

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ДЕПАРТАМЕНТ КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

Федеральное Государственное Образовательное Учреждение  
Высшего Профессионального Образования

КОСТРОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

**Факультет ветеринарной медицины и зоотехнии**

КАФЕДРА НЕОРГАНИЧЕСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ХИМИИ

# **ХИМИЯ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

И ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

для студентов направления 660300 «Агроинженерия»

290300 «Промышленное и гражданское строительство»

заочной формы обучения

Кострома 2004

УДК 546(075.8)

Методическое пособие составили доценты кафедры неорганической и биологической химии ФГОУ ВПО «Костромская ГСХА» Кебец А.П., Кебец Н.М., Морогина О.К.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы на заседании методической комиссии факультета ветеринарной медицины и зоотехнии ФГОУ ВПО «Костромская ГСХА», протокол № 4 от 17 апреля 2003 г.

Рецензент: к.х.н., зав. кафедрой химии КГУ им. Н.А. Некрасова, доцент Свиридов А.В.

Приводятся программа курса, список литературы, необходимый для самостоятельной работы при изучении дисциплины, правила оформления контрольных работ, примеры решения задач по отдельным темам курса и контрольные задания. Методические указания предназначены для студентов факультета заочного обучения по направлению 660300 «Агроинженерия» и специальности 290300 «Промышленное и гражданское строительство».

# РАЗДЕЛ 1

## Общие методические рекомендации по изучению дисциплины

### 1.1. Цель и задачи курса химии

Курс химии включает в себя материал, необходимый для подготовки инженеров сельскохозяйственного производства. Студент-заочник должен хорошо подготовиться к успешному усвоению специальных дисциплин, основывающихся на курсе химии или в той или иной мере использующих химический материал.

В результате усвоения материала общетеоретической части студент-заочник приобретает тот минимальный запас знаний, который необходим для понимания важных сведений по специальной части курса на современном научном уровне. В специальной части курса на основе очень кратких сведений по химии отдельных элементов изучаются необходимые данные о веществах и процессах, важных для сельскохозяйственного производства, основное внимание обращается на химическую сторону явлений.

Необходимо, чтобы студент-заочник, изучая материал учебника, обращал особое внимание на те разделы и вопросы курса химии, которые ближе всего отвечают инженерным специальностям. Это, в первую очередь, электрохимия, химические источники энергии, электролиз и его применение в ремонтном деле и защита от коррозии, высокомолекулярные вещества, свойства металлов и т.д.

Студент, изучив дисциплину «Химия», должен:

**Иметь представление:** о свойствах ядер и элементарных частиц, строении вещества, экологических принципах природопользования, современных полимерных и композиционных материалах.

**Знать и уметь использовать:** теорию химической связи, закономерности протекания окислительно-восстановительных процессов, способы выражения концентрации растворов, принцип работы гальванических элементов и аккумуляторов, их устройство и классификацию, теорию электролиза и его практическое применение, химизм коррозии и методы защиты от нее, химические и физические свойства металлов.

**Иметь опыт:** приготовления растворов заданной концентрации, определения плотности и концентрации растворов с помощью ариометров, определения тепловых эффектов химических реакций, по изучению химических свойств металлов, проведению электролиза растворов солей, изучению влияния различных факторов на процессы коррозии.

## **1.2. Библиографический список**

### *Основной*

1. Кульман А.Г. Общая химия. - М.: Колос, 1979.
2. Глинка Н.Л. Общая химия. - Л.: Химия, 1987.
3. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. - М., 1990.
4. Курс общей химии / Под. ред. Коровина Н.В. - М., 1990.

### *Дополнительный*

1. Хомченко Г.П., Цитович И.К. Неорганическая химия. - М., 1988.
2. Ершов Ю.А. и др. Общая химия. - М.: Высшая школа, 1993.
3. Степаненко Б.Н. Курс органической химии. - М.: Высшая школа, 1979.
4. Химическая энциклопедия. - М., 1990 – 1997 г. - Т.1-5.

### 1.3. Распределение учебного времени для изучения содержания курса

Наименование тем и вопросов	Общее число часов	В том числе				
		всего аудиторных	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа
<p><b>Раздел 1. Теоретическая химия</b></p> <p>1. Стехиометрические законы. Закон эквивалентов [1, с. 15-26].</p> <p>2. Строение атома и химическая связь [1, с. 26-103].</p> <p>3. Скорость реакции и химическое равновесие. Катализ [1, с. 111-117, 122-126].</p> <p>4. Окислительно-восстановительные реакции [1, с. 209-224].</p> <p>5. Общие свойства растворов [1, с. 138-150].</p> <p>6. Металлы: их получение, свойства и значение [2, с. 337-341].</p> <p>7. Термохимия и ее основные законы [1, с. 182-197].</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>1. Лабораторная работа № 1 «Зависимость скорости химической реакции от концентраций реагирующих веществ»</p> <p>2. Лабораторная работа № 2 «Окислительные свойства перманганата калия в различных средах»</p> <p>3. Лабораторная работа № 3 «Приготовление раствора заданной концентрации»</p>	<b>62</b>	<b>10</b>	<b>4</b>		<b>6</b>	<b>52</b>
<p><b>Раздел 2. Электрохимия</b></p> <p>1. Гальванические элементы и коррозия металлов [2, с. 341-353, 376-390].</p> <p>2. Электролиз. Законы электролиза. Значение электролиза [2, с. 360-373].</p> <p>3. Аккумуляторы и топливные элементы, их применение [2, с. 371-373].</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>1. Лабораторная работа № 1 «Коррозия металлов»</p> <p>2. Лабораторная работа № 2 «Электролиз растворов электролитов»</p>	<b>56</b>	<b>8</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	<b>48</b>
<p><b>Раздел 3. Полимеры</b></p> <p>1. Полимеры, их получение, свойства и применение [1, с. 435 – 491].</p>						<b>20</b>
<b>Всего</b>	<b>118</b>	<b>18</b>	<b>8</b>		<b>10</b>	<b>100</b>

## РАЗДЕЛ 2

### Задания для контрольных работ и указания по их выполнению

В соответствии с учебным планом каждый студент должен выполнить одну контрольную работу, являющуюся результатом самостоятельной проработки курса.

Контрольную работу нужно писать аккуратно, разборчиво. Для замечания рецензента необходимо оставлять поля. Условие задачи необходимо переписывать полностью и указывать номера задач в соответствии с контрольным заданием. Ход решения задач и все расчеты должны быть доведены до конца.

Получив рецензию, студент должен внимательно ознакомиться со всеми замечаниями и указаниями преподавателя. Доработку неправильно выполненных задач необходимо проделать в конце тетради.

Задания для контрольных работ расположены непосредственно после вопросов для самопроверки по данной теме или методических советов и имеют сквозную нумерацию. Вариант задания определяется по последним двум цифрам шифра (см. таблицу на с. 27). Например, для студента с шифром 00618 вариант контрольной работы будет №18, а задания, найденные из таблицы, будут под номерами: 6, 22, 38, 54, 70, 86, 102, 118, 134, 150, 151, 167, 183. Если же ваш шифр, например, 00664, то нужно будет из последних двух цифр шифра «64» вычесть 50, и соответственно ваш вариант контрольной работы будет:  $64 - 50 = 14$ , т.е. №14, а контрольные задания будут под номерами: 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150.

