

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

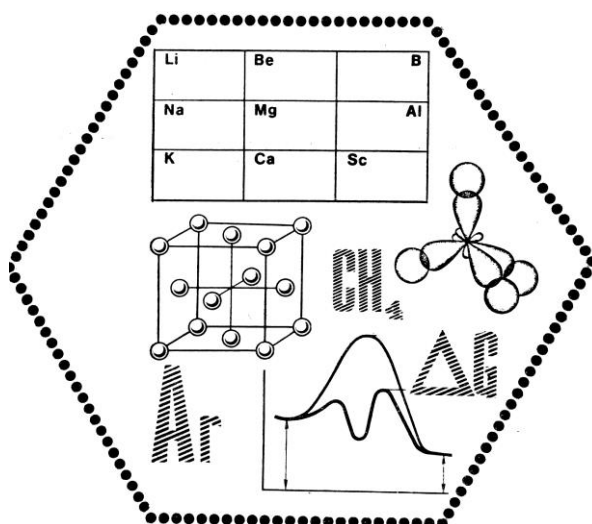
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»
ДЗЕРЖИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

Кафедра «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

СВОЙСТВА *d*-ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для студентов направлений подготовки 18.03.01, 15.03.02, 19.03.02, 20.03.01,
23.03.03 всех форм обучения

В двух частях
Часть 2
d-ЭЛЕМЕНТЫ I, II ГРУПП



Нижний Новгород 2017

Составители: В.Ф. Макаров, В.Л. Краснов

УДК 541

Свойства d-элементов и их соединений: метод. указания для студентов направлений подготовки 18.03.01, 15.03.02, 19.03.02, 20.03.01, 23.03.03 всех форм обучения. В 2 ч. Ч. 2. d-Элементы I, II групп/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост.: В.Ф. Макаров, В.Л. Краснов. - Н. Новгород, 2017. - 24 с.

Методические указания содержат задачи для самостоятельного решения, указания к выполнению лабораторных работ, а также примеры тестовых и варианты домашних заданий.

Редактор В.И. Бондарь

Подписано в печать 30.01.2017. Формат 60x84¹/₁₆. Бумага газетная.
Печать офсетная. Усл. печ.л. 1,3. Уч.-изд.л. 1,1. Тираж 300 экз. Заказ .

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.
Типография НГТУ. 603950, Н. Новгород, ул. Минина, 24.

©Нижегородский государственный
технический университет
им. Р.Е. Алексеева, 2017

ОТ АВТОРА

Данное методическое указание в процессе обучения обеспечивает частичное формирование (в соответствии с направлениями подготовки) следующих компетенций:

Шифр направления подготовки	Код компетенции	Содержание компетенции
13.03.02	ПК-2	Способность обрабатывать результаты экспериментов
15.03.01	ОПК-1	Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
15.03.02	ОПК-7	Умение использовать основные законы естественных дисциплин в профессиональной деятельности, применять базовые законы химии, термодинамики, экологии при расчёте технологических схем.
15.03.04	ПК-10	Способность проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления

Шифр направления подготовки	Код компетен- ции	Содержание компетенции
18.03.01	ОПК-2 ОПК-3 ПСК-4	ОПК- 2 Готовность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы ОПК-3 Готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире ПСК-4 Способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа
23.03.03	ОПК-3	Готовность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов

1. d-ЭЛЕМЕНТЫ I ГРУППЫ

1.1. ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какие степени окисления характерны для элементов подгруппы меди? Как объяснить степени окисления этих элементов, исходя из особенности строения их атомов?

2. Коррозионная стойкость меди. Отношение ее к кислотам (соляной, серной, азотной).

3. Соединение меди (I).

4. Гидроксид меди (II). Его получение. Отношение к нагреванию, растворам кислот, щелочей и аммиака. Составьте уравнение реакций.

5. Соли меди (II). Их применение. Составьте молекулярные и ионные уравнения реакций гидролиза купрата натрия и сульфата меди (II).

6. Комплексные соединения меди (II). Составьте уравнения реакций получения анионного и катионного комплекса меди и математическое выражение их констант нестойкости.

7. Опишите промышленный способ получения серебра. Свойства серебра.

8. Коррозионная стойкость серебра. Его отношение к кислотам. Чем объяснить почернение серебряных предметов на воздухе?

9. Оксид и гидроксид серебра. Их свойства. Соли серебра. Светочувствительность галогенидов серебра.

10. Комплексные соединения серебра. Составьте уравнения реакций получения катионного и анионного комплекса серебра и математическое выражение их констант нестойкости.

11. Составьте уравнения реакций, лежащих в основе фотографического процесса.

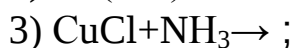
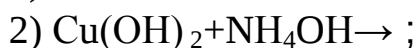
12. Опишите способы получения чистого золота. Свойства золота.

13. Коррозионная стойкость золота. Составьте уравнения реакций растворения золота: а) в царской водке, б) в горячей концентрированной селеновой кислоте.

14. Составьте уравнения реакций, лежащих в основе цианидного способа получения золота.

15. Гидроксид золота (III). Его отношение к кислотам и щелочам. Составьте уравнения реакций.

