

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич

Должность: ректор

Дата подписания: 25.09.2022 16:55:16

Уникальный программный ключ:

9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра общей и неорганической химии

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор –
проректор по учебной работе

Е.А. Кудряшов

2012 г.



АНАЛИЗ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

Методические указания к самостоятельной работе студентов
специальностей 270112.65, 270100.62, 270800.62

Курск 2012

УДК 540

Составители: Е.А. Фатьянова, Ф.Ф. Ниязи

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент *В.С. Мальцева*

Анализ природных и сточных вод: методические указания к самостоятельной работе студентов специальностей 270112.65, 270100.62, 270800.62 / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Е.А.Фатьянова, Ф.Ф. Ниязи. Курск, 2012. 19 с.: прил. 1. Библиогр.: с. 4.

Содержатся методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Анализ природных и сточных вод».

Предназначены для студентов специальностей 270112.65, 270100.62, 270800.62.

Текст печатается в авторской рецензии

Подписано в печать Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. 1,1 . Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 50 экз. Заказ. Бесплатно.

Юго–Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
.	
Список рекомендуемой литературы	4
Нормирование примесей в воде по органолептическому и санитарно-токсикологическому показателям	5
Результаты проведения анализа	6
Способы выражения концентрации растворов	7
Произведение растворимости	8
pH водно-дисперсных систем	9
Кислотность и щёлочность воды	10
Окислительно-восстановительные процессы	11
Варианты заданий индивидуальной работы	12
Приложение	14
.	

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее пособие по курсу «Анализ природных и сточных вод» включает контрольные задачи и упражнения в количестве 70 и предназначено для студентов специальности 270112.65 «Водоснабжение и водоотведение» и направления подготовки бакалавров 270100.62 «Строительство» и 270800.62 «Строительство», профиль «Водоснабжение и водоотведение».

В указание входят задания из различных разделов курса. Каждый студент выполняет индивидуальный вариант заданий, включающий 7 задач и упражнений из всех разделов. Набор заданий, относящихся к данному варианту, обозначен в таблице. В приложении указаны приведены формулы, которые могут использоваться студентами при выполнении индивидуальных заданий..

Типовые примеры решения расчётных задач рассматриваются на соответствующих по тематике лабораторных занятиях или при проведении индивидуально-аудиторных занятий, поэтому в пособии они не разбираются.

Индивидуальные контрольные задания выполняются в течение учебного семестра по мере рассмотрения учебного материала на лекционных и лабораторных занятиях. Отчёт по выполнению индивидуальных заданий проводится во время индивидуальных аудиторных занятий в соответствии с расписанием кафедры. Индивидуальное выполнение задач и упражнений позволяет студентам приобрести навыки для проведения расчётов важнейших показателей природных и сточных вод.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Задачи и упражнения по общей химии/ Под ред. Н.В. Коровина. М.: Высш. шк., 2004 г.
2. Коровин Н.В. Общая химия. М.: Высш. шк., 2007 г.
3. Ивчатов А.Л., Малов В.И. Химия воды и микробиология. М.: ИНФРА-М, 2006 г.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого снабжения. Контроль качества» от 26.09.2001, дата введения 01.01.2002.

Нормирование примесей в воде по органолептическому и санитарно-токсикологическому показателям

1. Можно ли использовать для питьевых целей воду, если она обладает следующими показателями:

запах – 1 балл, привкуса нет, цветность – 15^0 , мутность – 1,2 мг/л, молибден – 0,1 мг/л, свинец – 0,09 мг/л ?

2. Можно ли использовать для питьевых целей воду, если она обладает следующими показателями:

запах – 0 баллов, привкуса нет, цветность – 10^0 , мутность – 1,5 мг/л, прозрачность – 33 см; железо – 0,1 мг/л, сульфаты – 200 мг/л, фтор – 0,2 мг/л, свинец – 0,05 мг/л?