### Контрольные задания

#### Основные классы неорганических соединений

1. Написать структурные формулы следующих соединений: сульфат железа(III), хлорид меди(II), нитрат свинца(II), карбонат натрия, сульфат калия.
2. Написать структурные формулы следующих соединений: карбонат кальция, хлорид калия, иодид свинца(II), нитрат кобальта(II), сульфид натрия.

3. Написать структурные формулы следующих соединений: фосфат натрия, карбонат калия, хлорид железа(III), бромид натрия, сульфат меди(II).

4. Написать структурные формулы следующих соединений: гидроксид бария, хлорид железа(II), сульфат натрия, карбонат кальция, гидрофосфат калия.

5. Написать структурные формулы следующих соединений: гидроксид меди(II), хлорид бария, сульфид калия, метафосфат натрия, силикат натрия.

6. Написать структурные формулы следующих соединений: оксид серы (IV), кремниевая кислота, карбонат магния, нитрат цинка, фосфат кальция.

7. Написать структурные формулы следующих соединений: гидроксид алюминия, хлороводородная кислота, сульфид бария, иодид серебра, нитрат свинца(II).

8. Написать структурные формулы следующих соединений: гидросульфат натрия, гидроксид кобальта(II), сульфит калия, нитрат кальция, азотистая кислота.

9. Написать структурные формулы следующих соединений: гидроксид магния, силикат натрия, ортофосфорная кислота, нитрит калия, оксид бериллия.

10. Написать структурные формулы следующих соединений: перманганат калия, сернистая кислота, гидроксид бериллия, оксид лития, иодид натрия.

11. Написать структурные формулы следующих соединений: гидроксид бария, силикат натрия, угольная кислота, оксид серы (IV), фтороводородная кислота.

12. Написать структурные формулы следующих соединений: оксид фосфора(V), азотная кислота, гидроксид аммония, сульфат калия, оксид азота(III).

13. Написать структурные формулы следующих соединений: хлорид аммония, сульфат магния, гидроксид алюминия, соляная кислота, плавиковая кислота.

14. Написать структурные формулы следующих соединений: иодид калия, фосфат натрия, гидроксид аммония, угольная кислота, оксид кремния.

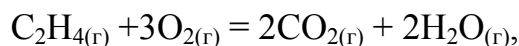
15. Написать структурные формулы следующих соединений: азотистая кислота, гидроксид магния, силикат натрия, оксид меди (II), оксид азота (I) .

## Химическая термодинамика

Вопросы [1, с. 152-160; 2, с.158-161]

1. Тепловой эффект химических реакций. Реакции эндо- и экзотермические.
2. Стандартные теплоты образования и сгорания. Закон Гесса.
3. Термохимические уравнения и расчеты.

*Пример:* Вычислить  $\Delta H^\circ$  реакции:



если  $\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{CO}_{2(\text{r})} = -394,3$  кДж/моль;

$\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} = -242,2$  кДж/моль;

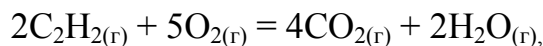
$\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{C}_2\text{H}_{4(\text{r})} = 52,3$  кДж/моль.

*Решение:* Согласно закону Гесса

$$\begin{aligned}\Delta H_{\text{х.р.}} &= \Sigma(\Delta H^\circ_{\text{обр}})_{\text{прод.}} - \Sigma(\Delta H^\circ_{\text{обр}})_{\text{исх.веществ}} = \\ &= 2\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{CO}_{2(\text{r})} + 2\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} - \Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{C}_2\text{H}_{4(\text{r})} = \\ &= 2(-394,3) + 2(-242,2) - 52,3 = -1220,7 \text{ кДж/моль.}\end{aligned}$$

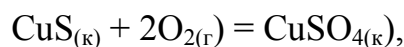
### Задачи

16. Вычислить тепловой эффект химической реакции:



если известно, что при сгорании 1 л ацетилена выделяется 58,2 кДж тепла.

17. Вычислить  $\Delta H$  реакции:



если  $\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{CuS}_{(\text{к})} = -48,6$  кДж/моль;

$\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{CuSO}_{4(\text{к})} = -771,1$  кДж/моль.

18. Вычислить  $\Delta H^\circ$  реакции:



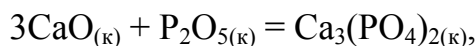
если  $\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{CaCO}_{3(\text{к})} = -1187,9$  кДж/моль;

$\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{CaO}_{(\text{к})} = -635,6$  кДж/моль;

$\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{CO}_{2(\text{r})} = -394,3$  кДж/моль.



19. Вычислить  $\Delta H^\circ$  реакции:

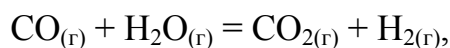


если  $\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{CaO}_{(к)} = -633,6$  кДж/моль;

$\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{P}_2\text{O}_{5(к)} = -1491,6$  кДж/моль;

$\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_{2(к)} = -4118,8$  кДж/моль.

20. Вычислить  $\Delta H^\circ$  реакции:

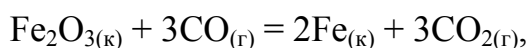


если  $\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{CO}_{(г)} = -110,6$  кДж/моль;

$\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{H}_2\text{O}_{(г)} = -242,2$  кДж/моль;

$\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{CO}_{2(г)} = -394,3$  кДж/моль.

21. Вычислить  $\Delta H^\circ$  реакции:

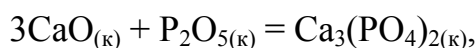


если  $\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{Fe}_2\text{O}_{3(к)} = -817,9$  кДж/моль;

$\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{CO}_{(г)} = -110,6$  кДж/моль;

$\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{CO}_{2(г)} = -394,3$  кДж/моль.

22. Вычислить  $\Delta H^\circ$  реакции:

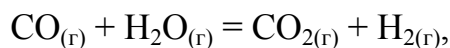


если  $\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{CaO}_{(к)} = -634,7$  кДж/моль;

$\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{P}_2\text{O}_{5(к)} = -1489,5$  кДж/моль;

$\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_{2(к)} = -4112,9$  кДж/моль.

23. Вычислить  $\Delta H^\circ$  реакции:

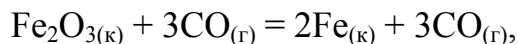


если  $\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{CO}_{(г)} = -110,5$  кДж/моль;

$\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{H}_2\text{O}_{(г)} = -241,8$  кДж/моль;

$\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{CO}_{2(г)} = -393,5$  кДж/моль.

24. Вычислить  $\Delta H^\circ$  реакции:



если  $\Delta H_{\text{обр}}^\circ \text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{к})} = -816,7$  кДж/моль;

$\Delta H_{\text{обр}}^\circ \text{CO}_{(\text{г})} = -110,5$  кДж/моль;

$\Delta H_{\text{обр}}^\circ \text{CO}_{2(\text{г})} = -393,5$  кДж/моль.

25. Вычислить  $\Delta H^\circ$  реакции:

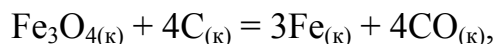


если  $\Delta H_{\text{обр}}^\circ \text{CaCO}_{3(\text{к})} = -1186,2$  кДж/моль;

$\Delta H_{\text{обр}}^\circ \text{CaO}_{(\text{к})} = -634,7$  кДж/моль;

$\Delta H_{\text{обр}}^\circ \text{CO}_{(\text{г})} = -393,5$  кДж/моль.