16. Составьте уравнения реакций:



- 5) $\text{CuSO}_4 + \text{KJ}_{\text{изб}} \rightarrow ;$
- 6) $\text{Cu}_2\text{S} + \text{HNO}_{3\text{конц}} \rightarrow ;$
- 7) $\text{Cu}_2\text{O} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow ;$
- 8) $\text{Ag} + \text{O}_2 + \text{KCN} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow ;$
- 9) $\text{Ag}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow ;$
- 10) $\text{AgJ} + \text{KCN}_{\text{изб}} \rightarrow ;$
- 11) $\text{AgCl} + \text{HCl}_{\text{конц}} \rightarrow ;$
- 12) $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow ;$
- 13) $\text{AgCl} + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow ;$
- 14) $\text{AgNO}_3 + \text{KJ}_{\text{изб}} \rightarrow ;$
- 15) $\text{AgNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow ;$
- 16) $\text{Ag} + \text{NH}_3 \rightarrow ;$
- 17) $\text{AuCl}_3 + \text{SnCl}_2 \rightarrow ;$
- 18) $\text{Au}_2\text{O}_3 + \text{KOH} \rightarrow ;$
- 19) $\text{Au}(\text{OH})_3 + \text{HCl} \rightarrow$
- 20) $\text{AuCl}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{KOH} \rightarrow \text{Au} + ;$
- 21) $\text{H}[\text{AuCl}_4] + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow ;$
- 22) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{KOH} \rightarrow ;$
- 23) $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \rightarrow ;$
- 24) $\text{Cu}_2\text{O}_3 + \text{HCl} \rightarrow ;$
- 25) $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_3\text{PO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow ;$
- 26) $\text{Ag}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \rightarrow ;$
- 27) $\text{Ag}_2\text{O} + \text{O}_3 \rightarrow ;$
- 28) $\text{Cu} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow ;$
- 29) $\text{CuS} + \text{HNO}_{3\text{конц}} \rightarrow ;$
- 30) $\text{CuSO}_4 + \text{NH}_2\text{OH} \rightarrow .$

17. Для количественного определения ионов меди (II) используют реакцию взаимодействия иодида калия с какой-либо солью меди. На чем основан этот метод? Приведите уравнения реакций.

18. Как можно получить хлорид меди (I). Напишите уравнения реакций CuCl с концентрированными растворами: а) соляной кислоты, б) аммиака.

19. Почему хлорид серебра растворяется в концентрированных растворах аммиака, хлорида натрия и тиосульфата натрия? Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций.

20. Составьте уравнения реакций, объясняющих потемнение серебряных предметов на воздухе и образование зеленого налета на поверхности медных изделий.

21. Как реагируют соли меди (II) с водным раствором аммиака: а) при избытке Cu^{2+} ; б) при избытке аммиака? Написать уравнения реакций.

22. Каков состав соединения, образующегося при кипячении SiCl_2 с медными стружками в соляно-кислом растворе? Какое соединение выпадает из раствора после разбавления его водой? Как ведет себя образовавшийся осадок по отношению к концентрированным растворам: а) HCl ; б) NH_3 ? Написать уравнения реакций.

23. Исследования показывают, что комплексы золота (III) диамагнитны и имеют плоскочетырёхугольное строение. Объясните эти экспериментальные факты.

24. Напишите уравнения реакций гидролиза AuCl_3 , взаимодействия Au_2O_3 и $\text{Au}(\text{OH})_3$ с кислотами и щелочами, взаимодействия тригаллидов золота с галлидами щелочных металлов.

25. Какой вывод можно сделать о термической устойчивости ЭNaI и $\text{Э}_2\text{O}$ на основании $\Delta G_{\text{обр.}}$ этих соединений?

26. Будут ли протекать окислительно-восстановительные процессы при добавлении к подкисленным растворам солей Cu (II) растворов KCl , KBr , KI ?

27. Приведите примеры процессов, при которых образуются аквакомплексы Cu (II).

28. Комплексообразователи Cu^+ , Ag^+ , Au^+ при невысокой концентрации лигандов в растворе чаще всего имеют координационное число 2 и образуют ионы линейного строения. При большой концентрации лигандов координационное число возрастает до 3, и ионы приобретают треугольное строение. Опишите возможные изменения электронного строения указанных комплексообразователей при увеличении концентрации лигандов в растворе.

29. К раствору медного купороса приливают раствор соляной кислоты. Предскажите изменения, которые протекают в растворе. Напишите уравнения соответствующих реакций.

30. Напишите уравнения взаимных переходов ионов $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ и $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$.

31. Объясните причину растворения серебра в растворе цианида калия в присутствии кислорода. Составьте уравнение реакции.

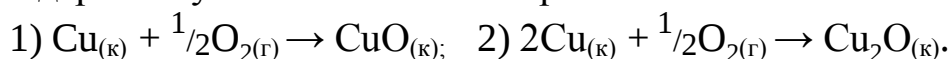
32. Составьте уравнения реакций, лежащих в основе получения «серебряного зеркала», если в качестве исходных продуктов взять нитрат серебра, раствор аммиака и глюкозу.

33. Какое количество и какая масса меди содержится в малахитовой шкатулке массой 0,663 кг при условии, что она изготовлена из чистого малахита, не содержащего примесей?

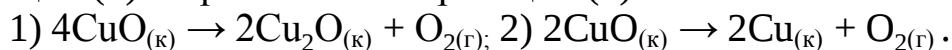
34. Медь медленно взаимодействует с водой в присутствии CO_2 . Какое соединение зелёного цвета при этом образуется на поверхности меди? Как называется природный минерал этого состава и где он применяется?

35. Почему медь устойчива в разбавленной соляной кислоте, но взаимодействует с концентрированной соляной кислотой? Почему она взаимодействует с разбавленной HCl при пропускании кислорода и добавлении KCN или K_2S ? Почему медь взаимодействует с йодоводородной кислотой? Напишите уравнения реакций.

36. Рассчитайте, какая из реакций меди с кислородом более вероятна при стандартных условиях и какая – при 500°C :



37. Рассчитайте, при какой температуре начинается разложение оксида меди по реакции (1) и при какой – по реакции (2):



38. Напишите уравнения реакций меди с концентрированными серной и азотной кислотами. Какая масса меди потребуется для получения 10 л SO_2 по первой реакции и 10 л NO_2 – по второй?

39. В промышленном методе получения медного купороса медный лом окисляют при нагревании кислородом воздуха и на полученный оксид меди (II) действуют серной кислотой. Вычислите теоретический расход меди и 80%-ной серной кислоты на получение одной тонны медного купороса.

