

АПРОБАЦИЯ

Министерство образования и науки Российской Федерации

Саратовский государственный технический университет

Балаковский институт техники технологии и управления

Аналитическая химия

методические указания и контрольные
задания для студентов направления «ХМТН»
заочная форма обучения

Балаково 2012

Студенты-заочники – самостоятельно изучают курс аналитической химии по учебникам и учебным пособиям и выполняют контрольную работу.

Оформление контрольной работы

Задания контрольной работы по аналитической химии приведены в таблице вариантов 1. Вариант определяется по последней цифре в зачетной книжке. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, преподавателем не рецензируется и не засчитывается как сданная. К выполнению контрольной работы можно приступают после усвоения определенной части курса. В случае затруднений при выполнении контрольной работы следует обращаться за консультацией в институт к преподавателю, рецензирующему контрольные работы.

Контрольная работа должна быть аккуратно оформлена; для замечаний рецензента надо оставлять широкие поля; писать четко и ясно; номера и условия задач переписывать в том порядке, в каком они указаны в задании. В конце работы следует привести список использованной литературы. Работа должна быть представлена в институт на рецензирование. Если контрольная работа не зачтена, необходимо в конце тетради выполнить работу над ошибками в соответствии с указаниями рецензента и выслать на повторное рецензирование.

ТАБЛИЦА ВАРИАНТОВ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Номер варианта	Номера заданий, относящихся к данному варианту
01	1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91
02	2, 12, 22, 32, 42, 52, 62, 72, 82, 92
03	3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93
04	4, 14, 24, 34, 44, 54, 64, 74, 84, 94
05	5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95
06	6, 16, 26, 36, 46, 56, 66, 76, 86, 96
07	7, 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97
08	8, 18, 28, 38, 48, 58, 68, 78, 88, 98

09	9, 19, 29, 39, 49, 59, 69, 79, 89, 99
10	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100

Контрольные задания

1.11. Опишите аналитические свойства соединений. Укажите их агрегатное состояние, силу электролита, окраску соединения, растворимость, амфотерность, гидролизуемость, окислительно-восстановительные свойства. Приведите значения произведения растворимости (для малорастворимых соединений), константы электролитической диссоциации (для слабых электролитов).

Номер задания	Соединения
1	H_2CO_3 , H_2SO_4 , CaC_2O_4 , $Ni(OH)_2$, AgI
2	CH_3COOH , HCl , $Fe(NO_3)_3$, $Zn(OH)_2$, PbI_2
3	H_2S , HCl , $CaHPO_4$, $Cr(OH)_3$, Bi_2S_3
4	$HCOOH$, H_2SO_4 , $Al(OH)_3$, $PbCrO_4$, $FeCl_2$
5	H_2SO_3 , HCl , $BaHPO_4$, $Zn(OH)_2$, $NiCl_2$
6	H_2O , KOH , $FeCl_2$, CuS , $Pb(OH)_2$
7	H_2S , $NaOH$, $Mg(OH)_2$, $BiCl_3$, CdS
8	$HCOOH$, $Ba(OH)_2$, $MgNH_4PO_4$, Hg_2I_2 , $Cr_2(SO_4)_3$
9	NH_4OH , HNO_3 , $BaSO_4$, $Fe(OH)_3$, CdS , $Bi(NO_3)_3$
10	HNO_3 , $(NH_4)_2S$, $BaCrO_4$, $Zn(OH)_2$, $AgCl$

11. Определите $[H^+]$ и pH фосфатного буфера (смесь 0,5 М KH_2PO_4 и 0,5 М K_2HPO_4). Напишите уравнения реакций взаимодействия его с небольшими количествами сильных кислот и оснований. Объясните действие буферного раствора по регулированию $[H^+]$ и $[OH^-]$ в водном растворе при добавлении кислот и щелочей.

12. Определите $[H^+]$ и pH формиатного буфера, образованного смесью 0,1н раствора $HCOOH$ и 1н раствора $HCOONa$. Напишите уравнения реакций

взаимодействия его с небольшими количествами сильных кислот и оснований. Объясните действие буферного раствора при добавлении кислот и щелочей.

13. Определите $[H^+]$ и pH формиатного буфера, образованного смесью 1 М растворов $HCOOH$ и $HCOOK$. Напишите уравнения реакций взаимодействия его с небольшими количествами сильных кислот и оснований. Объясните действие буферного раствора по регулированию $[H^+]$ и $[OH^-]$ в водном растворе при добавлении кислот и щелочей.

14. Определите $[H^+]$ и pH ацетатного буфера, образованного смесью 0,5 М растворов CH_3COOH и CH_3COONa . Напишите уравнения реакций взаимодействия его с небольшими количествами сильных кислот и оснований. Объясните действие буферного раствора по регулированию $[H^+]$ и $[OH^-]$ в водном растворе при добавлении кислот и щелочей.

15. Определите $[H^+]$ и pH аммонийного буфера, образованного смесью 1 М водного растворов аммиака и NH_4Cl . Напишите уравнения реакций взаимодействия его с небольшими количествами сильных кислот и оснований. Объясните действие буферного раствора по регулированию $[H^+]$ и $[OH^-]$ в водном растворе при добавлении кислот и щелочей.