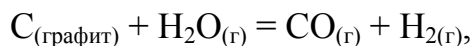
26. Вычислить  $\Delta H^\circ$  реакции:



если  $\Delta H_{\text{обр}}^\circ \text{Fe}_3\text{O}_{4(\text{к})} = -116,6$  кДж/моль;

$\Delta H_{\text{обр}}^\circ \text{CO}_{(\text{г})} = -126,5$  кДж/моль.

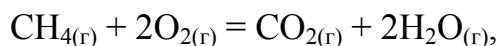
27. Вычислить  $\Delta H^\circ$  реакции:



если  $\Delta H_{\text{обр}}^\circ \text{CO}_{(\text{г})} = -110,5$  кДж/моль;

$\Delta H_{\text{обр}}^\circ \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} = -241,8$  кДж/моль.

28. Вычислить  $\Delta H^\circ$  реакции горения метана:

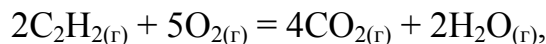


если  $\Delta H_{\text{обр}}^\circ \text{CO}_{2(\text{г})} = -393,5$  кДж/моль;

$\Delta H_{\text{обр}}^\circ \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} = -241,8$  кДж/моль;

$\Delta H_{\text{обр}}^\circ \text{CH}_{4(\text{г})} = -74,9$  кДж/моль.

29. Вычислить тепловой эффект химической реакции:

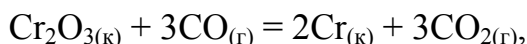


если  $\Delta H_{\text{обр}}^\circ \text{C}_2\text{H}_{2(\text{г})} = 226,8$  кДж/моль;

$\Delta H_{\text{обр}}^\circ \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} = -241,8$  кДж/моль;

$\Delta H_{\text{обр}}^\circ \text{CO}_{2(\text{г})} = -393,5$  кДж/моль.

30. Вычислить  $\Delta H^\circ$  реакции:



если  $\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{Cr}_2\text{O}_{3(\text{к})} = -1440,8$  кДж/моль;

$\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{CO}_{(\text{г})} = -110,5$  кДж/моль;

$\Delta H^\circ_{\text{обр}}\text{CO}_{2(\text{г})} = -393,5$  кДж/моль.

### Кинетика химических реакций

*Вопросы* [1, с. 179-192; 2, с. 163-172]

1. Скорость химических реакций. Зависимость скорости химических реакций от различных факторов.

2. Гомогенный и гетерогенный катализ.

*Пример:* Как изменится скорость реакции  $2\text{NO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{NO}_{2(\text{г})}$  при увеличении концентрации NO в 2 раза, а концентрации кислорода в 4 раза?

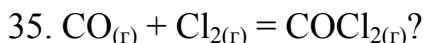
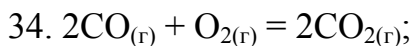
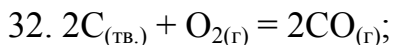
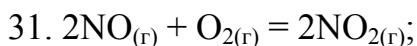
*Решение:* Скорость реакции до изменения концентраций реагирующих веществ  $V_1 = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$ , после изменения концентраций скорость реакции равна:

$$V_2 = k(2[\text{NO}])^2(4[\text{O}_2]) = 2^2 \times 4 k[\text{NO}]^2[\text{O}_2] = 16V_1,$$

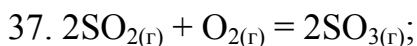
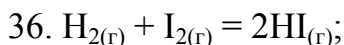
т.е. увеличится в 16 раз.

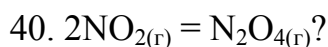
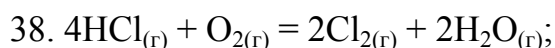
### Задачи

31-35. Как изменится скорость следующих реакций, если увеличить давление в системе в 2 раза:



36-40. Как изменится скорость следующих реакций, если повысить концентрации всех исходных компонентов в 3 раза:





41-45. Температурный коэффициент скорости некоторой реакции равен 2. Во сколько раз увеличится скорость этой реакции, если повысить температуру на:

41. 30°C; 42. 40°C; 43. 50°C; 44. 60°C; 45. 70°C?

### Химическое равновесие

*Вопросы* [1, с.197-209; 2, с.179-187]

1. Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Закон действия масс.
2. Влияние на химическое равновесие различных факторов. Принцип Ле-Шателье.

*Пример:* Реакция идет по уравнению  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ . Константа равновесия этой реакции при некоторой температуре равна 2. Равновесные концентрации  $[\text{H}_2] = 4$  моль/л,  $[\text{HI}] = 5$  моль/л. Вычислите равновесную и исходную концентрации  $[\text{I}_2]$ .

*Решение:*  $K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$ , откуда  $[\text{I}_2]_{р} = \frac{[\text{HI}]^2}{K[\text{H}_2]} = \frac{5^2}{2 \cdot 4} = 3,125$  моль/л. Со-

гласно уравнению реакции 1 моль  $\text{I}_2$  затрачивается на образование 2 моль  $\text{HI}$ , тогда на образование 5 моль  $\text{HI}$  затратилось  $\text{I}_2$   $5:2 = 2,5$  моль. Исходная концентрация:

$$[\text{I}_2]_{\text{исх.}} = [\text{I}_2]_{\text{равн.}} + [\text{I}_2]_{\text{затр.}} = 3,125 + 2,5 = 5,625 \text{ моль/л.}$$

### Задачи

46. Реакция идет по уравнению  $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$ . Концентрации исходных веществ до начала реакции были:  $[\text{N}_2] = [\text{O}_2] = 2$  моль/л. Вычислите концентрацию этих веществ в момент, когда  $[\text{NO}] = 0,5$  моль/л.

47. Реакция идет по уравнению  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ . Концентрации участвующих в ней веществ были:  $[\text{N}_2] = 1,8$  моль/л;  $[\text{H}_2] = 2,5$  моль/л;  $[\text{NH}_3] = 1$  моль/л. Вычислите концентрацию водорода и аммиака, когда  $[\text{N}_2] = 1,5$  моль/л.

48. Реакция идет по уравнению  $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{HBr}$ . Константа равновесия этой реакции при некоторой температуре равна 4. Исходные концентрации реагирующих веществ:  $[\text{H}_2] = 4$  моль/л;  $[\text{Br}_2] = 5$  моль/л. Вычислите равновесную концентрацию  $[\text{H}_2]$ .

49. Напишите выражение для константы равновесия гетерогенной системы  $\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3$ . Как следует изменить концентрацию и давление, чтобы сместить равновесие в сторону прямой реакции?

50. В гомогенной реакции  $2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOCl}$  равновесные концентрации реагирующих веществ:  $[\text{NO}] = 0,2$  моль/л;  $[\text{Cl}_2] = 0,3$  моль/л;  $[\text{NOCl}] = 1$  моль/л. Вычислите константу равновесия системы и исходные концентрации хлора и NO.

51. В гомогенной реакции  $\text{A} + 2\text{B} \rightleftharpoons 2\text{C}$  равновесные концентрации реагирующих газов:  $[\text{A}] = 0,6$  моль/л;  $[\text{B}] = 0,1$  моль/л;  $[\text{C}] = 0,2$  моль/л. Вычислите константу равновесия системы и исходные концентрации веществ A и B.

52. В гомогенной фазовой системе  $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons 2\text{C}$  равновесие установилось при концентрациях:  $[\text{B}] = 0,5$  моль/л и  $[\text{C}] = 0,2$  моль/л. Константа равновесия системы равна 1. Вычислите исходные концентрации веществ A и B.