3. Можно ли использовать для питьевых целей воду, если она обладает следующими показателями:

запах – 1 балл, привкуса нет, цветность – 5^0 , мутность – 0,5 мг/л, прозрачность – 35 см, мышьяк – 0,03 мг/л, хлориды – 150 мг/л, нитраты – 8 мг/л ?

4. Можно ли использовать для питьевых целей воду, если она обладает следующими показателями:

запах – 1 балл, привкуса нет, цветность – 10^0 , мутность – 1,3 мг/л, прозрачность – 30 см; железо – 0,2 мг/л, медь – 0,5 мг/л, свинец – 0,02 мг/л, нитраты – 5 мг/л?

5. Можно ли использовать для питьевых целей воду, если она обладает следующими показателями:

запах – 2 баллов, привкуса нет, цветность – 10^0 , мутность – 1 мг/л, прозрачность – 34 см; железо – 0,2 мг/л, хлориды – 300 мг/л, нитраты – 3 мг/л, свинец – 0,01 мг/л?

6. Можно ли использовать для питьевых целей воду, если она обладает следующими показателями:

запах – 1 балл, привкуса нет, цветность – 20^0 , мутность – 2 мг/л, прозрачность – 25 см; марганец – 0,05 мг/л, медь – 0,2 мг/л, свинец – 0,04 мг/л, нитраты – 6 мг/л, молибден – 0,4 мг/л ?

7. Можно ли использовать для питьевых целей воду, если она обладает следующими показателями:

запах – 0 баллов, привкуса нет, цветность – 10^0 , мутность – 1 мг/л, прозрачность – 40 см; железо – 0,2 мг/л, цинк – 1 мг/л, медь – 0,05 мг/л,

сульфаты – 300 мг/л, свинец – 0,01 мг/л, нитраты – 2 мг/л, фтор – 0,5 мг/л, ПАА – 0,5 мг/л ?

8. Можно ли использовать для питьевых целей воду, если она обладает следующими показателями:

запах – 2 балла, привкус – 1 балл, цветность – 20^0 , мутность – 0,5 мг/л, прозрачность – 37 см; хлориды – 250 мг/л, сульфаты – 300 мг/л, медь – 0,05 мг/л, нитраты – 1 мг/л, свинец – 0,02 мг/л, молибден – 0,03 мг/л?

9. Можно ли использовать для питьевых целей воду, если она обладает следующими показателями:

запах – 1 балл, привкус – 2 балла, цветность – 15^0 , мутность – 1,8 мг/л, прозрачность – 30 см; железо – 0,1 мг/л, сульфаты – 100 мг/л, хлориды – 200 мг/л, свинец – 0,02 мг/л, молибден – 0,1 мг/л, нитраты – 1 мг/л, ПАА – 0,5 мг/л ?

10. Можно ли использовать для питьевых целей воду, если она обладает следующими показателями:

запаха нет, привкус – 1 балл, цветность – 2^0 , мутность – 1,5 мг/л, прозрачность – 32 см; железо – 0,2 мг/л, медь – 0,5 мг/л, цинк – 1 мг/л, нитраты – 7 мг/л, свинец – 0,08 мг/л, молибден – 0,1 мг/л, селен – 0,0005 мг/л, фтор – 0,5 мг/л?

Результаты проведения анализа

11. В природной воде найдено: Ca^{2+} - 95 мг/л, Mg^{2+} - 42,4 мг/л, SO_4^{2-} - 0,2 г/л, Cl^- – 0,035 г/л, HCO_3^- - 200 мг/л. Выразите результат анализа в миллиграмм-эквивалент на 1 литр.

12. В природной воде найдено: Ca^{2+} - 2 мг-экв/л, Mg^{2+} - 0,5 мг-экв/л, SO_4^{2-} - 0,39 мг-экв/л, HCO_3^- - 10,11 мг-экв/л. Выразите результат анализа в миллиграммах на 1 литр.