40. Опишите электролиз раствора сульфата меди (II), вычислите массу меди, которая выделяется (на каком электроде?) за 24ч при силе тока 100А, если выход по току равен 90 %. Что изменится в процессе электролиза, если инертный стальной анод заменить на медный?

41. Чему равны молярные концентрации ионов Cu^+ и Cu^{2+} в децимолярных растворах солей $\text{Na}[\text{Cu}(\text{CN})_2]$ и $\text{Na}_2[\text{Cu}(\text{CN})_4]$, если константы нестойкости комплексов $[\text{Cu}(\text{CN})_2]^-$ и $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-}$ равны $1 \cdot 10^{-24}$ и $5 \cdot 10^{-28}$ соответственно?

42. Чему равна молярная концентрация: а) ионов Cu^+ над осадком CuCl ($\text{IP} = 1,2 \cdot 10^{-6}$); б) ионов Cu^{2+} над осадком CuCO_3 ($\text{IP} = 2,5 \cdot 10^{-10}$); в) ионов Cu^{2+} в одномолярном растворе $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$?

43. Как, имея нитрат серебра, раствор аммиака и глюкозу, получают серебряное зеркало?

44. По электролизу раствора Ag_2SO_4 , было проведено два опыта. В

первом анод был изготовлен из платины, а во втором – из серебра. В обоих опытах электролиз проводили 5ч при силе тока 40А. Какие процессы происходили при электролизе и какие количественные результаты были получены?

45. Чему равна концентрация ионов Ag^+ в насыщенных растворах наиболее растворимого галогенида (AgF) и наименее растворимого (AgI)? Почему растворимость в ряду $\text{AgF} - \text{AgCl} - \text{AgBr} - \text{AgI}$ уменьшается?

46. Объясните, почему в растворе аммиака растворяется хлорид серебра, в растворе тиосульфата натрия – хлорид и бромид, а в растворе цианида калия – все галогениды (AgCl , AgBr , AgI). Какие продукты образуются при растворении? Напишите уравнения реакций.

47. Почему нерастворимые в воде галогениды серебра растворяются в растворах соответствующих галогенидов щелочных металлов? Напишите уравнения реакций, которыми сопровождается растворение:



48. Вычислите концентрацию ионов Ag^+ в 0,1 М растворах хлорида диаминсеребра (I) и дицианоаргентата (I) натрия.

49. Для бытовых серебряных изделий широко применяется сплав серебра (80%) с медью. Чему равна масса серебра, содержащегося в серебряной вилке массой 120 г и в серебряном подносе массой 650 г?

50. Для реакции с золотом мольное соотношение $\text{HNO}_3:\text{HCl}$ в царской водке должно быть равно 1:4 (реакция идёт с образованием тетрахлорозолотой кислоты, NO и воды). Разработайте рецептуру приготовления этого реактива, если имеется 1 л 60%-ной HNO_3 ($\rho = 1,37$) и достаточный объём 37%-ной HCl ($\rho = 1,185$).

51. Образование какого оксида (Au_2O или Au_2O_3) термодинамически более вероятно при взаимодействии золота с озоном?

52. Произведение растворимости хлорида золота (I) равно $2,0 \cdot 10^{-13}$, а хлорида золота (III) $-3,2 \cdot 10^{-25}$. Какое из этих соединений более растворимо? Чему равна молярная концентрация хлорида золота (III) в насыщенном растворе? Какая масса ионов Au^{3+} содержится в одном литре насыщенного раствора? Какой объём воды потребуется для растворения одного грамма AuCl_3 ?

53. С какой целью проводят гальваническое золочение изделий? Почему при этом применяется раствор комплексного соединения $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2]$? Золото выделяется при этом на катоде или на аноде? На поверхность изделия площадью 50см^2 было нанесено золото методом гальванопластики. Сколько времени проводился электролиз раствора

$K[Au(CN)_2]$ при силе тока 10А, если толщина покрытия составила 0,1мкм?

54. Золото очень пластично: из одного грамма золота можно вытянуть проволоку длиной 3,5км. Вычислите: а) диаметр такой проволоки; б) число атомов, расположенных по диаметру; в) число атомов содержится в одном миллиметре проволоки.

55. Для ювелирных изделий, зубных протезов и электроконтактов используются сплавы золота. Содержание золота в сплаве показывает *проба*. Для установления *пробы* двух сплавов взяли 18,24 мг первого и 16,52 мг второго; после обработки азотной кислотой массы оказались равны 13,68 мг и 9,63 мг соответственно. Определите пробу первого и второго сплава.

56. Вычислите массу хлорида меди (II) и количество вещества гидроксида калия, которые необходимо затратить, чтобы получить столько $Cu(OH)_2$, сколько его потребуется для термического разложения и получения из него 0,8г оксида меди (II).

57. В 2%-ный раствор нитрата серебра (I) массой 340 г погрузили цинковую пластинку массой 15 г. Определите массу пластинки после окончания реакции.

58. Вычислите объём водорода (н.у.), который придётся затратить на получение 320г меди из CuO , предварительно полученного обжигом 100кг CuS , содержащего 4% примесей.

59. Медную пластинку массой 9,547г опустили в раствор $AgNO_3$. Через некоторое время пластинку вынули из раствора, высушили, взвесили. Масса её оказалась 9,983г. Сколько Ag выделилось на пластинке?

60. Какой объём 5%-ного раствора $AgNO_3$ ($\rho = 1,04$ г/мл) требуется для реакции с хлоридом натрия, содержащимся в 10мл 7%-ного раствора ($\rho=1,05$ г/мл)?

61. При электролизе с инертными электродами раствора $AgNO_3$ массой 300г с массовой долей соли 15%, на аноде выделилось 1,12л O_2 . Определить массовую долю $AgNO_3$ в конечном растворе.