53. Напишите выражение для константы равновесия гетерогенной системы  $\text{C} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + 2\text{H}_2$ . Как следует изменить концентрацию и давление, чтобы сместить равновесие в сторону обратной реакции – образования водяных паров?

54. Равновесие гомогенной реакции  $4\text{HCl}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(г)} + 2\text{Cl}_{2(г)}$  установилось при следующих концентрациях реагирующих веществ  $[\text{H}_2\text{O}]_p = 0,1$  моль/л;  $[\text{Cl}_2]_p = 0,1$  моль/л;  $[\text{HCl}]_p = 0,2$  моль/л;  $[\text{O}_2]_p = 0,3$  моль/л. Вычислите исходные концентрации хлороводорода и кислорода.

55. Вычислите константу равновесия гомогенной реакции:  $\text{CO}_{(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(г)} + \text{H}_{2(г)}$ , если равновесные концентрации реагирующих веществ:  $[\text{CO}]_p = 0,4$  моль/л;  $[\text{H}_2\text{O}]_p = 0,6$  моль/л;  $[\text{CO}_2]_p = 0,3$  моль/л;  $[\text{H}_2]_p = 0,2$  моль/л. Чему равны исходные концентрации воды и CO?

56. Константа равновесия реакции:  $\text{CO}_{(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(г)} + \text{H}_{2(г)}$  при некоторой температуре равна 1. Вычислите равновесные концентрации всех реагирующих веществ, если исходные концентрации:  $[\text{CO}]_{\text{исх}} = 1$  моль/л;  $[\text{H}_2\text{O}]_{\text{исх}} = 2$  моль/л.

57. Константа равновесия гомогенной реакции  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  при некоторой температуре равна 1. Равновесные концентрации водорода и аммиака соответственно равны 2 и 4 моль/л. Вычислите равновесную и исходную концентрации азота.

58. При некоторой температуре равновесие гомогенной реакции  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$  установилось при следующих концентрациях реагирующих веществ:  $[\text{NO}]_{\text{р}} = 2$  моль/л;  $[\text{O}_2]_{\text{р}} = 1$  моль/л;  $[\text{NO}_2]_{\text{р}} = 1$  моль/л. Вычислите константу равновесия и исходную концентрацию NO и O<sub>2</sub>.

59. Исходные концентрации  $[\text{NO}]_{\text{исх}}$  и  $[\text{Cl}_2]_{\text{исх}}$  в гомогенной системе  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$  составляют соответственно 5 и 2 моль/л. Вычислите константу равновесия, если к моменту наступления равновесия прореагировало 20% NO.

60. Напишите выражение для константы равновесия гомогенной реакции  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ . Как следует изменить концентрацию и давление, чтобы сместить равновесие в сторону прямой реакции – образования аммиака?

### Способы выражения концентрации растворов

*Вопросы* [1, с. 209-222; 2, с. 205-215]

1. Гомогенные и гетерогенные растворы.
2. Способы выражения концентрации растворов: процентная концентрация, молярная, моляльная и эквивалентная (нормальная) концентрации. Титр раствора.

*Пример:* Чему равна процентная концентрация 2М раствора гидроксида натрия (плотность раствора 1,05 г/см<sup>3</sup>)?

*Решение:*  $M(\text{NaOH}) = 40$ . Пусть объем 2М раствора гидроксида натрия 1 л, тогда в нем содержится:

$$m(\text{NaOH}) = C_{\text{М}}M(\text{NaOH})V(\text{NaOH}) = 2 \times 40 \times 1 = 80 \text{ г}$$

Масса 1 л раствора равна:

$$m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = V(\text{NaOH})\rho(\text{NaOH}) = 1000 \times 1,05 = 1050 \text{ г}$$

Тогда:

$$C = m(\text{NaOH}) \times 100\% / m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = 80 \times 100 / 1050 = 7,62\%$$

### Задачи

61. Вычислите молярную концентрацию 30%-го раствора гидроксида натрия плотностью  $1,3 \text{ г/см}^3$ .
62. Чему равна нормальная концентрация 10%-го раствора сульфата натрия плотностью  $1,1 \text{ г/см}^3$ ? К 1 л этого раствора прибавили 2 л воды. Вычислите процентную концентрацию полученного раствора.
63. К 3 л 10%-го раствора соляной кислоты плотностью  $1,05 \text{ г/см}^3$  прибавили 2 л 5%-го раствора той же кислоты плотностью  $1,005 \text{ г/см}^3$ . Вычислите процентную и молярную концентрацию полученного раствора, объем которого равен 5 л.
64. Вычислите нормальную и молярную концентрации 10%-го раствора  $\text{HNO}_3$  плотностью  $1,1 \text{ г/см}^3$ . Сколько граммов кислоты содержится в 2 л этого раствора?
65. Вычислите молярную, моляльную и эквивалентную концентрации 20%-го раствора хлорида магния плотностью  $1,2 \text{ г/см}^3$ .
66. Сколько и какого вещества останется в избытке, если к  $75 \text{ см}^3$  0,2н раствора серной кислоты прибавить  $100 \text{ см}^3$  0,1н раствора гидроксида натрия?
67. Чему равна молярная концентрация раствора соляной кислоты, полученная смешиванием 2 л 1н раствора и 3 л 3М раствора?
68. Какой объем 20%-го раствора серной кислоты плотностью  $1,2 \text{ г/см}^3$  требуется для приготовления 1 л 10%-го раствора плотностью  $1,1 \text{ г/см}^3$ ?
69. Смешали  $50 \text{ см}^3$  10%-го раствора  $\text{HNO}_3$  плотностью  $1,05 \text{ г/см}^3$  и  $200 \text{ см}^3$  20%-го раствора  $\text{HNO}_3$  плотностью  $1,15 \text{ г/см}^3$ . Вычислите процентную концентрацию полученного раствора.
70. Какой объем 40%-го раствора сульфата натрия плотностью  $1,5 \text{ г/см}^3$  требуется для приготовления 3 л 10%-го раствора плотностью  $1,1 \text{ г/см}^3$ ?
71. Какие объемы 3М и 1М растворов гидроксида натрия необходимо смешать, чтобы получить 5 л 2М раствора?
72. К 100 мл 2н раствора серной кислоты (плотность раствора  $1,05 \text{ г/см}^3$ ) добавили 200 мл 20%-го раствора этой же кислоты плотностью  $1,2 \text{ г/см}^3$ . Чему равна процентная и молярная концентрации полученного раствора?
73. Вычислите нормальную и моляльную концентрации 20%-го раствора сульфата магния (плотность раствора  $1,2 \text{ г/см}^3$ ).

74. Какую массу хлорида кальция необходимо растворить в 0,5 л воды, чтобы получить 15%-й раствор?

75. Смешали 200 г 60%-го и 100 мл 20%-го раствора (плотность раствора 1,2 г/см<sup>3</sup>) серной кислоты. Чему равна процентная концентрация полученного раствора?

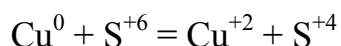
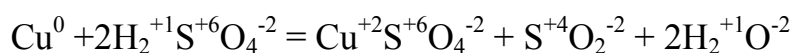
### Окислительно-восстановительные реакции

*Вопросы* [1, с.264-273; 2, с.255-263]

1. Что такое степень окисления элемента и как ее находят? Виды степени окисления.
2. Что называется окислителем, восстановителем, окислительно-восстановительной реакцией?
3. Типы окислительно-восстановительных реакций.
4. Эквиваленты окислителей и восстановителей.