13. Проверим правильность результатов анализа воды, если в её пробе найдено: Ca^{2+} - 70,0 мг/л, Mg^{2+} - 50,4 мг/л, SO_4^{2-} - 57,6 г/л, Cl^- – 49,7 г/л, HCO_3^- - 0,42 г/л, Na^+ - 41,4 мг/л, плотный остаток – 491,5 мг/л.

14. Содержание ионов в воде в мг-экв/л:
 Ca^{2+} - 5,00, Mg^{2+} - 1,75, SO_4^{2-} - 7,00, Cl^- – 2,5, HCO_3^- - 0,70. Определите содержание ионов натрия в этой воде.

15. Проверим правильность анализа воды по следующим данным: CaO – 140 мг/л, MgO – 30 мг/л, Na^+ - 46 мг/л, SO_4^{2-} - 240 мг/л, HCO_3^- - 122 мг/л, Cl^- - 53,3 мг/л. Никаких других ионов в воде не обнаружено.

16. Проверить правильность анализа по следующим данным: CaO – 3,03 мг-экв/л, MgO – 1,07 мг-экв/л, Na⁺ - 50 мг/л, SO₄²⁻ - 170 мг/л, HCO₃⁻ - 122 мг/л, Cl⁻ - 70 мг/л. Никаких других ионов в воде не обнаружено.

17. Проверить правильность воды курорта «Ключи» по следующим данным: SiO₂ – 13,4 мг/л, Al₂O₃ + Fe₂O₃ – 7 мг/л, Ca²⁺ - 265 мг/л, Mg²⁺ - 80 мг/л, Cl⁻ - 165 мг/л, HCO₃⁻ - 320,6 мг/л, SO₄²⁻ - 1248 мг/л, Na⁺ - 370 мг/л.

18. Каково содержание натрия в воде, включающей: Ca²⁺ - 4,64 мг-экв/л, Mg²⁺ - 1,78 мг-экв/л, HCO₃⁻ - 284 мг/л, SO₄²⁻ - 87 мг/л, Cl⁻ - 100 мг/л.

19. По данным анализа общая жёсткость воды 5,35 мг-экв/л, содержание HCO₃⁻ - 100 мг/л, SO₄²⁻ - 225 мг/л. Каково содержание натрия в воде?

20. Каково содержание натрия в воде, включающей Cl⁻ - 100 мг/л, SO₄²⁻ - 170 мг/л, HCO₃⁻ - 244 мг/л, CaO – 140 мг/л, MgO – 60 мг/л.

Способы выражения концентрации растворов

21. Какой объём воды и какое количество восемнадцативодного сульфата алюминия, применяемого в качестве коагулянта, надо взять для приготовления 2 л 4%-ного раствора сульфата алюминия плотностью 1,05 г/см³ ?

22. Сколько литров 37%-ной соляной кислоты плотностью 1,19 г/см³ необходимо взять для приготовления 10 л 20%-ного раствора плотностью 1,105 г/см³?

23. Сколько литров 22% - ного раствора хлорида натрия плотностью 1,164 г/см³ и воды нужно взять для приготовления 2 л 10%-ного раствора плотностью 1,105 г/см³ ?

24. К 200 мл 2 н. раствора ортофосфата натрия, применяемого для умягчения воды, добавили 300 мл воды. Определите нормальную концентрацию полученного раствора и массу соли в 1 мл раствора.

25. Рассчитайте процентную концентрацию раствора соляной кислоты, полученного смешиванием 2 л 10,52%-ного раствора соляной кислоты плотностью 1,05 г/см³ и 500 мл 20%-ного раствора соляной кислоты плотностью 1,105 г/см³.

26. Дозировка восемнадцативодного сульфата алюминия при коагуляции воды из одного водоёма составляла 164 мг/л. Концентрация сульфата алюминия в коагулирующем растворе равна 1%, плотностью 1,01 г/см³. Какой объём коагулирующего раствора надо добавить на каждый литр воды в водоёме ?