1.2 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Медь

Отношение меди к кислотам

1. Испытать действие на медь разбавленных и концентрированных соляной, серной и азотной кислот на холоде и при нагревании. Написать уравнения реакций.

Получение оксида меди (I)

2. К 1—2мл раствора сульфата меди (II) добавить избыток концентрированного раствора щелочи и 1—2мл раствора глюкозы. Смесь хорошо перемешать стеклянной палочкой и нагреть. Наблюдать образование желто-оранжевого осадка, который при более сильном нагревании переходит в красный. Полученный осадок промыть декантацией и оставить для следующего опыта

Свойства оксида меди (I)

3. Оксид меди (I), полученный в опыте 2, поместить в четыре пробирки. Оксид меди (I) в первой пробирке обработать концентрированной серной кислотой. Что происходит? Во вторую пробирку прилить по каплям концентрированную соляную кислоту до растворения появляющегося белого осадка. Каков состав этого осадка? Почему происходит растворение его в избытке соляной кислоты? Оксид меди (I) в третьей и четвертой пробирках растворить в концентрированном растворе аммиака; одну из пробирок плотно закрыть пробкой, другую оставить открытой, обе сильно встряхнуть. Изменится ли цвет раствора? Объяснить наблюдаемые явления. Написать уравнения реакций.

Получение галидов меди (1)

4. К раствору хлорида меди (II) прилить 2мл концентрированной соляной кислоты и внести немного медной стружки. Раствор нагревать до тех пор, пока проба раствора, внесенная в пробирку с чистой водой, перестанет окрашивать воду в голубой цвет. Когда реакция закончится, перелить раствор в стакан с 50мл холодной воды. Что наблюдается?

Нагреть 10 мл 20%-ного раствора бромиды меди (II) и добавить раствор сернистого газа. Что выпадает в осадок? Слить одинаковые объемы 1 н. раствора сульфата меди (II) и иодида калия. Как изменяется цвет раствора? Выделившийся иод восстановить, введя в пробирку немного тиосульфата натрия. Каков цвет осадка? Написать уравнения реакций.

Получение и свойства гидроксида меди (II)

5. Получить обменной реакцией гидроксид меди (II). Раствор с осадком разделить на 4 пробирки. Одну пробирку нагреть, в другую—добавить разбавленной кислоты, в третью—концентрированного раствора щелочи, в четвертую—раствора аммиака. Отметить происходящие изменения. Написать уравнения реакций.

Гидролиз солей меди (II)

6. Испытать лакмусовой бумагой растворы солей меди (II). Написать уравнения реакций гидролиза.

7. К раствору сульфата меди (II) прилить раствор карбоната натрия. Наблюдать образование осадка $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ и выделение газа. Написать уравнение реакции.

Серебро

Все остатки препаратов серебра и их растворы сливать в специальную склянку.

Получение оксида серебра

8. К раствору нитрата серебра прибавить раствор щелочи. Отметить цвет осадка. Написать уравнение реакции

Получение галидов серебра

9. В три пробирки налить раствор нитрата серебра и добавить в одну пробирку раствор хлорида натрия, в другую—бромид натрия, в третью—иодида калия. Каковы цвета осадков? Осадок иодида серебра отфильтровать, фильтр с осадком развернуть и выставить на свет. Через некоторое время отметить потемнение осадка. Осадки хлорида и бромид серебра оставить для следующих опытов.

Комплексные соединения серебра

10. Хлорид серебра, полученный в опыте 9, разделить на 2 пробирки: в одну добавить раствор аммиака, в другую—раствор тиосульфата натрия. Наблюдать растворение осадков. Написать уравнения реакций. Какое практическое значение имеет последняя реакция?

Таблица вариантов заданий

№ вар.	Номера заданий	№ вар.	Номера заданий
1	1, 16(1), 32	16	17, 16(16), 47
2	2, 16(2), 33	17	18, 16(17), 48
3	3, 16(3), 34	18	19, 16(18), 49
4	4, 16(4), 35	19	20, 16(19), 50
5	5, 16(5), 36	20	21, 16(20), 51
6	6, 16(6), 37	21	22, 16(21), 52
7	7, 16(7), 38	22	23, 16(22), 53
8	8, 16(8), 39	23	24, 16(23), 54
9	9, 16(9), 40	24	25, 16(24), 55
10	10, 16(10), 41	25	26, 16(25), 56
11	11, 16(11), 42	26	27, 16(26), 57
12	12, 16(12), 43	27	28, 16(27), 58
13	13, 16(13), 44	28	29, 16(28), 59
14	14, 16(14), 45	29	30, 16(29), 60
15	15, 16(15), 46	30	31, 16(30), 61

2. d-ЭЛЕМЕНТЫ II ГРУППЫ

2.1. ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Электронное строение атомов элементов подгруппы цинка. Степени окисления.
2. Цинк, нахождение в природе, получение и свойства. Коррозионная стойкость цинка, отношение к кислотам и щелочам. Применение цинка.
3. Оксид и гидроксид цинка, получение и свойства. Цинкаты.
4. Соли цинка, их гидролиз. Комплексные соединения цинка.
5. Кадмий. Нахождение его в природе, получение в свободном состоянии. Свойства кадмия и его применение.
6. Коррозионная стойкость кадмия. Отношение его к кислотам.
7. Оксид и гидроксид кадмия. Их свойства. Соли простые и комплексные.
8. Ртуть, нахождение в природе, получение в свободном состоянии. Свойства ртути, ее применение. Амальгамы.
9. Отношение ртути к кислотам.
10. Соединения ртути. Оксиды, их свойства. Соли. Каломель, сулема.
11. Иодиды и цианиды ртути. Комплексные соединения ртути.
12. Как взаимодействует цинк с растворами: а) аммиака, б) едких щелочей? Напишите уравнения реакций, если указанные растворы взяты в избытке.
13. Почему элементы подгруппы цинка проявляют большую склон-

ность к комплексообразованию, чем элементы подгруппы кальция? Напишите уравнения реакций образования известных вам комплексных соединений цинка, кадмия и ртути.