16. Определите $[H^+]$ и pH формиатного буфера, образованного смесью 0,2 М раствора $HCOOH$ и 0,2 М раствора $HCOONa$. Напишите уравнения реакций взаимодействия его с небольшими количествами сильных кислот и оснований. Объясните действие буферного раствора по регулированию $[H^+]$ и $[OH^-]$ в водном растворе при добавлении кислот и щелочей.

17. Определите $[H^+]$ и pH карбонатного буфера, образованного смесью 1 М растворов $KHCO_3$ и K_2CO_3 . Напишите уравнения реакций взаимодействия его с небольшими количествами сильных кислот и оснований. Объясните действие буферного раствора по регулированию $[H^+]$ и $[OH^-]$ в водном растворе при добавлении кислот и щелочей?

18. Определите $[H^+]$ и pH фосфатного буфера, образованного смесью 0,2 М

растворов Na_2HPO_4 и NaH_2PO_4 . Напишите уравнения реакций взаимодействия его с небольшими количествами сильных, кислот и оснований. Объясните действие буферного раствора по регулированию $[\text{H}^+]$ и $[\text{OH}^-]$ в водном растворе при добавлении кислот и щелочей.

19. Определите $[\text{H}^+]$ и pH ацетатного буфера, образованного смесью 1 М растворов CH_3COOH и CH_3COOK . Напишите уравнения реакций взаимодействия его с небольшими количествами сильных кислот и оснований. Объясните действие буферного раствора по регулированию $[\text{H}^+]$ и $[\text{OH}^-]$ в водном растворе при добавлении кислот и щелочей.

20. Определите $[\text{H}^+]$ и pH аммонийного буфера, образованного смесью 0,5 М водных растворов аммиака и NH_4Cl . Напишите уравнение реакций взаимодействия указанного буфера с хлороводородной кислотой, и едким натром. Объясните действие буферных растворов по регулированию $[\text{H}^+]$ и $[\text{OH}^-]$ при добавлении к ним небольших количеств щелочей или сильных, кислот.

21. В виде каких соединений выпадают, в осадок катионы третьей группы: цинк (II), марганец (II), хром (III), алюминий (III) – при действии на них группового реактива в присутствии аммонийного буфера? Составьте уравнения реакций и объясните, почему одни катионы выпадают в виде сульфидов, другие - в виде гидроксидов?

22. Что будет в осадке и что в растворе при прибавлении к смеси, в которой могут быть катионы железа (III), кобальта, хрома (III), никеля и серебра: а) водного раствора аммиака; б) избытка раствора NaOH ? Составьте уравнения всех реакций, лежащих в основе разделения.

23. Какие катионы находятся в растворе и в осадке, если на раствор смеси катионов пяти аналитических групп подействовать $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ в присутствии аммонийного буфера. Напишите уравнения реакций.

24. Почему осаждение ионов четвертой и пятой аналитических групп для отделения от катионов первой, второй и третьей групп проводят H_2S в кис-

лой среде при 0,3 М концентрации HCl? Объясните, какие отклонения будут иметь место в ходе анализа, если осаждение проводить в растворе, подкисленном не соляной, а серной или азотной кислотами.

25. Как можно провести анализ смесей, содержащих по два катиона: а) аммоний и калий, б) барий и стронций, в) серебро и свинец? Как растворяют карбонаты катионов второй аналитической группы? Почему при этом нельзя брать соляную или азотную кислоту? Напишите уравнения реакций для всех реакций.

26. В растворе содержатся ионы меди (II), кадмия (II), железа (III) и алюминия (III). Как выделить из этой смеси ионы Al^{3+} , не прибегая к систематическому ходу анализа? Напишите уравнения реакций.

27. Какие катионы будут находиться в растворе и в осадке и в виде каких соединений, если на смесь катионов первой, второй и третьей аналитических групп подействовать при нагревании H_2O_2 и избытком щелочи. Напишите уравнения реакции взаимодействия пероксида водорода и избытка щелочи с катионами аммония, магния, алюминия, марганца (II) и хрома (III).

28. Какие катионы будут находиться в растворе и в осадке и в виде каких соединений, если подействовать на смесь катионов пяти аналитических групп избытком KI. Напишите уравнения реакций.

29. Приведите классификацию анионов по группам. Какие свойства анионов положены в основу их аналитической классификации? Приведите классификацию групповых реагентов на анионы. Чем ход анализа анионов отличается от хода анализов катионов.

30. Приведите примеры использования органических реактивов в качественном анализе. Напишите их формулы, названия и уравнения реакций обнаружения соответствующих ионов.

31. Предложите ход гравиметрического анализа нитрата свинца на содержание свинца. Рассчитайте навеску соли, объем растворителя, объем 6%-ной серной кислоты, массу ожидаемой весовой формы.