27. Сколько кг семиводного сульфата железа (II) потребуется для приготовления 1 м³ раствора, содержащего 70 г/л безводной соли?

28. Сколько литров 0,25 н. раствора ортофосфата натрия можно приготовить из 2 л 1,21 молярного раствора?

29. 10%-ный раствор дигидроортофосфата натрия плотностью 1,073 г/см³ нейтрализован 0,5 н. раствором щелочи до ортофосфата натрия. Какова нормальная концентрация полученного раствора.

30. Титр раствора едко кали 0,0302. Определите содержание щёлочи в мг-экв/л и нормальную концентрацию раствора.

Произведение растворимости

31. Сточная вода содержит соли железа. Железо удаляют в форме гидроксида. В каком виде следует осаждать железо в форме Fe(OH)₂ или Fe(OH)₃, чтобы удаление было наиболее полным? Рассчитайте остаточную концентрацию железа в г-ион/л после осаждения эквивалентным количеством щёлочи. ПР = $3,8 \cdot 10^{-14}$ и $3,8 \cdot 10^{-38}$.

32. Остаточная концентрация магния в воде не должна превышать 0,2 мг-экв/л. Какой объём 1 н. раствора щёлочи потребуется добавить на каждый литр воды, содержащей 24 мг магния для достижения желаемого эффекта? Произведение растворимости гидроксида магния равно $5,5 \cdot 10^{-12}$.

33. Растворимость MgCO₃ равна $1,41 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Вычислить произведение растворимости этой соли.

34. Произведение растворимости PbCO₃ равно $3,3 \cdot 10^{-14}$. Вычислить его растворимость в моль/л и г/л.

35. Растворимость Mg(OH)₂ равна $1,11 \cdot 10^{-4}$ моль/л. Найти произведение растворимости гидроксида магния.

36. По произведению растворимости PbCl₂ рассчитайте, какое количество этой соли содержится в 1 м³ насыщенного раствора. ПР = $2,12 \cdot 10^{-5}$.

37. Один литр насыщенного раствора содержит $1,23 \cdot 10^{-3}$ г/л $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Определите произведение растворимости.

38. Насыщенный раствор гидроксида железа (III) содержит $2,08 \cdot 10^{-8}$ г растворённого вещества. Найти произведение растворимости этого вещества.

39. На 3 л воды взято 0,1 г фторида кальция. Растворится ли вся соль? Выразите концентрацию насыщенного раствора в весовых процентах. $\text{ПР} = 3,4 \cdot 10^{-11}$.

40. В каком объёме насыщенного раствора CaF_2 содержится 1 ммоль-экв Ca^{2+} . $\text{ПР} = 3,4 \cdot 10^{-11}$.

рН водно-дисперсных систем

41. Рассчитайте рН чистой воды при 10^0 С и при 100^0 С, если константа воды соответственно равна $0,29 \cdot 10^{-14}$ и $74 \cdot 10^{-14}$.

42. Рассчитайте рН 0,1н. раствора уксусной кислоты, если известно, что её константа диссоциации равна $1,8 \cdot 10^{-5}$.

43. Рассчитайте рН 0,028%-ного раствора едкого кали, плотность 1.

44. Рассчитайте рН насыщенного раствора гидроксида кальция. $\text{ПР} = 5,47 \cdot 10^{-6}$.

45. Вычислите нормальность сильной кислоты и сильного основания, если рН этих растворов соответственно равны 1,5 и 12,0.

46. К 10 мл. дистиллированной воды прибавили 10 мл 0,4 н. раствора едкого кали. Вычислите рН полученного раствора.

47. Каким будет цвет раствора при прибавлении к нему 2-3-х капель метилоранжа, если рН раствора: 10; 6; 4,5; 4,0; 3,1; 2,0; 1,0? Область перехода индикатора 3,1 – 4,4.