14. Реакции диспропорционирования солей ртути (I).

15. Окислительные свойства соединений Hg_2^{2+} .

16. Составьте уравнения реакций:

- 1) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{KJ}_{\text{изб}} \rightarrow$;
- 2) $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{KJ}_{\text{изб}} \rightarrow$;
- 3) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$;
- 4) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2(\text{НАГР}) \rightarrow$;
- 5) $\text{HgCl}_2 + \text{SnCl}_2 \rightarrow$;
- 6) $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{HNO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow$;
- 7) $\text{Zn} + \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$;
- 8) $\text{Zn} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$;
- 9) $\text{ZnCl}_2 + \text{NaOH}_{\text{изб}} \rightarrow$;
- 10) $\text{CdCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$;
- 11) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaOH} \rightarrow$;
- 12) $\text{Zn} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$;
- 13) $\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + \text{HCl} + \text{HNO}_3 \rightarrow$;
- 14) $\text{HgS} + \text{HCl} + \text{HNO}_3 \rightarrow$;
- 15) $\text{KNO}_2 + \text{Zn} + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \dots$;
- 16) $\text{Zn} + \text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2] \rightarrow$;
- 17) $\text{Zn} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$;
- 18) $\text{Zn} + \text{N}_2\text{H}_4 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$;
- 19) $\text{ZnS} + \text{HCl} \rightarrow$;
- 20) $\text{Zn} + \text{NiSO}_{4(\text{p})} \rightarrow$;
- 21) $\text{ZnS} + \text{HNO}_{3(\text{конц})} \rightarrow$;
- 22) $\text{ZnS} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})} \rightarrow$;
- 23) $\text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$;
- 24) $\text{Cd}(\text{OH})_2 + \text{NaOH} \rightarrow$;
- 25) $\text{Cd}(\text{OH})_2 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$;
- 26) $\text{HgO} + \text{HNO}_3 \rightarrow$;
- 27) $\text{Hg}_2\text{O} + \text{HNO}_{3(\text{разб})} \rightarrow$;
- 28) $\text{Hg}_2\text{O} + \text{HNO}_{3(\text{конц})} \rightarrow$;
- 29) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{KCN}_{(\text{нед})} \rightarrow$;
- 30) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{KCN}_{(\text{изб})} \rightarrow$.

17. Какое количество технического цинка, содержащего 96% Zn и

27,5%-ного раствора HCl , должно быть израсходовано для получения 1 т 45%-ного раствора хлорида цинка?

18. Написать уравнения реакций, протекающих: а) при сплавлении ZnO с KOH , б) при действии на ZnO водного раствора щелочи.

19. Какой объем 8 н. раствора KOH способен прореагировать с 250 г оксида цинка, содержащего 18,6% примесей, не растворяющихся в едких щелочах?

20. Как относятся гидроксиды цинка и кадмия к раствору щелочей и водному раствору аммиака? По отношению к какому реагенту проявляется различие их свойств и в чем оно выражается? Написать уравнения реакций.

21. Сравните E° систем $2\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}_2^{2+}$, $\text{Hg}_2^{2+}/2\text{Hg}$. Что произойдет при добавлении к раствору Hg_2Cl_2 раствора SnCl_2 ?

22. По значениям стандартных электродных потенциалов систем Cu^{2+}/Cu и $\text{Hg}_2^{2+}/2\text{Hg}$ определите, что произойдет при помещении медной пластинки в раствор соединения ртути (I).

23. Какой вывод о термической устойчивости ЭNaI_2 и ЭО можно сделать на основании $\Delta G_{\text{обр}}$ этих соединений?

24. Напишите реакции получения аква-, аммино-, гидроксо-, галогено-, цианокомплексов Zn(II) , Cd(II) , Hg(II) .

25. Что следует брать для более полного осаждения сульфида цинка: сероводород или сульфид аммония? Почему?

26. Напишите уравнения гидролиза: а) цинката натрия; б) хлорида цинка.

27. Как взаимодействует ртуть с концентрированной азотной кислотой, если используется: а) избыток азотной кислоты; б) избыток ртути?

28. Для очистки металлической ртути от примесей цинка, сурьмы и свинца ртуть взбалтывают с насыщенным раствором сульфата ртути. Напишите ионные уравнения протекающих при этом реакций.

29. Почему соли ртути (I) хранят в склянках, на дне которых находится немного металлической ртути?

30. Напишите уравнения реакций, протекающих при добавлении щелочи в раствор нитрата ртути (II) и нитрата ртути (I). Изменится ли характер реакции, если вместо щелочи использовать водный раствор аммиака?

31. Из одной тонны сфалеритового концентрата получено 260 кг цинка. Чему равна массовая доля сульфида цинка в концентрате?

32. При прокаливании 16,0 г смеси карбоната и оксида цинка получено 12,5 г ZnO . Определите состав смеси (абсолютный и в массовых процентах).

33. При прокаливании 50,0 г смеси карбоната и оксида цинка получено 2240 мл CO_2 (н.у.). Определите состав смеси – абсолютный и в процентах.

34. Какую массу цинка необходимо поместить в аппарат Киппа, чтобы получить 50 л водорода (н.у.)? Каким объёмом 20%-ной H_2SO_4 ($\rho = 1,14$) потребуется заполнить аппарат, если кислота берётся в двукратном избытке?