32. Навеску 0,4437 г железного купороса растворили и окислили азотной кислотой. Сколько надо взять 3%-ного раствора NH_4OH для количественного осаждения гидроксида железа (сверх нейтрализации свободной кислоты)? При каких условиях и почему следует вести осаждение? Дать объяснение механизму действия каждого из факторов.
33. Предложите ход гравиметрического метода анализа хлорида натрия на содержание хлора. Вычислите навеску этой соли, объем растворителя и осадителя в соответствии с количеством осаждаемой формы.
34. Предложите ход гравиметрического метода анализа хлорида хрома (III) на содержание хрома; рассчитайте навеску этой соли, объем растворителя и осадителя, массу ожидаемой весовой формы.
35. Предложите ход гравиметрического метода анализа хлорида алюминия на содержание алюминия. Рассчитайте массу навески этой соли, объем растворителя и осадителя, массу ожидаемой весовой формы.
36. Предложите ход гравиметрического метода анализа хлорида магния на содержание магния. Рассчитайте навеску этой соли, объем растворителя и осадителя, массу ожидаемой весовой формы.
37. Предложите ход гравиметрического метода анализа на определение кальция и магния при их совместном присутствии. Рассчитайте навеску смеси соли этих металлов, объем растворителя и осадителя, массу ожидаемых весовых форм.
38. Предложите ход гравиметрического метода анализа на определение кальция и магния при их совместном присутствии. Рассчитайте навеску смеси соли этих металлов, объем растворителя и осадителя, массу ожидаемых весовых форм.
39. Опишите гравиметрический метод анализа магний-ионов из его соли в виде MgNH_4PO_4 . Почему следует избегать большого количества хлорида аммония в растворе перед осаждением? Почему вреден слишком большой избыток Na_2HPO_4 ? Напишите уравнения реакций. Приведите примерный

расчет результатов анализа.

40. Предложите ход гравиметрического метода анализа хромовых квасцов на содержание в них хрома (III), вычислите массу навески этой соли, объем растворителя и осадителя, массу ожидаемой весовой формы.

41. Технический карбонат натрия содержит около 90% Na_2CO_3 и инертные примеси. Какую навеску его следует взять, чтобы на титрование ее с индикатором фенолфталеином пошло не более 25 мл раствора HCl ($T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,01025$)?

42. Навеску 2 г образца $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ растворили в 300 мл воды. На титрование 25 мл этого раствора затратили 24,5 мл 0,1064 н раствора KMnO_4 . Сколько $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (в %) содержит образец?

43. Какой объем раствора пероксида водорода, приготовленного разбавлением 20 мл 3%-ного раствора ($\rho = 1$ г/мл) до 250 мл, нужно взять, чтобы на титрование (после обработки KI и HCl) пошло 25 мл 0,045 н раствора тиосульфата.

44. Сколько хлора (в %) содержится в $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, если навеску $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,2115 г растворили, раствор оттитровали 17,21 мл 0,1 н раствора AgNO_3 ?

45. В чем заключается сущность иодометрии? Почему в перманганатометрии и хроматометрии используются лишь окисленные, а не восстановленные формы соответствующих пар? Почему в отличие от этого в иодометрии используются обе указанные формы? Какую навеску дихромата калия следует взять, чтобы на титрование иода, выделившегося после добавления к ней раствора иодида калия, пошло 20 мл 0,05 н. раствора тиосульфата натрия? Напишите уравнения реакций.

46. Навеска 1,6160 г технического $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ для определения содержания в нем NH_3 растворена в мерной колбе вместимостью 250 мл. При кипячении 25,00 мл полученного раствора с концентрированным раствором NaOH выделяющийся аммиак поглощен титрованным раствором H_2SO_4 . Избыток

серной кислоты оттитрован NaOH. Рассчитайте процентное содержание аммиака в $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, если для поглощения NH_3 было взято 40,00 мл 0,1020 н раствора H_2SO_4 , а на обратное титрование израсходовано 17,00 мл 0,09690 н раствора NaOH.

47. Рассчитать массу навески руды, содержащей около 60% Fe_2O_3 , чтобы на титровании раствора железа (II), полученного при его обработке, расходовалось 10 – 15 мл 0,1 н раствора перманганата калия.

48. Навеску 0,4425 г нитрита натрия растворили в мерной колбе емкостью 250 мл. На титрование 25 мл раствора KMnO_4 с $T = 0,01520$ г/мл пошло 20 мл раствора NaNO_2 . Сколько процентов NaNO_2 содержал образец?

49. На титрование 20 мл раствора щавелевой кислоты с $T_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = 0,006900$ г/мл расходуется 25 мл раствора KMnO_4 . Рассчитайте титр и нормальность раствора перманганата.

50. Образец оксида магния в количестве 0,1535 г растворили в 40 мл раствора хлороводородной кислоты ($T_{\text{HCl}} = 0,003646$ г/мл). Избыток кислоты оттитровали 5,50 мл раствора щелочи с $T = 0,004040$ г/мл. Какое процентное содержание MgO было в образце?

51. Для определения свинца в руде взята навеска руды в 5,0000 г, при растворении в кислоте ион Pb^{2+} осажден в виде хромата свинца. Осадок отфильтрован и растворен в смеси иодида калия и хлороводородной кислоты. Выделившийся в результате реакции иод, оттитрован 0,05000 н. раствором тиосульфата, которого израсходовано 42,00 мл. Сколько свинца (в %) содержит руда?