48. Рассчитайте рН аммонийного буфера, в котором концентрации гидроксида аммония и хлорида аммония равны. Константа диссоциации гидроксида аммония равна $1,8 \cdot 10^{-5}$.

49. Какой цвет примет 0,1М раствор карбоната натрия при добавлении к нему фенолфталеина? Область перехода индикатора 8,2 – 10; константа диссоциации угольной кислоты по второй ступени равна $4,69 \cdot 10^{-11}$.

50. Для приготовления 1 л. буферного раствора было взято 10,9 мл ледяной уксусной кислоты (17,2 н.) и 6,8 г трёхводного ацетата натрия.

Рассчитайте pH полученного раствора. Константа диссоциации уксусной кислоты равна $1,8 \cdot 10^{-5}$.

Кислотность и щёлочность воды

51. Рассчитайте общую и активную кислотности для сантинормальных растворов соляной и уксусной кислот, если $\alpha(\text{HCl}) = 100\%$, $\alpha(\text{CH}_3\text{COOH}) = 2\%$.

52. Рассчитайте общую кислотность воды, на титрование 50 мл которой с индикатором фенолфталеином пошло 20 мл 0,05 н. раствора едкого натра.

53. Вода содержит 50 мг/л сульфата кальция, 15 мг/л сульфата магния, 100 мг/л гидрокарбоната кальция, 25 мг/л гидрокарбоната магния. Какова общая щёлочность воды?

54. В растворе содержится 570 мг/л едкого натра, 272 мг/л хлорида натрия и 500 мг/л карбоната натрия. Рассчитайте гидрокарбонатную и общую щёлочность раствора.

55. Сколько грамм десятиводного карбоната натрия надо взять для приготовления 100 л раствора, содержащего 7,14 иг-экв/л карбонатной щёлочности?

56. Какова общая щёлочность воды, содержащей CO_3^{2-} - 50 мг/л и HCO_3^- - 122 мг/л?

57. К 100 мл 0,1 н. раствора едкого натра добавили 2,1 г гидрокарбоната натрия и раствор разбавили до 1 л. Рассчитайте отдельные виды щёлочности.

58. Сколько грамм едкого натра и карбоната натрия потребуется для приготовления 2,5 л раствора, содержащего 3 мг-экв/л гидратной и 0,4 мг-экв/л карбонатной щёлочности?

59. Активная кислотность раствора равна $5 \cdot 10^2$ мг-экв/л. Определите его pH.

60. Определить общую щёлочность воды, в состав которой входят (в ммоль-экв/л): SO_4^{2-} - 40, Cl^- - 35, Ca^{2+} - 20, HCO_3^- - 122, CO_3^{2-} - 120, NaOH - 160.

Окислительно-восстановительные процессы

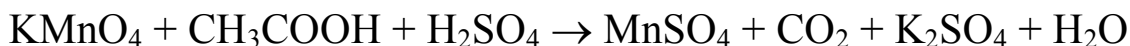
61. С помощью ионно-электронного метода составьте уравнения реакций, протекающих в водных растворах по следующим схемам:



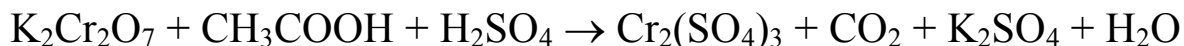
62. С помощью ионно-электронного метода составьте уравнения реакций, протекающих в водных растворах по следующим схемам:



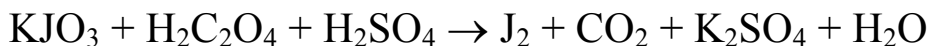
63. С помощью ионно-электронного метода составьте уравнения реакций, протекающих в водных растворах по следующим схемам:



64. С помощью ионно-электронного метода составьте уравнения реакций, протекающих в водных растворах по следующим схемам:



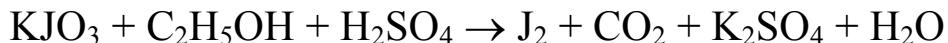
65. С помощью ионно-электронного метода составьте уравнения реакций, протекающих в водных растворах по следующим схемам:



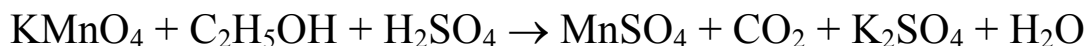
66. С помощью ионно-электронного метода составьте уравнения реакций, протекающих в водных растворах по следующим схемам:



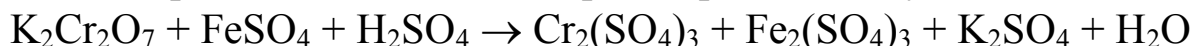
67. С помощью ионно-электронного метода составьте уравнения реакций, протекающих в водных растворах по следующим схемам:



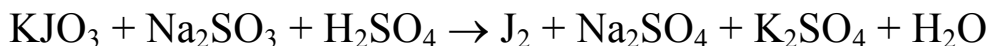
68. С помощью ионно-электронного метода составьте уравнения реакций, протекающих в водных растворах по следующим схемам:



69. С помощью ионно-электронного метода составьте уравнения реакций, протекающих в водных растворах по следующим схемам:



70. С помощью ионно-электронного метода составьте уравнения реакций, протекающих в водных растворах по следующим схемам:



ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ РАБОТЫ

Вариант	Номера заданий						
1	1	20	21	40	41	60	61
2	2	19	22	39	42	59	62
3	3	18	23	38	43	58	63
4	4	17	24	37	44	57	64
5	5	16	25	36	45	56	65
6	6	15	26	35	46	55	66
7	7	14	27	34	47	54	67
8	8	13	28	33	48	53	68
9	9	12	29	32	49	52	69
10	10	11	30	31	50	51	70
11	10	16	27	38	49	52	62
12	9	17	28	39	50	51	61
13	8	18	29	40	48	54	67
14	7	19	30	35	47	53	68
15	6	20	21	36	46	56	70
16	5	11	22	37	45	55	69
17	4	12	23	31	44	58	64
18	3	13	24	32	43	57	63
19	2	14	25	33	42	60	66
20	1	15	26	34	41	59	65
21	2	19	23	34	45	56	67
22	1	20	22	35	46	54	68
23	4	17	21	36	47	52	70
24	3	18	24	37	48	53	61
25	6	15	28	40	49	51	62
26	5	16	30	38	41	57	63
27	8	14	25	39	42	54	66
28	7	13	26	31	43	55	64
29	10	11	29	32	44	60	65
30	9	12	27	33	50	58	69

31	5	17	21	32	43	54	65
32	6	18	22	33	44	53	66
33	7	19	23	34	45	52	67
34	8	20	24	35	46	51	68
35	9	19	25	36	47	60	69
36	10	15	26	37	48	55	70
37	4	13	27	38	49	56	61
38	3	12	28	39	50	57	62
39	1	11	29	40	41	58	63
40	2	14	30	31	42	59	64

ПРИЛОЖЕНИЕ

1. Нормирование примесей в воде по органолептическому и санитарно-токсикологическому показателям

Воду можно использовать для питьевых целей, если удовлетворяется следующее условие:

$$\frac{c_1}{C_1} + \frac{c_2}{C_2} + \dots + \frac{c_n}{C_n} \leq 1,$$

где c_1, c_2, \dots - концентрация компонентов воды, мг/л;

C_1, C_2 - ПДК компонентов, мг/л.

2. Результаты проведения анализа

Анализ воды проведён правильно, если удовлетворяется следующее условие:

$$\sum C_n (Kat^{n+}) = \sum C_n (An^{n-}),$$

где $\sum C_n (Kat^{n+})$ - сумма нормальных концентраций определённых в воде катионов;

$\sum C_n (An^{n-})$ - сумма нормальных концентраций определённых в воде анионов.