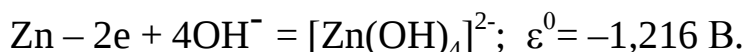
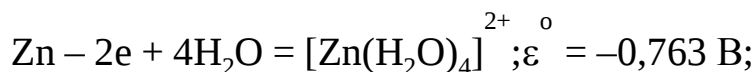
35. Напишите уравнения реакций цинка с азотной кислотой: концентрированной (60 %), разбавленной (10–15 %) и очень разбавленной (0,1–1 %). Как изменяется полнота восстановления HNO_3 по мере её разбавления?

36. Какой из гидроксидов цинка – обычный $\text{Zn}(\text{OH})_2$ или комплексный $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ – и почему является более сильным основанием? Почему комплексные соединения цинка бесцветны, диамагнитны и имеют тетраэдрическое строение?

37. Кадмий извлекают из руд и отходов цинкового производства серной кислотой и восстанавливают из сульфата кадмия цинком или проведением электролиза. Напишите уравнения соответствующих реакций. Вычислите массу цинка, необходимую для получения одного килограмма кадмия по первому способу. Вычислите время электролиза при силе тока 500А, за которое выделяется один килограмм кадмия при его получении вторым способом.

38. Как получают и где применяют сулему и каломель? Растворимость сулемы в 100г воды составляет 6,6г при 20°C и 58,0г – при 100 °C. Какая масса суммы кристаллизуется из 2,5 кг насыщенного при 100 °C раствора при его охлаждении до 20 °C?

39. Потенциалы полуреакций окисления цинка равны:



В какой среде цинк является более сильным восстановителем? Подберите окислители для окисления цинка в кислой и щелочной средах и напишите уравнения реакций.

40. Для солей цинка ZnCl_2 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ и ZnSO_4 определите тип гидролиза и среду их водных растворов, напишите молекулярные и ионные уравнения реакций гидролиза. С помощью какого индикатора можно отличить раствор ZnCl_2 от раствора BaCl_2 ?

41. Напишите уравнения реакций (с указанием условий их проведения), с помощью которых цинк получают пиро- и гидрометаллургическим методами из сфалерита (ZnS) и галмея (ZnCO_3):



42. Какая масса технического цинка, содержащего 10% примесей, необходима для взаимодействия с избытком гидроксида натрия в водном растворе, если в результате реакции образовался прозрачный раствор и собрали 3 литра газа при 20°C и 760 мм рт.ст.?

43. С какой температуры ($^\circ\text{C}$) реакция $\text{ZnO}_T + \text{C}_T = \text{Zn}_T + \text{CO}_T$ становится термодинамически возможной при стандартных условиях?

44. Рассчитать константу равновесия реакции восстановления цинка из его оксида углеродом для $T = 2100^\circ\text{C}$.

45. Смесь цинка и сульфида цинка обработали соляной кислотой. Масса полученных газов составила 5 г. Определите состав исходной смеси, если при окислении смеси газов образуется 2 л сернистого ангидрида.

46. При действии соляной кислоты на 6,5 г смеси цинка с оксидом цинка выделилось некоторое количество газа, при горении которого образовалось 0,9 г воды. Какова массовая доля цинка в смеси?

47. Медную пластинку массой 20 г опустили в раствор нитрата ртути (II), в результате чего масса пластинки стала больше прежней на 2,73 г. После этого пластинку нагрели и она приобрела первоначальный вид. Найти окончательную массу пластинки.

48. Какой объем воздуха при $P = 2$ атм и $T = 1000^\circ\text{C}$ требуется для получения цинка из цинковой обманки, если известно, что в ходе процесса образовалось $700 \text{ м}^3 \text{ CO}$, а потери на каждом этапе составляют 10%? Определить процентное содержание ZnS в руде массой 3 тонны.

49. Рассчитать растворимость в молях на литр и граммах на литр ZnS , если $\text{PP}_{\text{ZnS}} = 1,6 \cdot 10^{-24}$. Сколько воды потребуется для растворения 0,1 г ZnS ?

50. Электролиз раствора CdSO_4 проводили с инертными электродами в течение 10 ч, в результате чего выделилось 10 л кислорода (н.у.). Найти силу тока, пропущенного через раствор, и массу осажденного кадмия, если выход по току 85%.

51. К 80 г цинка прибавили 200 мл 20%-ного раствора соляной кислоты ($\rho = 1,1$). Вычислить объем выделившегося водорода (н.у.) и массу цинка, оставшегося неизрасходованным.

52. Сколько следует взять кристаллогидрата $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ для приготовления из 300 мл воды 10% раствора сульфата цинка?

53. Определите содержание примеси оксида кадмия (в мольных процентах) в минерале гриноките CdS , если при окислении 5,3 г минерала образуется 806 мл SO_2 (н.у.).

54. Из 20,2 г насыщенного при 16°C раствора сульфата цинка при выпаривании воды получено 6,2 г кристаллогидрата $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Определите растворимость сульфата цинка при 16°C .

55. Рассчитайте ЭДС кадмиево-цинкового гальванического элемента, в котором концентрация ионов Zn^{2+} составляет 0,3 моль/л, а концентрация ионов кадмия Cd^{2+} равна 0,05 моль/л. Укажите знаки, напишите уравнение электродных процессов и составьте схему элемента.

56. Какой объем водорода, измеренный при 150°C и давлении 793 мм.рт.ст., выделится при растворении 50 г цинка в 150 мл 20%-ного раствора гидроксида калия с плотностью, равной 1,011 г/мл, если доля примесей в цинке составляет 10%?

57. Сколько времени необходимо для нанесения цинкового покрытия толщиной 20 мкм на квадратную пластинку со стороной 25 см при пропускании через раствор хлорида цинка тока силой 2 А? Плотность цинка $7,13 \text{ г/см}^3$.

58. При электролизе водного раствора сульфата кадмия массой 100 г с массовой долей сульфата кадмия 60% с инертными электродами выделилось 28 г металла. Определите выход по току.