52. Можно ли: а) действием бертолетовой соли в кислой среде окислить иодид-ионы до свободного иода; ионы Cl^- в свободный хлор; действием дихромата калия в кислой среде окислить арсенит-ион в арсенат-ион?

б) Почему при титровании щавелевой кислоты (или оксалата) первые капли раствора перманганата обесцвечиваются медленно, тогда как в дальнейшем это обесцвечивание происходит практически мгновенно? Что можно сде-

лать для того, чтобы также мгновенно обесцвечивались и первые капли KMnO_4 ?

53. а) Какими требованиями должны удовлетворять установочные вещества в оксидиметрии, перманганатометрии и броматометрии? (Напишите уравнения химических реакций).

б) Сколько железа (II) (в %) содержит железная проволока, если по растворению 0,1400 г ее в серной кислоте без доступа воздуха на титрование полученного раствора сульфата железа (II) пошло 24,85 мл 0,1 н. раствора перманганата?

54. Какую навеску оксалата натрия требуется взять, чтобы на титрование ее пошло 25,00 мл 0,02 н. раствора перманганата калия? Что такое титр вещества? Что такое титр одного вещества по другому веществу? Например, что такое титр тиосульфата по иоду? Каков физический смысл каждого из титров (разберите на примерах)? В каких случаях удобнее пользоваться вторым титром?

55. а) Какие титрованные и вспомогательные растворы применяются в иодометрии? Какие причины обуславливают неустойчивость растворов иода и тиосульфата? Как нужно готовить и хранить эти растворы?

б) Для установки титра тиосульфата натрия была взята навеска 0,1125 г х. ч. меди, которая при растворении обработана иодидом калия, как при иодометрическом определении меди. Выделенный иод, оттитрован исследуемым раствором тиосульфата, которого пошло 18,99 мл. Вычислить: а) титр этого раствора; б) титр его по иоду; в) титр по меди.

56. а) Как определяется эквивалент тиосульфата иода? Как следует готовить и хранить эти растворы? Под действием каких факторов и по каким уравнениям идет разложение тиосульфата натрия;

б) Навеску 0,784 г сульфита натрия растворили в мерной колбе емкостью 250 мл. К 25 мл этого раствора прибавили 50 мл 0,045 н раствора иода. На титрование полученной смеси пошло 25,00 мл 0,05 н раствора тиосульфата.

Сколько процентов Na_2SO_4 содержал образец?

57. Как определяются анионы комплексонометрическим методом? Опишите схему определения сульфат- и хромат-ионов. Приведите основные химические реакции. Укажите способы определения конечной точки титрования в комплексонометрии. Опишите механизм действия металл-индикатора.

58. а) Почему оксалат натрия является более удобным веществом для установки титра перманганата калия, чем щавелевая кислота? Почему при титровании щавелевой кислоты (или оксалата) первые капли перманганата обесцвечиваются медленно? Что можно сделать для того, чтобы первые капли перманганата обесцвечивались быстро?

б) Какую навеску Na_2CrO_4 (х. ч.) требуется взять для установления титра 0,1 н раствора KMnO_4 , если располагать мерной колбой на 250 мл и пипеткой на 20 мл?

59. а) Рассчитайте навеску дихромата калия для приготовления 250 мл 0,15 н раствора.

б) К 25 см³ подкисленного раствора KMnO_4 с $T = 0,001836$ прибавлен избыток KI , на титрование выделившегося иода затрачено 20,5 мл раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Какова его нормальность?

60. а) Как определить жесткость воды комплексонометрическим методом? Напишите уравнение реакции, рН среды, применяемый индикатор, титрованные растворы и расчет результатов анализа. Какое влияние оказывает рН раствора на равновесие реакции ионов Ca^{2+} с комплексом III?

б) Рассчитайте нормальную концентрацию магния (моль/л), обуславливающую жесткость воды, если на титрование 100 мл пробы при рН = 9,7 в присутствии хромогена черного до синей окраски затрачено 18,45 мл 0,0500 М раствора комплексона III.

61. а) Какие вещества могут быть определены иодометрически (прямым титрованием, методом замещения, методом обратного титрования)?

б) Сколько граммов HCl содержится в 250 мл раствора хлороводородной кислоты, если на титрование иода, выделенного из смеси иодата калия и иодида калия, на 25,00 мл этого раствора расходуется 24,00 мл 0,0200 н раствора тиосульфата.

62. Для определения содержания серы в пробе стали навеску массой 7,12 г обработали хлороводородной кислотой. Выделившийся сероводород был поглощен смешанным раствором ацетатов кадмия и цинка. Раствор с осадком обработали 20 мл раствора иода и, наконец, избыток иода оттитровали 5,1 мл раствора тиосульфата. Рассчитайте процентное содержание серы в стали, если титр иода по сере равен 0,000802 г/мл и 1 мл раствора иода эквивалентен 1,022 мл тиосульфата.