3. Способы выражения концентрации растворов

1.) Молярная концентрация (C , моль/л или М)

$$C = \frac{\nu (\text{вещества})}{V(\text{раствора})},$$

где ν (вещества) – количество растворённого вещества, моль;

V (раствора) – объём раствора, л.

2.) Молярная эквивалентная или нормальная концентрация

(C_n , моль-экв/л или н.)

$$C_n = \frac{\nu_{\text{Э}} (\text{вещества})}{V(\text{раствора})},$$

где $\nu_{\text{Э}}$ (вещества) – количество растворённого вещества, моль-экв;

V (раствора) – объём раствора, л.

3.) Титр (Т, г/мл)

$$T = \frac{m(\text{вещества})}{V(\text{раствора})},$$

где m (вещества) – масса растворённого вещества, г;
 V (раствора) – объём раствора, мл.

4.) Процентная концентрация по массе (ω , %)

$$\omega = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{раствора})} \cdot 100$$

где m (вещества) – масса растворённого вещества, г;
 m (раствора) – масса раствора, г.

4. Произведение растворимости

$$\text{Kat}_n\text{An}_m = n\text{Kat}^{m+} + m\text{An}^{n-} \quad \text{ПР} = [\text{Kat}^{m+}]^n \cdot [\text{An}^{n-}]^m$$

$$P, \text{ моль / л} = \sqrt[n+m]{\frac{\text{ПР}}{n^n \cdot m^m}},$$

где Kat_nAn_m – формула трудно растворимого вещества,
 n, m – коэффициенты в уравнении диссоциации трудно растворимого вещества,

ПР – произведение растворимости трудно растворимого вещества,

P – растворимость трудно растворимого вещества, моль/л.

5. pH водно-дисперсных систем

$$K_B = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}.$$

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+] \quad \text{pOH} = -\lg [\text{OH}^-],$$

где K_B – ионное произведение воды;

pH – водородный показатель;

pOH – гидроксильный показатель.

Расчёт pH растворов, содержащих слабые электролиты (кислоты, основания), а также гидролизующихся солей

а) для растворов кислот (слабых электролитов)

$$\begin{array}{ll}
 [H^+] = C\alpha & pH = -\lg [H^+] \\
 [H^+] = \sqrt{C \cdot K_K} & pH = -\lg (C\alpha) \\
 pH = -\lg (\sqrt{C \cdot K_K}) & pH = \frac{(pK_K + pC)}{2}
 \end{array}$$

где $[H^+]$ – концентрация катионов H^+ в растворе кислоты, моль/л;
 C – концентрация кислоты, моль/л;
 α – степень диссоциации кислоты;
 p – показатель (отрицательный десятичный логарифм от иско-
мой величины);
 pH – водородный показатель;
 K_K – константа диссоциации кислоты.

б) для растворов щелочей (слабых электролитов)

$$\begin{array}{ll}
 [OH^-] = C\alpha & pOH = -\lg [OH^-] \\
 [OH^-] = \sqrt{C \cdot K_O} & pOH = -\lg (C\alpha) \\
 pOH = -\lg (\sqrt{C \cdot K_O}) & pH = 14 - pOH \\
 pOH = \frac{(pK_O + pC)}{2} & pH = 14 - \frac{(pK_O + pC)}{2}
 \end{array}$$

где $[OH^-]$ – концентрация ионов OH^- в растворе щёлочи, моль/л;
 C – концентрация щёлочи, моль/л;
 α – степень диссоциации щёлочи;
 p – показатель (отрицательный десятичный логарифм от иско-
мой величины);
 pH – водородный показатель;
 pOH – гидроксильный показатель;
 K_O – константа диссоциации основания.