*Пример:* Расставьте коэффициенты в окислительно-восстановительной реакции  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ , укажите окислитель и восстановитель и найдите их эквиваленты.

*Решение:* Расставляем степени окисления элементов в уравнении реакции и составляем электронные уравнения для процессов окисления и восстановления:



Эквивалент окислителя (серной кислоты) равен его молярной массе, деленной на число принятых окислителем электронов, т.е. на 2, а эквивалент восстановителя (меди) равен его молярной массе, деленной на число отданных электронов, в данном случае тоже на 2. Поэтому

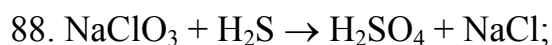
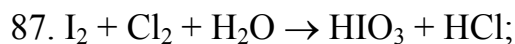
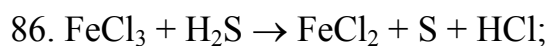
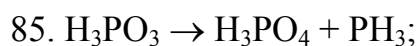
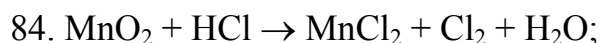
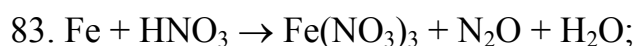
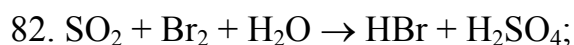
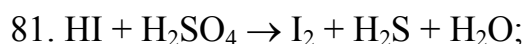
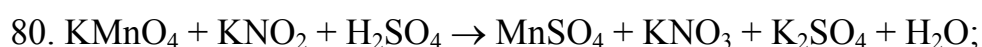
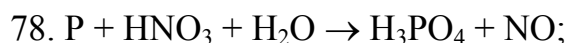
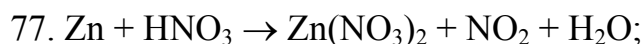
$$\mathcal{E}(\text{H}_2\text{SO}_4) = M(\text{H}_2\text{SO}_4)/2 = 98/2 = 49 \text{ г/моль,}$$

$$\text{а } \mathcal{E}(\text{Cu}) = A(\text{Cu})/2 = 64/2 = 32 \text{ г/моль.}$$



### Задачи

76-90. Расставьте коэффициенты в окислительно-восстановительных реакциях методом электронного баланса. Укажите процесс окисления и восстановления, окислитель и восстановитель и определите их эквиваленты:



### Электродные потенциалы и гальванические элементы

Вопросы [1, с. 341-358; 2, с. 263-285]

1. Стандартные электродные потенциалы. Формула Нернста.
2. Гальванические элементы: химические, концентрационные и окислительно-восстановительные.
3. ЭДС гальванического элемента.

При решении задач по данной теме используйте данные таблицы №1 приложения.

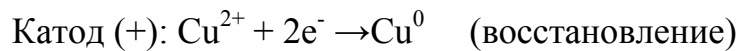
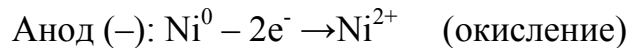
*Пример:* Составьте схему гальванического элемента, состоящего из электродов никелевой и медной пластинок, опущенных соответственно в растворы солей

$\text{NiSO}_4$  и  $\text{CuSO}_4$ . Напишите уравнения окислительно-восстановительных реакций, протекающих на электродах при работе этого гальванического элемента. Рассчитайте ЭДС, если концентрация соли  $\text{NiSO}_4$  равна 0,1М, а  $\text{CuSO}_4$  – 0,001М.

*Решение:* Схема данного химического гальванического элемента:



Анодом является никелевая пластина, т.к. никель имеет меньший потенциал (-0,25В), чем медь (+0,34В). Уравнения окислительно-восстановительных процессов, протекающих на электродах:



Находим ЭДС гальванического элемента по формуле:

$$E_{\text{г.э.}} = E_{\text{катода}} - E_{\text{анода}}$$

Потенциалы электродов находим по уравнению Нернста:

$$E_{\text{электрода}} = E_{\text{Me}^{n+}/\text{Me}^0}^0 + \frac{0,059}{n} \times \lg C_{\text{соли}}$$

$$\begin{aligned} E_{\text{катода}} &= E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 + \frac{0,059}{n} \times \lg C_{\text{CuSO}_4} = 0,34 + \frac{0,059}{2} \times \lg 10^{-3} = \\ &= 0,34 + \frac{0,059}{2} \times (-3) = 0,34 - 0,09 = 0,25\text{В} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{\text{анода}} &= E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^0 + \frac{0,059}{n} \times \lg C_{\text{NiSO}_4} = -0,25 + \frac{0,059}{2} \times \lg 10^{-1} = \\ &= -0,25 + \frac{0,059}{2} \times (-1) = -0,25 - 0,03 = -0,28\text{В} \end{aligned}$$

$$E_{\text{г.э.}} = E_{\text{катода}} - E_{\text{анода}} = 0,25 - (-0,28) = 0,53\text{В}$$

### Задачи

91-93. Составьте схему химического гальванического элемента:

91. Медно-кадмиевого;

92. Железоцинкового;

93. Хромомарганцевого.

Напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, в котором концентрация солей по 0,01 моль/л.

94-96. Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов, рассчитайте ЭДС концентрационного гальванического элемента, состоящего из электродов:

94. Никеля, опущенных: первый в раствор  $\text{NiSO}_4$  с концентрацией 0,01М, второй – с концентрацией 0,001М;

95. Цинка, опущенных: первый – в раствор  $\text{ZnCl}_2$  с концентрацией 0,1М, второй – с концентрацией 0,001М;

96. Кобальта, опущенных: первый – в раствор  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  с концентрацией 0,01М, а второй – с концентрацией 0,1М.

97-99. Какие химические процессы протекают на электродах при зарядке и разрядке аккумулятора:

97. Свинцового;

98. Железоникелевого;

99. Кадмий-никелевого.

100-102. Увеличится, уменьшится или останется без изменения масса пластинки:

100. Цинковой при взаимодействии ее с растворами:

а)  $\text{CuSO}_4$ ; б)  $\text{CrCl}_3$ ; в)  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ;

101. Медной при взаимодействии ее с растворами:

а)  $\text{ZnSO}_4$ ; б)  $\text{CoCl}_3$ ; в)  $\text{AgNO}_3$ ;

102. Железной при соприкосновении ее с растворами:

а)  $\text{CuSO}_4$ ; б)  $\text{ZnCl}_2$ ; в)  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_2$ .

Почему? Докажите это составлением электронных и молекулярных уравнений соответствующих реакций.

103-105. Составьте схему гальванического элемента, в основе которого лежит реакция, протекающая по уравнению:

103.  $\text{Co} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Co}(\text{NO}_3)_2 + \text{Pb}$ ,  $[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2] = 0,1\text{M}$  и  $[\text{Co}(\text{NO}_3)_2] = 0,001\text{M}$

104.  $\text{Ca} + \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{Zn}$ ,  $[\text{ZnSO}_4] = 0,01\text{M}$  и  $[\text{CaSO}_4] = 0,1\text{M}$

105.  $\text{Zn} + \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{Fe}$ ,  $[\text{FeCl}_2] = 0,1\text{M}$  и  $[\text{ZnCl}_2] = 0,001\text{M}$

Напишите электронные уравнения процессов, протекающих на аноде и катоде. Вычислите ЭДС этого элемента при указанных концентрациях солей.