63. На титрование 20 мл раствора, содержащего Na_2CO_3 и KOH, по фенолфталеину пошло 25 мл раствора H_2SO_4 с $T=0,004675$ г/мл; при дотитровании раствора по метиловому оранжевому пошло еще 5 мл раствора серной кислоты. Какова нормальность титруемой смеси по Na_2CO_3 и по KOH?

64. а) Можно ли действием ионов Fe^{2+} восстановить хлор в ионы Cl^- ? Иод в ионы I^- ? Ионы Sn^{4+} в ионы Sn^{2+} ? Ионы MnO_4^- в кислой среде в ионы Mn^{2+} ? Ионы $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ в кислой среде в ионы Cr^{3+} ?

б) Что такое титр вещества? Что такое титр одного вещества по другому? Например, что такое титр перманганата калия; титр перманганата калия по щавелевой кислоте? Какова разница в определении титров? (Разберите на примере.)

65. а) Как иодометрически определить вещества, не обладающие окислительно-восстановительными свойствами, например ионы Pb^{2+} ? Какие условия должны быть соблюдены при этом?

б) Навеску 2,040 г технического Na_2S растворили в воде в мерной колбе на 500 мл. К 20 мл раствора добавили 50 мл 0,0568 н раствора I_2 . Избыток иода оттитровали 15 мл 0,0476 н раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Каково содержание (в %) Na_2S в образце?

66. Для определения содержания серы в стали навеску ее 7,00 г обработали HCl. Выделившийся сероводород был поглощен раствором, содержащим смесь ацетатов кадмия и цинка. Затем раствор вместе с осадком (CdS + ZnS) обработали 20,00 мл раствора иода в присутствии HCl. Избыток иода оттитровали 15,27 мл раствора тиосульфата. Сколько серы (в %) содержит сталь, если $T_{I_2/S} = 0,0004950$ г/мл и на титрование 10,00 мл раствора иода пошло 10,20 мл раствора тиосульфата?

67. Азот из навески 0,8880 г органического вещества действием концентрированной серной кислотой перевели в $(NH_4)_2SO_4$, при кипячении которого с концентрированной щелочью получен аммиак. Выделившийся NH_3 поглощен 0,1200 н раствором H_2SO_4 , которой было взято 50,0 мл. Сколько процентов азота содержит органическое вещество, если на титрование избытка серной кислоты израсходовано 12,0 мл 0,09800 н раствора NaOH?

68. Из навески известняка 0,3864 г выделили кальций в виде CaC_2O_4 . Оксалат кальция растворили в серной кислоте и оттитровали 45 мл раствора $KMnO_4$ с $T_{KMnO_4/CaCO_3} = 0,0074$ мл. Сколько $CaCO_3$ (%) содержится в известняке?

69. Для определения H_2S к 25,00 мл раствора его прибавили 50,00 мл 0,01960 н раствора иода, после чего избыток не вошедшего в реакцию иода оттитровали 0,02040 н раствором тиосульфата, которого затрачено 11,00 мл. Сколько граммов H_2S содержится в 1 дм³ исследуемого раствора?

70. 2 г кислоты разбавили водой в мерной колбе до 200 мл. К 20 мл этого раствора добавили 20 мл раствора $AgNO_3$ ($T_{AgNO_3/Ag} = 0,005394$), избыток $AgNO_3$ оттитровали 10,50 мл 0,05 н раствора NH_4SCN . Какова концентрация кислоты?

71. 25 см³ раствора $BaCl_2$ обработали 50 мл 0,15 н раствора Na_2CO_3 . Полученную смесь профильтровали, осадок на фильтре промыли водой. Фильтрат и промывные воды объединили, находящийся в них избыток Na_2CO_3 оттитровали по метиловому оранжевому 25 мл 0,05 н раствора HCl.

Определите нормальность и титр раствора BaCl_2 .

72. Навеску 0,2000 г руды, содержащей MnO_2 , обработали избытком концентрированной HCl . Образовавшийся при реакции хлор поглощен раствором KI . Выделившийся при этом иод оттитровали 0,05200 н раствором тиосульфата, которого пошло 42,50 мл. Сколько MnO_2 (в%) содержит руда?

73. Навеску карбоната натрия массой 0,2458 г растворили и к раствору добавили 20 мл 0,045 М раствора сульфата магния. Избыток последнего оттитровали 15 мл раствора комплексона III (1 мл сульфата магния эквивалентен 1,25 мл комплексона III). Напишите уравнения реакций. Опишите схему анализа, рН раствора, укажите буферные растворы.

74. Рассчитайте массовую долю меди в руде по следующим данным: из 0,1200 г руды медь после ряда операций переведена в раствор в виде Cu^{2+} ; при добавлении к этому раствору иодида калия выделили иод, на титровании которого пошло 13,80 мл тиосульфата натрия с титром по меди 0,006500 г/мл.

75. Установлено, что на титровании 20 мл раствора AgNO_3 требуется 21 мл раствора NH_4SCN . К навеске 0,1173 г NaCl добавили 30 мл раствора AgNO_3 , а на титровании избытка Ag^+ затрачено 3,20 мл раствора NH_4SCN . Рассчитайте молярную концентрацию растворов AgNO_3 и NH_4SCN , а также $T_{\text{AgNO}_3/\text{Cl}}$.