59. При растворении цинка в 150 мл концентрированной азотной кислоты выделилось 2,24 л (н.у.) газа. Определите нормальность кислоты.

60. Какой объем воздуха (н.у.) необходим для полного окисления сульфида кадмия, содержащего 15% негорючих примесей? Масса руды 1,5 тонны.

61. На пластинку общей площадью 900 см^2 в ходе электролиза было нанесено цинковое покрытие толщиной 30 мкм (плотность цинка равна $7,13 \text{ г/см}^3$). Какой газ и в каком объеме (н.у.) выделился при этом на инертном аноде, если электролит – сульфат цинка?

61. Определить ЭДС кадмиевого концентрационного элемента, если у одного из электродов $[Cd^{2+}] = 1,5$ моль/л, а у другого $[Cd^{2+}] = 0,015$ моль/л. Привести схему элемента и написать уравнения электродных процессов

2.2. ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Билет № 1

1. Какие координационные числа характерны для Zn и Cd соответственно:

- 1) 2; 4;
- 2) 4; 6;
- 3) 6; 4;
- 4) 6; 8;
- 5) 4; 4?

2. При комнатной температуре с кислородом взаимодействуют :

- 1) Hg и Zn;
- 2) Zn и Cd;
- 3) Cu и Hg;
- 4) Ag и Au;
- 5) ни один из перечисленных металлов при комнатной температуре с кислородом не взаимодействует.

3. Железная пластинка опущена в раствор $CuSO_4$. Через некоторое время масса пластинки увеличилась на 2,14 г. Рассчитайте массу вещества, выделившегося на пластинке:

- 1) 7,5 г;
- 2) 12,7 г;
- 3) 23,2 г;
- 4) 4,6 г;
- 5) 18,4 г.

4. Общая электронная формула подгруппы цинка:

- 1) $(n-1)d^{10}ns^1$;
- 2) $(n-1)d^9ns^2$;
- 3) $(n-1)d^{10}ns^2$;
- 4) $(n-1)d^9ns^2np^1$;
- 5) $(n-1)d^{10}ns^0$.

5. Закончите уравнение реакции в водном растворе $CuSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow$:

- 1) $CuCO_3 + Na_2SO_4$;
- 2) $CuOHCO_3 + Na_2SO_4$;
- 3) $(CuOH)_2CO_3 + Na_2SO_4 + CO_2$;

- 4) $\text{CuO} + \text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$;
- 5) $\text{Cu}_2\text{CO}_3 + \text{CO} + \text{Na}_2\text{SO}_4$.

Билет № 2

1. Соли Ag^+ не подвергаются гидролизу, так как:
 - 1) соли Ag^+ в водных растворах практически не диссоциируют;
 - 2) ион Ag^+ окисляется до иона Ag^{3+} ;
 - 3) существует эффект проникновения внешнего s-электрона под экран d-электронов ;
 - 4) AgOH - сильное основание;
 - 5) Ag – неактивный металл.
2. Какие степени окисления характерны для Cu , Ag и Au соответственно:
 - 1) +3;+2;+1;
 - 2) +2;+3;+1;
 - 3) +1;+3;+2;
 - 4) -2;+3;+1;
 - 5) +2;+1;+3?
3. Закончите уравнение реакции $\text{AgBr} + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow$:
 - 1) $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2] + \text{NaBr}$;
 - 2) $\text{Na}[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)] + \text{NaBr}$;
 - 3) $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{NaBr}$;
 - 4) $\text{Ag}_4(\text{S}_2\text{O}_3)_2 + \text{NaBr}$;
 - 5) реакция не протекает.
4. Какого цвета комплексное соединение состава $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$:
 - 1) бесцветное;
 - 2) голубое;
 - 3) темно- синее;
 - 4) зеленое;
 - 5) темно- коричневое?
5. В промышленности ртуть получают по реакции :
 - 1) $\text{HgO} + \text{C} \rightarrow \text{Hg} + \text{CO}$;
 - 2) $\text{HgO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Hg} + \text{H}_2\text{O}$;
 - 3) $\text{HgO} \rightarrow \text{Hg} + \text{O}_2$;
 - 4) $\text{HgS} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Hg} + \text{H}_2\text{S}$;
 - 5) $\text{HgS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Hg} + \text{SO}_2$.

Билет № 3

1. Общая электронная формула подгруппы меди:
 - 1) $(n-1)d^9 ns^2$;
 - 2) $(n-1)d^{10} ns^1$;

3) $(n-1)d^{10}ns^2$;

4) $(n-1)d^{10}ns^0$;

5) $(n-1)d^9ns^1$;

2. Zn, Cd и Hg склонны к комплексообразованию, и в ряду Zn-Cd-Hg :

1) устойчивость комплексных соединений уменьшается, склонность к комплексообразованию уменьшается;

2) устойчивость комплексных соединений увеличивается, склонность к комплексообразованию увеличивается;

3) устойчивость комплексных соединений увеличивается, склонность к комплексообразованию уменьшается;

4) устойчивость комплексных соединений уменьшается, склонность к комплексообразованию увеличивается;

5) устойчивость комплексных соединений увеличивается, склонность к комплексообразованию не изменяется.

3. Какой объём 8н раствора KOH способен прореагировать с 250 г оксида Zn, содержащего 18,6% примесей, не растворяющихся в едких щелочах:

1) 436 мл;

2) 1032 мл;

3) 231 мл;

4) 625 мл;

5) 810 мл?

4. Самый электропроводный металл - это:

1) Au;

2) Zn;

3) Cu;

4) Ag;

5) Hg.

5. Закончите уравнение реакции $Hg(NO_3)_2 + KOH \rightarrow$:

1) $Hg(OH)_2 + KNO_3$;

2) $HgOH + Hg + KNO_3$;

3) $HgNO_3 + Hg + KNO_3 + H_2O$;

4) $HgO + KNO_3 + H_2O$;

5) $Hg_2(NO_3)_2 + Hg + KNO_3 + H_2O$.