## Коррозия металлов

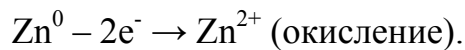
Вопросы [1, с. 376-390; 2, с. 526-536]

1. Химическая и электрохимическая коррозия. Их отличие.
2. Химизм кислородной и водородной коррозии.

*Пример:* Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов, протекающих при коррозии цинка, находящегося в контакте с никелем в нейтральном и кислом растворах. Каков состав продуктов коррозии?

*Решение:* Цинк имеет более отрицательный потенциал (-0,763В), чем никель (-0,25В) (см. табл. 1), поэтому он является анодом, а никель – катодом.

Процессы на аноде:

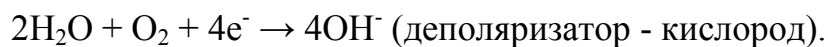


Процессы на катоде:

а) в кислой среде:

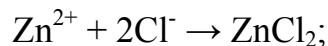


б) в нейтральной среде:

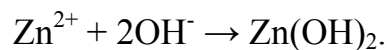


Продукты коррозии:

а) в кислой среде, например, в среде HCl:



б) в нейтральной среде:



### Задачи

106-110. Перечислите способы защиты металлов от коррозии. Какие процессы протекают при нарушении целостности покрытия на аноде и катоде в нейтральной и кислой средах:

106. Оцинкованного железа;
107. Луженого железа;
108. Никелированного железа;
109. Хромированного железа;
110. Омедненного железа.

Укажите тип покрытия (анодное или катодное).

111-115. Какой металл целесообразней выбрать для протекторной защиты от коррозии:

- 111. Железного кабеля;
- 112. Свинцового кабеля;
- 113. Никелевого кабеля;
- 114. Оловянного кабеля;
- 115. Медного кабеля.

Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов при кислородной и водородной деполяризации. Каков состав продуктов коррозии?

116-120. Как влияет pH среды на скорость коррозии металлов? Составьте электронные уравнения электродных процессов при атмосферной коррозии и коррозии в кислой среде (солянокислой):

- 116. Железа, покрытого медью;
- 117. Железа, покрытого кобальтом;
- 118. Цинка, покрытого марганцем;
- 119. Свинца, покрытого медью;
- 120. Хрома, покрытого свинцом.

Какое это покрытие – катодное или анодное? Почему?

### **Электролиз растворов и расплавов солей. Законы электролиза**

*Вопросы* [1, с. 362-371; 2, с. 285-290]

1. Электролиз. Процессы, протекающие при электролизе на аноде и катоде.
2. Электролиз расплавов солей.
3. Электролиз водных растворов с инертными электродами.
4. Последовательность разряда катионов и анионов в водных растворах.
5. Законы электролиза.

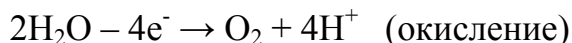
*Пример:* Рассчитайте массу меди и кислорода, а также объем кислорода, выделившихся при электролизе водного раствора  $\text{CuSO}_4$  при пропускании постоянного электрического тока силой в 10А в течение 70 минут. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах.

*Решение:* Диссоциация соли  $\text{CuSO}_4$  в растворе:

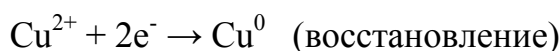


Процессы, протекающие на электродах при электролизе раствора  $\text{CuSO}_4$ :

На аноде (+):



На катоде (-):



Массу меди и кислорода (а также объем кислорода) рассчитываем по второму закону Фарадея:

$$m = \frac{\mathcal{E} \times I \times t}{96500}; \quad V = \frac{V_{\text{экв.}} \times I \times t}{96500},$$

где  $\mathcal{E}$  – эквивалентная масса вещества, г/моль;

$V_{\text{экв.}}$  – эквивалентный объем вещества (газа), л/моль;

$I$  – сила тока, А;

$t$  – продолжительность электролиза, с.

$$m(\text{Cu}) = \frac{\mathcal{E}_{\text{Cu}} \times I \times t}{96500}; \quad \mathcal{E}_{\text{Cu}} = \frac{A_{\text{Cu}}}{2} = \frac{63,54}{2} = 31,77 \text{ г/моль}$$

$$t = 70 \times 60 = 4200 \text{ сек.}$$

$$m(\text{Cu}) = \frac{31,77 \times 10 \times 4200}{96500} = 13,83 \text{ г}; \quad m(\text{O}_2) = \frac{\mathcal{E}_{\text{O}_2} \times I \times t}{96500};$$

$$\mathcal{E}_{\text{O}_2} = \frac{M_{\text{O}_2}}{4} = \frac{32}{4} = 8 \text{ г/моль}, \quad V_{\text{экв.}(\text{O}_2)} = \frac{22,4}{4} = 5,6 \text{ л/моль}$$

$$m(\text{O}_2) = \frac{8 \times 10 \times 4200}{96500} = 3,48 \text{ г}; \quad V(\text{O}_2) = \frac{5,6 \times 10 \times 4200}{96500} = 2,43 \text{ л}$$

### Задачи

121-125. Составьте электронные уравнения процессов, протекающих на инертных электродах при электролизе водного раствора соли:

121.  $\text{NaCl}$ ;

122.  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ;

123.  $\text{ZnSO}_4$ ;

124.  $\text{CuCl}_2$ ;

125.  $\text{NiSO}_4$ .

Рассчитайте массу веществ, выделившихся на аноде и катоде при пропускании через раствор этой соли постоянного электрического тока силой в 6А в течение 30 минут.

126-130. Составьте электронные уравнения процессов, протекающих на инертных электродах при электролизе раствора соли:

126.  $\text{CaSO}_4$ ;

127.  $\text{NaCl}$ ;

128.  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ;

129.  $\text{MnCl}_2$ ;

130.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Рассчитайте массу веществ, выделяющихся на аноде и катоде, если электролиз проводился в течение 1 часа 15 минут при силе тока 3,5А.

131-135. Насколько уменьшится масса анода, если электролиз раствора:

131.  $\text{CuSO}_4$  (анод – медная пластинка);

132.  $\text{NiCl}_2$  (анод – никелевая пластинка);

133.  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  (анод – пластинка из кобальта);

134.  $\text{AgNO}_3$  (анод – серебряная пластинка);

135.  $\text{AuCl}_3$  (анод – пластинка из золота),

проводить при силе тока 5А в течение 50 минут 16 секунд? Составьте электронные уравнения электродных процессов.

## Полимеры и олигомеры

136. Какой углеводород является мономером натурального каучука? Напишите уравнение его реакции с 1 моль брома. Что такое вулканизация каучука? Чем отличается резина от каучука?

137. Какие соединения называются альдегидами и фенолами? Приведите формулы простейших альдегида и фенола. Составьте схему получения фенолформальдегидной смолы.

138. Приведите реакцию получения бутадиена-1,3 и схему его полимеризации. Какими свойствами обладает продукт полимеризации, где он применяется?

139. Из бензола получите стирол и приведите реакцию его полимеризации. Как называется продукт полимеризации и где его применяют?

140. Что такое сополимеры? Приведите реакцию сополимеризации бутадиена-1,3 и стирола. Как называется образующееся при этом вещество?

141. Исходя из карбида кальция, получите акрилонитрил и проведите его полимеризацию. Какими свойствами обладает этот полимер и где его применяют?

142. Какие вещества называются аминами? Составьте схему поликонденсации адипиновой кислоты и гексаметилендиамина.