в) для растворов солей, гидролизующихся

- по катиону

$$[H^+] = \sqrt{K_{\Gamma} \cdot C_{соли}} \qquad pH = -\lg \sqrt{\frac{K_B \cdot C_{соли}}{K_O}}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_B \cdot C_{соли}}{K_O}} \quad pH = 7 + \frac{(pC_{соли} - pK_O)}{2}$$

где $[H^+]$ – концентрация катионов H^+ , моль/л;
 $C_{соли}$ – концентрация соли, гидролизующейся по катиону, моль/л;
 p – показатель (отрицательный десятичный логарифм от искомой величины);
 pH – водородный показатель;
 K_B – ионное произведение воды;
 K_O – константа диссоциации слабого основания, образующего соль, гидролизующуюся по катиону, по последней ступени.

- по аниону

$$[OH^-] = \sqrt{K_G \cdot C_{соли}} \quad pOH = -\lg \sqrt{\frac{K_B \cdot C_{соли}}{K_K}}$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_B \cdot C_{соли}}{K_K}} \quad pH = 7 - \frac{(pC_{соли} - pK_K)}{2}$$

где $[H^+]$ – концентрация катионов H^+ , моль/л;
 $[OH^-]$ – концентрация ионов OH^- , моль/л;
 $C_{соли}$ – концентрация соли, гидролизующейся по аниону, моль/л;
 p – показатель (отрицательный десятичный логарифм от искомой величины);
 pH – водородный показатель;
 pOH – гидроксильный показатель;
 K_B – ионное произведение воды;
 K_K – константа диссоциации слабой кислоты, образующей соль, гидролизующуюся по аниону, по последней ступени.

Определение pH буферных растворов

- Буферный раствор, содержащий слабую кислоту и её соль:

$$pH = pK_D - \lg \frac{C(\text{кислоты})}{C(\text{соли})}$$

где pH – водородный показатель;

C (кислоты) – концентрация кислоты в буферном растворе;

C (соли) – концентрация соли в буферном растворе.

- Буферный раствор, содержащий слабое основание и её соль:

$$pH = 14 - pK_d + \lg \frac{C(\text{основания})}{C(\text{соли})}$$

где pH – водородный показатель;

C (основания) – концентрация кислоты в буферном растворе;

C (соли) – концентрация соли в буферном растворе.

Кислотно-основные индикаторы

Название индикатора	Окраска		pK	Область перехода, pH
	Кислотная форма	Щелочная форма		
Метилоранж	Розовая	жёлтая	3,7	3,1 – 4,4
Лакмус	Красная	синяя	6,5	5,0 – 8,0
Фенолфталеин	Бесцветный	красный	9,7	8,3 – 9,8

6. Кислотность и щёлочность воды

$$K = \frac{C_H \cdot V_1 \cdot 1000}{V_2}$$

где K – кислотность, ммоль-экв/л;

C_H – концентрация щёлочи, моль-экв/л;

V_1 – объём раствора щёлочи, пошедшего на титрование пробы, мл;

V_2 – объём анализируемой воды, мл;

1000 – переводной коэффициент.

$$Щ = \frac{C_H \cdot V_1 \cdot 1000}{V_2}$$

где $Щ$ – щёлочность воды, ммоль-экв/л;

C_H – концентрация кислоты, моль-экв/л;

V_1 – объём раствора кислоты, пошедшего на титрование пробы, мл;

V_2 – объём анализируемой воды, мл;

1000 – переводной коэффициент.

$$Щ_o = Щ_G + Щ_{ГК} + Щ_K + Щ_{ГУМ.},$$

где $Щ_o$ – общая щёлочность, ммоль-экв/л;

$Щ_G$ – гидратная щёлочность, ммоль-экв/л;

$Щ_{ГК}$ – гидрокарбонатная щёлочность, ммоль-экв/л;

$Щ_K$ – карбонатная щёлочность, ммоль-экв/л;

$Щ_{ГУМ.}$ – гуматная щёлочность, ммоль-экв/л.