Билет № 4

1. В ряду ZnO-CdO-HgO:

1) уменьшаются амфотерные свойства соединений;

2) уменьшается устойчивость соединений;

3) уменьшается интенсивность окраски соединений;

- 4) 1 и 2;
5) 1,2 и 3.
2. Как применяются Zn и Cd :
- 1) входят в состав некоторых сплавов;
2) это пигменты в лаках и красках ;
3) ими покрывают металлы для защиты от коррозии;
4) 1 и 3;
5) 1 и 2?
3. Медная пластинка массой 101,87 г опущена в раствор AgNO_3 . Через некоторое время масса пластинки стала равной 118,61 г. Определите массу (г) меди, перешедшей в раствор:
- 1) 10.5 г;
2) 7 г;
3) 16.74 г;
4) 9.2 г;
5) 5,3 г.
4. В состав какого соединения не входит ртуть:
- 1) сулемы;
2) каломели;
3) киновари;
4) гринокита;
5) ртуть входит в состав всех перечисленных соединений.
5. Закончите уравнение реакции: $\text{Hg}_2\text{I}_2 + \text{KI}_{(\text{изб})} \rightarrow$:
- 1) $\text{K}_2[\text{HgI}_4] + \text{Hg}$;
2) $\text{K}_2[\text{Hg}_2\text{I}_4]$;
3) $\text{HgI}_2 + \text{K}(\text{Hg})$;
4) $\text{K}_6[\text{HgI}_8] + \text{Hg}$;
5) $\text{K}_2[\text{HgI}_6]$.

Билет № 5

1. Оксиды меди (I и II) с водой:
- 1) не взаимодействуют;
2) реагируют с образованием гидроксидов меди (I и II);
3) оксид меди (I) образует гидроксид, оксид меди (II) не взаимодействует;
4) оксид меди (I) не взаимодействует, оксид меди (II) образует гидроксид;
5) оба оксида реагируют с водой с образованием аквакомплексов.
2. Где имеет место реакция $\text{AgBr} + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)] + \text{NaBr}$:
- 1) при получении минеральных красок;

- 2) при окрашивании эмалей пероксосульфатом;
 - 3) при закреплении фотоматериалов гипосульфитом;
 - 4) 1 и 2;
 - 5) данная реакция термодинамически невозможна?
3. Определите массу золота в граммах, выделившегося по реакции диспропорционирования $\text{AuCl}_{(\text{к})} + \text{KCl}_{(\text{р})} \rightarrow$, если $m(\text{AuCl}) = 12$ г:
- 1) 12 г;
 - 2) 8,2 г;
 - 3) 0,9 г;
 - 4) 2,5 г;
 - 5) 6,57 г.
4. Укажите электронную конфигурацию иона Cd^{2+} :
- 1) $4d^{10}5s^2$;
 - 2) $4d^95s^1$;
 - 3) $4d^85s^2$;
 - 4) $4d^95s^0$;
 - 5) $4d^{10}5s^0$.
5. Составьте уравнение реакции: $\text{CuSO}_4 + \text{KI} \rightarrow$:
- 1) $\text{CuI}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$;
 - 2) $\text{K}[\text{CuI}_2] + \text{K}_2\text{SO}_4$;
 - 3) $\text{CuI} + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$;
 - 4) $\text{CuI}_2 + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$;
 - 5) $\text{K}_2[\text{CuI}_4] + \text{K}_2\text{SO}_4$.

2.3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Цинк, кадмий

Взаимодействие цинка с кислотами и щелочами

1. В отдельных пробирках испытать действие 2н. соляной, серной и азотной кислот и концентрированной щелочи на цинковую пыль или цинковые опилки. Написать уравнения реакций. Как относится кадмий и ртуть к действию тех же реактивов?

Получение гидроксидов

2. К растворам солей цинка и кадмия прибавить по несколько капель раствора щелочи. Что образуется? Прилить ко всем осадкам избыток щелочи. Какой осадок растворяется? Написать уравнения реакций.

Получение и свойства сульфидов

3. Получить осадки сульфидов цинка и кадмия, действуя раствором сульфида аммония на растворы их солей. Отметить цвет сульфидов. Испытать действие на них соляной кислоты. Пользуясь величинами произведения растворимости, объяснить, почему сульфиды цинка, кадмия и ртути различно реагируют с соляной кислотой.

Гидролиз солей

4. Испытать растворы солей цинка и кадмия лакмусом на холоде и при нагревании. Написать уравнения реакций гидролиза.

Комплексные соединения цинка и кадмия

5. Налить в две пробирки отдельно по 5—6 капель растворов соли цинка и соли кадмия, в каждую пробирку добавить раствор аммиака до образования осадков, а затем до их растворения. Написать уравнения реакций, зная, что координационные числа цинка и кадмия равны четырем.

Таблица вариантов заданий

№ вар.	Номера заданий	№ вар.	Номера заданий
1	1, 16(1), 32	16	17, 16(16), 47
2	2, 16(2), 33	17	18, 16(17), 48
3	3, 16(3), 34	18	19, 16(18), 49
4	4, 16(4), 35	19	20, 16(19), 50
5	5, 16(5), 36	20	21, 16(20), 51
6	6, 16(6), 37	21	22, 16(21), 52
7	7, 16(7), 38	22	23, 16(22), 53
8	8, 16(8), 39	23	24, 16(23), 54
9	9, 16(9), 40	24	25, 16(24), 55
10	10, 16(10), 41	25	26, 16(25), 56
11	11, 16(11), 42	26	27, 16(26), 57
12	12, 16(12), 43	27	28, 16(27), 58
13	13, 16(13), 44	28	29, 16(28), 59
14	14, 16(14), 45	29	30, 16(29), 60
15	15, 16(15), 46	30	31, 16(30), 61