76. а) Опишите приготовление, свойства и условия хранения титрованного раствора тиосульфата. Какие факторы влияют на устойчивость раствора тиосульфата? Напишите уравнения химических реакций.

б) Сколько граммов хлора содержит 1 дм^3 хлорной воды, если на титрование иода, выделенного 25,00 см^3 ее из KI , израсходовано 20,10 см^3 0,1100 н. раствора тиосульфата?

77. Навеску карбоната натрия массой 0,2458 г растворили и к раствору добавили 20 см^3 0,045 М раствора сульфата магния. Избыток последнего оттитровали 15 см^3

раствора комплексона III (1 см^3 сульфата магния эквивалентен $1,25 \text{ см}^3$ комплексона III). Напишите уравнения реакций. Опишите схему анализа, pH раствора, укажите буферные растворы.

78. Навеску 5 г технической поваренной соли растворили в воде, раствор разбавили в мерной колбе до 1000 мл. На титрование 20 мл полученного раствора затратили 27,88 мл 0,05 н раствора AgNO_3 . Сколько NaCl (в %) содержится в образце?

79. Из навески 0,700 г хлорида приготовили 250 мл раствора. К 25,00 мл этого раствора прилили 25,00 мл нитрата серебра с $T = 0,01700 \text{ г/мл}$. На обратное титрование пошло 220,00 мл 0,05 н раствора роданида аммония. Сколько хлора (в %) содержал образец?

80. В прибор для определения аммонийных солей методом отгонки прилили 25 мл раствора NH_4Cl и обработали концентрированным раствором NaOH . Аммиак отогнали в 50 мл раствора HCl ($T_{\text{HCl}} = 0,003646 \text{ г/мл}$). Затем избыток HCl оттитровали 23,05 мл раствора щелочи с $T_{\text{NaOH}} = 0,004015 \text{ г/мл}$. Сколько граммов хлорида аммония содержится во взятой пробе?

81. Молярный коэффициент поглощения комплекса железа с сульфосалициловой кислотой при длине волны 416 нм равен 4000. Определите, какую навеску $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ надо растворить в 50 мл воды, чтобы из 5 мл этого раствора после соответствующей обработки и разбавления до 25 мл был получен окрашенный раствор, оптическая плотность которого в кювете с толщиной слоя была равна 1,5.

82. Молярный коэффициент поглощения окрашенного комплекса никеля с α -бензоилдиоксимом при длине волны 206 нм равен 12000. Определите минимальную концентрацию никеля в (мг/мл), которая может быть определена фотометрически с толщиной слоя 5 см, если минимальная оптическая плотность регистрируемая прибором, равна 0,020.

83. Для определения меди в цветном сплаве из навески 0,325 после растворения и обработки аммиаком было получено 250 мл окрашенного раствора, оптическая

плотность которого в кювете с толщиной слоя 2 см была 0,254. Определите содержание меди в сплаве (в %), если молярный коэффициент поглощения аммиаката меди равен 423.

84. Вычислите молярный коэффициент поглощения меди, если оптическая плотность раствора, содержащего 0,24 мг меди в 250 мл, при толщине слоя кюветы 2 см равна 0,14.

85. Для определения железа в промышленной воде из 100 мл воды после упаривания и обработки *o*-фенантралином было получено 25 мл окрашенного раствора. Оптическая плотность этого раствора при толщине слоя 1 см оказалась равна 0,460. Определите содержание железа в промышленной воде (в мг/л), если молярный коэффициент поглощения этого окрашенного соединения равен 1100.

86. Для определения молибдена в стали из стандартного раствора, содержащего 0,11124 г $H_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ в 100 мл раствора, были отобраны указанные ниже объемы и после обработки фенилгидразином и разбавления водой до 100 мл получены следующие значения оптической плотности растворов:

Отобранные объемы, мл	2	4	6	8	10
Оптическая плотность	0,05	0,11	0,16	0,21	0,25

Навеску стали 1.2 г растворили в кислоте и разбавили водой до 50 мл. Из 5 мл этого раствора после соответствующей обработки было получено 100 мл окрашенного раствора. Оптическая плотность его равна 0,12. Определите содержание молибдена в стали (в %).

87. Для определения кремния в сталях в воде кремнемолибденового комплекса был построен калибровочный график по чистой двуокиси кремния. При этом получены следующие значения оптической плотности растворов:

Содержание двуокиси кремния, мг/мл	0,02	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20
Оптическая плотность	0,15	0,29	0,43	0,61	0,74	0,90

Навеску стали 0,253 г растворили в кислоте и после соответствующей об-

работки получили 100 мл окрашенного раствора кремнемолибденовой кислоты, оптическая плотность которого была 0,56.

88. Для турбидиметрического определения свинца в виде PbSO_4 использован стандартный раствор, содержащий 0,25 г $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ в 100 мл воды.

