности по управлению воздействием на окружающую среду в России.
12. Методы защиты человека и окружающей среды при стационарной работе химических производств.
13. Моделирование и расчет загрязняющих веществ в объектах окружающей среды.
14. Мониторинг. Основные задачи и направления деятельности.
15. Важнейшие антропогенные факторы, взаимосвязь и влияние на окружающую среду.
16. Факторы, определяющие эволюцию экологической политики в XX веке
17. Создание малоотходных процессов и экологических производств – оптимальная стратегия охраны окружающей среды.
18. Утилизация и переработка твердых и бытовых отходов.
19. Токсикологическое, санитарно-гигиеническое и экологическое нормирование опасных веществ.
20. Экологический подход к проблемам безопасности; принципы, приемлемый риск, управление риском в географической среде.

### Составители:

**В.В. Меньшиков**, к.х.н., доцент,  
**А.А. Швыряев**, к.х.н., в.н.с.,  
**Е.С. Николина**, к.х.н., доцент.  
(Московский государственный университет).

## Физические методы исследований.

1. Дайте общую характеристику физических методов в химии.
2. Какие методы масс-спектрометрии используются в химии?
3. Какие физико-химические характеристики можно определить методами масс-спектрометрии?
4. Какие методы определения электрических дипольных моментов молекул используются в химии?
5. Что такое эффект Штарка для вращательных спектров?
6. Как микроволновые спектры и спектры комбинационного рассеяния используются для определения геометрии свободных молекул?
7. Что такое газовая электронография и как ее используют в решении задач структурной химии?
8. Методы колебательной (ИК-КР-) спектрометрии.
  1. Как выражается колебательная энергия  $E_v$  в гармоническом приближении для многоатомной молекулы при квантово-механическом рассмотрении и какие различают типы уровней энергии, переходов и частот в колебательных спектрах?
  2. Как можно по колебательным спектрам определить точечную группу симметрии, к которой относится молекула?
  3. Что такое характеристические или групповые частоты и как это понятие согласуется с определением нормальных колебаний?
  4. Перечислите возможные применения методов колебательной спектроскопии в химии.
  5. Какая аппаратура используется для получения колебательных ИК- и КР- спектров.
9. Методы электронной (УФ) спектрометрии.
  1. Как классифицируются электронные переходы молекул и как относятся к ним наблюдаемые в спектрах полосы?
  2. Укажите основные структурные и аналитические применения электронных спектров.
10. Методы рентгеновской и фотоэлектронной спектроскопии.
  1. Схематично поясните происхождение фото(рентгено)электронных спектров, рентгеновского поглощения и флюоресценции, оже-электронных спектров.
  2. Что такое химический сдвиг в фото(рентгено)электронных спектрах?
11. Методы магнитного резонанса ядер и электронов.
  1. Запишите условия ядерного и электронного резонансов. Что в них общего и в чем их отличия?
  2. Каковы основные параметры, измеряемые в спектрах ЯМР, и какую они дают информацию?
  3. Что такое динамический ЯМР?
  4. Что такое g-фактор Ланде и что он отражает?
  5. Перечислите и кратко охарактеризуйте методы множественного резонанса.
12. Методы квадрупольного и гамма-резонанса ядер.
  1. Запишите и объясните общее классическое выражение энергии квадрупольного взаимодействия ядра с неоднородным электрическим полем окружения. В чем его отличие от выражения соответствующего квантово-механического оператора (гамильтониана)?
  2. Какие параметры определяются в спектроскопии ЯКР и какую информацию они несут?
  3. В чем суть и каковы условия наблюдения эффекта Мессбауэра?
  4. Что такое изомерный (химический) сдвиг в мессбауэровской спектроскопии?

13. 1. Что такое абсолютная конфигурация молекул?
2. Какие методы используются при исследовании оптически активных веществ?
14. Какие методы используются для определения главных значений эллипсоида поляризуемости молекул?
15. В чем состоит эффект Фарадея и метод МКД? Как они используются в химии?

**Составители:**

**Л.В. Вилков**, д.х.н., профессор,  
**Ю.Д. Пентин**, д.х.н., профессор,  
(Московский государственный университет)

## **Химические основы жизни.**

1. Структура и функции нуклеиновых кислот.
2. Структура и функции белков.
3. Структура и функции биологических мембран.
4. Энергия и силы в биосистемах. Взаимодействия в молекулах белков и нуклеиновых кислот.
5. Методы выделения биополимеров.
6. Генетический код.
7. Репликация ДНК и транскрипция.
8. Биосинтез белка (трансляция и посттрансляционная модификация).
9. Плазмиды и вирусы.
10. Основы генетической инженерии.
11. Полимеразная цепная реакция.
12. Ферменты как белковые катализаторы. Основные отличия ферментативного катализа от традиционного химического. Специфичность и эффективность ферментативного катализа
13. Классификация ферментов. Примеры структур активных центров и механизмов катализа для ферментов различных классов.
14. Стационарная кинетика ферментативных реакций. Основные уравнения. Методы определения параметров из экспериментальных данных.
15. Влияние ингибиторов, рН и температуры на скорость ферментативных реакций.
16. Основные направления инженерной энзимологии.
17. Промышленное получение и использование ферментов.
18. Основные мишени действия лекарственных препаратов. Понятия об основных видах лекарственных средств и о механизмах их действия.
19. Рецепторы и системы передачи сигнала.
20. Основы иммунохимии. Антитела.

### **Составитель:**

**С.Д. Варфоломеев**, д.х.н., профессор.  
(Московский государственный университет)