143. Какой процесс называется полимеризацией? Напишите уравнения реакций полимеризации этилена и пропилена. Где применяются эти полимеры?

144. Какой процесс называется поликонденсацией? Приведите примеры получения полимеров этим методом.

145. Напишите формулу метакриловой кислоты и получите из нее метиловый эфир. Составьте схему полимеризации полученного эфира.

146. Какие соединения называются аминокислотами? Составьте схему полимеризации аминокaproновой кислоты. Как называется образующийся при этом полимер? Где его используют?

147. Что такое сополимеризация? Приведите схему сополимеризации изобутилена и изопрена.



148. Исходя из карбида кальция, получите винилхлорид, составьте схему его полимеризации. Какими свойствами обладает этот полимер и для чего его применяют?

149. Приведите реакции получения из ацетилена винилацетата и составьте схему его полимеризации. Для чего применяют этот полимер?

150. Из хлорпропана получите пропиловый спирт, а из него пропилен. Приведите схему полимеризации пропилена. Где применяется этот полимер?

Таблица 1

**Стандартные электродные потенциалы ( $E^0$ ) некоторых металлов**

Уравнение электродного процесса	$E^0$ , В	Уравнение электродного процесса	$E^0$ , В
$\text{Li}^+ + e^- = \text{Li}$	-3,045	$\text{Cd}^{2+} + 2e^- = \text{Cd}$	-0,403
$\text{Rb}^+ + e^- = \text{Rb}$	-2,925	$\text{Co}^{2+} + 2e^- = \text{Co}$	-0,277
$\text{K}^+ + e^- = \text{K}$	-2,924	$\text{Ni}^{2+} + 2e^- = \text{Ni}$	-0,250
$\text{Cs}^+ + e^- = \text{Cs}$	-2,923	$\text{Sn}^{2+} + 2e^- = \text{Sn}$	-0,136
$\text{Ba}^{2+} + 2e^- = \text{Ba}$	-2,900	$\text{Pb}^{2+} + 2e^- = \text{Pb}$	-0,127
$\text{Ca}^{2+} + 2e^- = \text{Ca}$	-2,870	$\text{Fe}^{3+} + 3e^- = \text{Fe}$	-0,037
$\text{Na}^+ + e^- = \text{Na}$	-2,714	$2\text{H}^+ + 2e^- = \text{H}_2$	$\pm 0,00$ 0
$\text{Mg}^{2+} + 2e^- = \text{Mg}$	-2,370	$\text{Sb}^{3+} + 3e^- = \text{Sb}$	0,200
$\text{Al}^{3+} + 3e^- = \text{Al}$	-1,700	$\text{Bi}^{3+} + 3e^- = \text{Bi}$	0,215
$\text{Ti}^{2+} + 2e^- = \text{Ti}$	-1,603	$\text{Cu}^{2+} + 2e^- = \text{Cu}$	0,340
$\text{Zr}^{4+} + 4e^- = \text{Zr}$	-1,580	$\text{Cu}^+ + e^- = \text{Cu}$	0,520
$\text{Mn}^{2+} + 2e^- = \text{Mn}$	-1,180	$\text{Hg}_2^{2+} + 2e^- = 2\text{Hg}$	0,790
$\text{V}^{2+} + 2e^- = \text{V}$	-1,180	$\text{Ag}^+ + e^- = \text{Ag}$	0,800
$\text{Cr}^{2+} + 2e^- = \text{Cr}$	-0,913	$\text{Hg}^{2+} + 2e^- = \text{Hg}$	0,850
$\text{Zn}^{2+} + 2e^- = \text{Zn}$	-0,763	$\text{Pt}^{2+} + 2e^- = \text{Pt}$	1,190
$\text{Cr}^{3+} + 3e^- = \text{Cr}$	-0,740	$\text{Au}^{3+} + 3e^- = \text{Au}$	1,500
$\text{Fe}^{2+} + 2e^- = \text{Fe}$	-0,440	$\text{Au}^+ + e^- = \text{Au}$	1,700

Таблица 2

**Некоторые кислоты и их соли**

Кислота	Название солей
$H_3BO_3$ – борная	Бораты
$H_2CO_3$ – угольная	Карбонаты
$CH_3COOH$ – уксусная	Ацетаты
$HCOOH$ – муравьиная	Формиаты
$H_2SiO_3$ – метакремниевая (кремниевая)	Метасиликаты (силикаты)
$HNO_3$ – азотная	Нитраты
$HNO_2$ – азотистая	Нитриты
$H_3PO_4$ – ортофосфорная(фосфорная)	Ортофосфаты (фосфаты)
$HPO_3$ – метафосфорная	Метафосфаты
$H_2SO_4$ – серная	Сульфаты
$H_2SO_3$ – сернистая	Сульфиты
$H_2S$ – сероводородная	Сульфиды
$HF$ – фтороводородная (плавиковая)	Фториды
$HCl$ – хлороводородная (соляная)	Хлориды
$HClO$ - хлорноватистая	Гипохлориты
$HClO_2$ – хлористая	Хлориты
$HClO_3$ – хлорноватая	Хлораты
$HClO_4$ – хлорная	Перхлораты
$HBr$ – бромоводородная	Бромиды
$HI$ – иодоводородная	Иодиды
$H_2CrO_4$ – хромовая	Хроматы
$HMnO_4$ – марганцевая	Перманганаты

### Номера вопросов для контрольной работы

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,16,31,46, 61, 76, 91, 106, 121, 136	2,17,32,47, 52,77, 92, 107,122, 137	3, 18, 33, 48, 63, 78, 93, 108,123, 138	4, 19, 34, 49, 64, 79, 94, 109,124, 139	5, 20, 35, 50, 65, 80, 95, 110, 125, 140	6,21,36,51, 66,81,96, 111,126, 141	7, 22, 37, 52,67,82, 97,112,12 7,142	8,23,38, 53, 68, 83, 98, 113, 128, 143	9,24,39, 54, 69, 84, 99, 114, 129, 144	10,25,40, 55,70, 85, 100,115, 130,145
1	11,26,41,56, 71,86,101, 116,131,146	12,27,42, 57, 72, 87, 102,117, 132, 147	13,28,43,58, 73, 88, 103, 118,133, 148	14,29,44,59, 74,89,104, 119,134,149	15,30,45,60, 75, 90, 105, 120,135	3,19, 35, 51, 67, 83, 99, 115,131, 147	4,20, 36, 52, 68, 84, 100, 116, 132, 148	5,21, 37, 53, 69, 85, 101, 117, 133, 149	6,22, 38, 54, 70, 86, 102, 118, 134, 150	7,23, 39, 55, 71, 87, 103, 119, 135, 136
2	8,24, 40, 56, 72, 88, 104, 120, 121, 137	9,25, 41, 57, 73, 89, 105, 106, 122, 138	10,26,42,58, 74, 90, 91, 107, 123, 139	11,27,43,57, 75, 76, 92, 108, 124, 140	12,28,44,60, 61,77,93, 109, 125, 141	13,29,45,46, 62, 78, 94, 110, 126, 142	14,30,31 47, 63, 79, 95, 111, 127, 143	15,16,32, 48, 67, 80, 96, 112, 128, 144	1,17, 33, 49, 65, 81, 97, 113, 129, 145	2,18, 34, 50, 66, 82, 98, 114, 130, 146
3	13,27,41,55, 69, 83, 97, 111, 125, 139	12,26,40,54, 68, 82, 96, 110, 124, 138	11,25,39,53, 67, 81, 95, 109, 123, 137	10,24,38,52, 66, 80, 94, 108, 122, 136	9,23, 37, 51, 65, 79, 93, 107, 121, 150	8,22, 36, 50, 64, 78, 92, 106, 135, 149	7,21, 35, 49, 63, 77, 91, 120, 134, 148	6,20, 34, 48, 62, 76, 105, 119, 133, 147	5,19, 33, 47, 61, 90, 104, 118, 132, 146	4,18, 32, 46, 75, 89, 103, 117, 131, 145
4	3,17, 31, 60, 74, 88, 102, 116, 130, 144	2,16, 45, 59, 73, 87, 101, 115, 129, 143	1,30, 44, 58, 72, 86, 100, 114, 128, 142, 156	15,29,43,57, 71, 85, 99, 113, 127, 141	14,28,42,56, 70, 84, 98, 112, 126, 140	7,25, 43, 46, 64, 82, 100, 118, 121, 139	5,23, 41, 59, 62, 80, 98, 116, 134, 137	9,27, 45, 48, 66, 84, 102, 120, 123, 141	3,21, 39, 57, 75, 78, 96, 114, 132, 150	11,29,32, 50, 68, 86, 104, 107, 125, 143, 161, 179, 182
5	1,19, 37, 55, 73, 76, 94, 112, 130, 148									