Для построения калибровочного графика отобрали различные объемы этого раствора, которые после добавления стабилизирующего коллоида и серной кислоты довели водой до 50 мл, а затем измерили оптическую плотность растворов на фотоколориметр и получили следующие данные:

Объем стандартного раствора, мл	2	4	6	8	10
---------------------------------	---	---	---	---	----

Разбавили 50 мл промышленной воды до 250 мл и 5 мл полученного раствора обработали так же, как стандартный. Оптическая плотность этого раствора равна 0,35. Определите содержание свинца в промышленной воде (в г/м^3).

89. Навеску пирита 0,556 г растворили раствор разбавили водой до 250 мл; из 5 мл этого раствора после соответствующей обработки получили 50 мл суспензии BaSO_4 , оптическая плотность которой равна 0,45, для построения калибровочного графика были получены следующие данные:

Концентрация SO_3 , мг/мл	0,05	0,1	0,16	0,22	0,27
Оптическая плотность	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5

Определить содержание серы в пирите (в %)

90. При определении марганца в виде перманганата оптическая плотность раствора, содержащего 0,12 мг марганца в 100 мл, измеренная при $\lambda = 525$ нм в кювете с толщиной слоя 3 см, равнялась 0,152. Определите молярный коэффициент поглощения.

91. Навеску серебряного сплава массой 2,157 г растворили и после соответствующей обработки довели объем раствора до 100,0 мл. Построить кривые потенциометрического титрования в координатах $E - V$ и $\frac{\Delta E}{\Delta V} - V$ и определить массовую долю (%) серебра в сплаве, если при титрова-

нии 25,0 мл приготовленного раствора 0,12 М NaCl получили:

$V(\text{NaCl}), \text{мл}$	16,00	18,00	19,00	19,50	19,90	20,00	20,10	20,50	21,00
$E, \text{мВ}$	689	670	652	634	594	518	440	401	383

92. Построить кривые потенциметрического титрования в координатах

$E - V$ и $\frac{\Delta E}{\Delta V} - V$ и определить концентрацию CaCl_2 в растворе (г/л), если при титровании 20,0 мл анализируемого раствора 0,05 н $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ ($f_{\text{экв}} = 1/2$) получили:

$V(\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2), \text{мл}$	10,00	15,00	17,00	17,50	17,90	18,00	18,10	18,50	19,00
$E, \text{мВ}$	382	411	442	457	498	613	679	700	709

93. Построить кривые потенциметрического титрования в координатах $E - V$

и $\frac{\Delta E}{\Delta V} - V$ и определить концентрацию MgBr_2 в растворе (г/л), если при титровании 20,0 мл анализируемого раствора 0,10 н $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ ($f_{\text{экв}} = 1/2$) получили:

$V(\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2), \text{мл}$	10,00	15,00	18,00	19,00	19,50	19,90	20,00	20,10	20,50
$E, \text{мВ}$	501	526	552	570	589	629	704	737	757

94. Навеску медного сплава массой 0,75 г растворили, объем раствора довели оттитровали потенциметрически раствором тиосульфата натрия с титром по меди $T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Cu}) = 0,0166$ г/мл.

Построить кривые потенциметрического титрования в координатах $E - V$ и $\frac{\Delta E}{\Delta V} - V$ и определить массовую долю (%) меди в сплаве по следующим данным:

$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3), \text{мл}$	1,50	1,90	2,00	2,05	2,08	2,10	2,12	2,15	2,20
$E, \text{мВ}$	475	445	424	405	382	305	232	186	162

95. Анализируемый раствор HCl разбавили в мерной колбе до 100,0 мл и аликвоту объемом 20,0 мл оттитровали потенциметрически 0,10 М раствором NaOH. Построить кривые потенциметрического титрования в

координатах $pH - V$ и $\frac{\Delta pH}{\Delta V} - V$ и определить массу HCl в растворе

(мг) по следующим данным:

$V(\text{NaOH}), \text{ мл}$	1,50	1,80	1,90	1,95	1,98	2,00	2,02	2,55	2,10
pH	2,64	3,05	3,36	3,64	4,05	6,98	9,95	10,53	10,65

96. Анализируемый раствор HCl разбавили в мерной колбе до 100,0 мл и аликвоту объемом 20,0мл оттитровали потенциометрически 0,10 М раствором NaOH . Построить кривые потенциометрического титрования в координатах $\text{pH} - V$ и $\frac{\Delta \text{pH}}{\Delta V} - V$ и определить массу HCl в растворе (мг)

по следующим данным:

$V(\text{NaOH}), \text{ мл}$	1,30	1,50	1,60	1,65	1,68	1,70	1,72	1,74	1,80
pH	1,78	3,03	3,34	3,64	4,03	6,98	9,96	10,36	10,66

97. Построить кривые потенциометрического титрования в координатах

$\text{pH} - V$ и $\frac{\Delta \text{pH}}{\Delta V} - V$ и определить концентрацию раствора CH_3COOH

(г/л), если при титровании 10,0 мл этой кислоты 0,10 М раствором KOH

по следующим данным:

$V(\text{NaOH}), \text{ мл}$	15,00	18,00	19,00	19,50	19,90	20,00	20,10	20,50	21,00
pH	5,22	5,71	6,04	6,35	7,05	8,79	10,52	11,22	11,51