**Таблица растворимости кислот, солей и оснований**

Ионы	OH <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CN <sup>-</sup>	C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>
Ag <sup>+</sup>	-	Н	Н	Р	Н	Н	Р	Н	Н	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н
Al <sup>3+</sup>	Н	Р	Р	М	Р	-	Р	+	-	Р	Н	Н	-	-	?	+
Ba <sup>2+</sup>	Р	Р	Р	Н	Р	Н	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Р	Н	Р
Be <sup>2+</sup>	Н	Р	Р	Р	Р	Н <sup>1</sup>	Р	+	Н	Р	Н	Н	Р	Р	Р	+
Bi <sup>3+</sup>	Н	+	Р	Н	Н	-	+	Н	?	+	Н	-	Н	-	Н	+
Ca <sup>2+</sup>	М	Р	Р	Н	Р	Н	Р	М	Н	М	Н	Н	М	Р	Н	Р
Cd <sup>2+</sup>	Н	Р	Р	Р	Р	Н <sup>1</sup>	Р	Н	Н	Р	М	Н	Н	М	Н	Р
Co <sup>2+</sup>	Н	Р	Р	Р	Р	Н <sup>1</sup>	Р	Н	Н	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Р
Cr <sup>3+</sup>	Н	Р	Р	М	Н	-	Р	Н <sup>1</sup>	-	Р	М	Н	-	Н	?	+
Cs <sup>+</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	Р
Cu <sup>2+</sup>	Н	Р	Р	Р	-	Н <sup>1</sup>	Р	Н	Н	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Р
Fe <sup>2+</sup>	Н	Р	Р	М	Р	Н	Р	Н	Н	Р	Н	Н	-	Н	Н	Р
Fe <sup>3+</sup>	Н	Р	Р	Н	-	-	Р	+	-	Р	Н	Н	-	Н	?	-
H <sup>+</sup>	∞	Р	Р	Р	Р	Н	∞	М	Р	∞	Р	Н	Р	∞	Р	∞
Hg <sup>2+</sup>	-	М	Р	+	Н	-	+	Н	Н	+	Н	Н	Н	Р	Н	Р
Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	-	Н	Н	М	Н	Н	+	-	-	Н	М	-	Н	-	Н	М
K <sup>+</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Li <sup>+</sup>	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	Р	Р	Р
Mg <sup>2+</sup>	Н	Р	Р	М	Р	Н	Р	Н	Н	Р	Н	Н	Р	Р	Н	Р
Mn <sup>2+</sup>	Н	Р	Р	Р	Р	Н <sup>1</sup>	Р	Н	Н	Р	М	Н	Н	Н	Н	Р
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-	Р	Р	Р	Р	Р	Р	-	Р	Р	Р	-	Р	Р	Р	Р
Na <sup>+</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Ni <sup>2+</sup>	Н	Р	Р	Р	Р	Н <sup>1</sup>	Р	Н	Н	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Р
Pb <sup>2+</sup>	Н	М	М	М	М	Н <sup>1</sup>	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	М	Н	Р
Rb <sup>+</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	Р
Sn <sup>2+</sup>	Н	+	+	Р	М	-	+	Н	-	+	Н	Н	Н	-	Н	+
Sr <sup>2+</sup>	М	Р	Р	Н	Р	Н	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Р	Н	Р
Tl <sup>+</sup>	Р	М	М	Р	Н	Р	Р	Н	Р	М	Н	Р	?	Р	?	Р
Zn <sup>2+</sup>	Н	Р	Р	М	Р	Н <sup>1</sup>	Р	Н	Н	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Р

Р - хорошо растворимо, М - малорастворимо, Н - практически нерастворимо, ∞ - неограниченно растворимо, + - полностью реагирует с водой, - - не существует, ? - отсутствуют данные, <sup>1</sup> - осадок не образуется вследствие полного гидролиза.

**Ряд напряжения металлов**

Li <sup>+</sup> Rb <sup>+</sup> K <sup>+</sup> Cs <sup>+</sup> Ba <sup>2+</sup> Sr <sup>2+</sup> Ca <sup>2+</sup> Na <sup>+</sup> Mg <sup>2+</sup> Be <sup>2+</sup> Al <sup>3+</sup> Ti <sup>2+</sup> Mn <sup>2+</sup> Cr <sup>2+</sup> Zn <sup>2+</sup> Cr <sup>3+</sup> Fe <sup>2+</sup> Cd <sup>2+</sup> Co <sup>2+</sup> Ni <sup>2+</sup> Sn <sup>2+</sup> Pb <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup>	Bi <sup>3+</sup> Cu <sup>2+</sup> Cu <sup>+</sup> Hg <sup>+</sup> Ag <sup>+</sup> Hg <sup>2+</sup> Pt <sup>2+</sup> Au <sup>3+</sup> Au <sup>+</sup>
---	----------------	--

## Содержание

Раздел 1 Общие методические рекомендации по изучению дисциплины .....	3
Раздел 2 Задания для контрольных работ и указания по их выполнению .....	6
Контрольные задания .....	6
Основные классы неорганических соединений .....	6
Химическая термодинамика .....	8
Кинетика химических реакций .....	11
Химическое равновесие .....	12
Способы выражения концентрации растворов .....	14
Окислительно-восстановительные реакции .....	16
Электродные потенциалы и гальванические элементы .....	17
Коррозия металлов .....	20
Электролиз растворов и расплавов солей. Законы электролиза.....	21
Полимеры и олигомеры .....	24
Номера вопросов для контрольной работы .....	27
Таблица растворимости кислот, солей и оснований .....	28

*Учебно-методическое издание*

***Кебец А.П., Кебец Н.М., Артеменко В.Г., Морозина О.К., Смоленцев А.Ю.***  
**Химия.**

Методические указания и задания для контрольных работ для студентов  
направления 660300 «Агроинженерия»  
290300 «Промышленное и гражданское строительство»  
заочной формы обучения.

Кострома: Изд-во КГСХА, 2004. – 29 с.

Редактор Борзова М.В.  
Корректор Мазина М.М.  
Верстка Мaziной М.М.