98. Построить кривые потенциометрического титрования в координатах

$\text{pH} - V$ и $\frac{\Delta \text{pH}}{\Delta V} - V$ и определить концентрацию раствора CH_3COOH

(г/л), если при титровании 10,0 мл этой кислоты 0,10 М раствором KOH

по следующим данным:

$V(\text{NaOH}), \text{ мл}$	10,00	13,00	14,00	14,50	14,90	15,00	15,10	15,50	16,00
pH	5,05	5,56	5,88	6,19	6,92	8,82	10,59	11,29	11,58

99. При титровании 50,0 мл смеси NaOH и NH_3 0,01 М раствором HCl

получены следующие данные:

$V(\text{HCl}), \text{ мл}$	0,0	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
$\lambda, \text{ См}$	6,30	5,41	4,52	3,62	3,71	4,79	5,85	6,93	9,00	12,08	15,13

Построить кривую титрования и вычислить концентрацию NaOH и NH₃ в исследуемом растворе (г/л).

100. При титровании 50,0 мл смеси NaOH и NH₃ 0,01 М раствором HCl получены следующие данные:

$V(\text{HCl}), \text{мл}$	0,0	1,00	2,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
$\chi, \text{См}$	5,68	4,46	3,20	3,00	3,84	4,68	5,50	7,00	10,80	14,55

Построить кривую титрования и вычислить концентрацию NaOH и NH₃ в исследуемом растворе (г/л).

101-103. К V мл 0,05 н $\text{M}(\text{NO}_3)_2$ прибавили m г катионита в Н – форме. После установлении равновесия концентрация уменьшилась до $C_{\text{равн}}$. Определите статическую емкость катионита (ммоль/г), принимая молярную массу эквивалента M ($1/2 M^{2+}$):

Номер задания	$V, \text{мл}$	M	$m, \text{г}$	$C_{\text{равн.}} \text{ моль/л}$
101	50	Cd	3	0,003
102	75	Ni	5	0,008
103	100	Zn	10	0,006

104-106. Какая масса кобальта останется в растворе. Если через колонку, заполненную m г катионита пропустили V мл раствора с концентрацией $C_{\text{нач.}}$. Полная динамическая емкость в условиях разделения равна 1,6 ммоль/г. Молярная масса эквивалента равна M ($1/2 M^{2+}$):

Номер задания	$V, \text{мл}$	$m, \text{г}$	$C_{\text{нач.}} \text{ моль/л}$
104	200	5,0	0,050
105	250	10,0	0,050
106	500	10,0	0,10

107-110. Рассчитать массовую долю (%) компонентов газовой смеси по

следующим данным, полученным методом газовой хроматографии:

Номер задания	Газ	Площадь пика, мм ²	Поправочный коэффициент
107	бензол	20,6	0,78
	толуол	22,9	0,79
	этилбензол	30,5	0,82
	кумол	16,7	0,84
108	<i>o</i> -ксилол	16,7	0,84
	<i>o</i> -ксилол	20,3	0,81
	<i>n</i> -ксилол	8,5	0,81
	этилбензол	30,4	0,82
109	Бензол	85	1,00
	Гексан	27	1,10
	Пропилен	34	1,10
	этанол	11	1,80
110	Этан	5	0,60
	Пропан	7	0,77
	Бутан	5	1,00
	пентан	4	1,11

Литература

Основная

1. Вершинин В.И. Основы аналитической химии. Уч. пособие для вузов. Изд. ОмГУ, 2007.
2. Тикунова И.В. Практикум по аналитической химии и физико-химическим методам анализа. М.: Пресбург, 2006.
3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2-х кн. Кн.1.Общие теоретические основы. Качественный анализ. Учеб. для вузов.-2-е изд., испр.-М.: Высшая школа, 2003.- 615 с.
4. Основы аналитической химии. В 2-х кн. Кн. 1. Методы химического анализа. Учеб. для вузов/Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В.И.Фадеева и др. Под ред. Ю.А.-Золотова.-2-е изд., перераб. и доп.- М.: Высшая школа, 2002.- 494 с.
5. Основы аналитической химии. В 2-х кн. Кн. 2. Методы химического анализа. Учеб. для вузов/Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В.И.Фадеева и др. Под ред. Ю.А.-Золотова.-2-е изд., перераб. и доп.- М.: Высшая школа, 2002.
6. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х кн., ч.1. Титриметрические и гравиметрические методы анализа: учеб. для студ. вузов, обучающихся по химико-технолог. спец.- 3-е изд., стереотип.- М.: Дрофа, 2003.

Дополнительная

7. Васильев В.П. Аналитическая химия в 2-х кн., ч.2. Физико-химические методы анализа: учеб. для химико-технолог. спец. вузов.-М.: Вышш.шк.-1989.
8. Янсон Э.Ю. Теоретические основы аналитической химии. Учеб. для хим. фак. ун-тов.-2-е изд., перераб. и доп.-М.: 1987.

9. Задачник по физико-химическим методам анализа- М.Химия, 1972.- 268 с.