



Частное профессиональное образовательное учреждение
«АНАПСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ»
(ЧПОУ «Анапский индустриальный техникум»)

А.С. Юрова

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

учебно - методическое пособие

Анапа
2023

Практическая работа №3 Комплексные соединения

Цель работы: закрепить знания о строении и номенклатуре комплексных соединений; уметь определять ион – комплексообразователь, лиганды, координационное число центрального атома, дентатность лигандов; классифицировать и давать название координационным соединениям, составлять реакции комплексообразования. практически отработать навык составления формул координационных соединений.

Оборудование: справочные материалы, ПСХЭ.

Ход работы

Задание №1 Определите тип комплексного соединения и назвать его по номенклатуре:

- 1) Катионные комплексы;
- 2) Анионные комплексы;
- 3) Нейтральные комплексы;
- 4) Хелатные комплексы.

Вариант I	Вариант II	Вариант III	Вариант IV
$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6][\text{Fe}(\text{CN})_6]$ - гексацианоферратгексаамино никель	$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$ - тетрахлородиаминоплатина	$\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ – калия тетрагидроксоалюминат	$\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4]$ – тетрагидроксостанумат(II) динатрий
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$ - тринитротриаминокобальт	$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6](\text{NO}_3)_3$ - тринитрогексаакваферрат	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ – тетрааминокупрат(II) сульфат	$[\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_6)_2]$ – дибензол хром
	 КАЛЬЦИЙ-ЛАКТАТ-ХЕЛАТНЫЙ КОМПЛЕКС		
$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – гексацианоферрат(II) калия	$[\text{W}(\text{CO})_6]$ - гексакарбонилвольфрам	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_3$ – сульфиттетрааминмеди(II)	$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6][\text{Fe}(\text{CN})_6]$ - гексацианоферратгексааминоникель
$\text{Na}_2[\text{Ca}(\text{edta})]$ – натрия этилендиаминтетраацетатокальциат	$\text{H}[\text{AuCl}_4]$ – водорода тетрахлороаурат(III)	$\text{H}_2[\text{SiF}_6]$ – диводородагексафторидосиликат	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – гексацианоферрат(III)калия
$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{SO}_4$ – гексаакважелеза(II) сульфат	$[\text{Co}_2(\text{CO})_8]$ - октакарбонилдикобальт	$\text{K}_2[\text{PtJ}_6]$ – гексалодоплатинат(IV)калия	$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$ – тетрахлородиаминоплатина
$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – гексацианоферрат(III)калия	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ - хлориддиаминсеребра	$[\text{PtCl}_4(\text{NH}_3)_2]$ - тетрахлордиамминоплатина	$[\text{Mg}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$ – гексааквамагниядихлорид
$[\text{CoBr}(\text{NH}_3)_5]\text{Br}_2$ – пентааминбромкобальта(III) бромид	$[\text{Fe}(\text{CO})_5]$ - пентакарбонилферрат	$[\text{PtBr}_2(\text{NH}_3)_2]$ - диаминодибромплатинат	$\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ – калия тетрагидроксоалюминат
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$ – динитраттетрааминомеди(II)	$\text{K}_2[\text{HgJ}_4]$ – тетрайодемеркуриат(II)калия	$[\text{Co}(\text{NO}_2)_2(\text{NH}_3)_4]$ - тетрааминодинитрокобальт	$[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{SO}_4$ – гексааквакобальта(II) сульфат

Итоги решения занести в таблицу:

Катионные комплексы	Анионные комплексы	Нейтральные комплексы	Хелатные комплексы
1.	1.	1.	1.
2.	2.	2.	2.
3.	3.	3.	3.
4.	4.	4.	4.
5.	5.	5.	5.
6.	6.	6.	6.
7.	7.	7.	7.
8.	8.	8.	8.
9.	9.	9.	9.

Задание №2 Объясните строение координационных соединений:

Вариант I	Вариант II	Вариант III	Вариант IV
K[BF ₄]- тетраборат калия [Ag(NH ₃) ₂]Cl – хлориддиамминсеребра	K ₃ [Fe(CN) ₆]- гексацианоферрат(III) калия [Cu(NH ₃) ₄]SO ₄ - тетраминмеди(II)сульфат	K ₄ [Fe(CN) ₆]- гексацианоферрат(II)калия [Ag(NH ₃) ₂]Cl – хлориддиамминсеребра	[Pt(NH ₃)Cl ₂]- дихлородиаминоплатина(II) K ₃ [Fe(CN) ₆]- гексацианоферрат(III) калия

Укажите заряды каждой частицы и назовите комплексные соли.

Задание №3 Нарисовать структурные формулы приведенных комплексных соединений, назвав их и указав: центральный атом, его координационное число, лиганды, заряды лигандов и их дентатность, противоионы, внутреннюю и внешнюю координационную сферы:

Вариант I	Вариант II	Вариант III	Вариант IV
[CrCl ₃ (H ₂ O) ₃] [Zn(NH ₃) ₄]SO ₄	Na[AuCl ₄] Cu ₂ [Fe(CN) ₂]	[CrCl ₃ (H ₂ O) ₃] [Co(CN)(H ₂ O)(NH ₃) ₄]Br	Na[AuCl ₄] [PtCl ₂ (NH ₃) ₂]

Задание №4 Нарисовать структурные формулы следующих соединений:

Вариант I	Вариант II	Вариант III	Вариант IV
диамминдихлорплатины(II) бромида;	бария гексагидроксокобальтата	дибензолхрома	тетрахлордиамминоплатина

Контрольные вопросы

1. Какие реакции называют реакциями комплексообразования?
2. Каково строение комплексного соединения согласно координационной теории А. Вернера?
3. Объясните, в чем выражается дентатность?
4. Какова природа химической связи в комплексных соединениях.
5. Магнитные свойства комплексных соединений.
6. Устойчивость окраски комплексных соединений.
7. Диссоциация комплексных соединений.
8. Константа нестойкости комплексных ионов.
9. Зависимость диссоциации комплексного иона от концентрации свободных молекул (или ионов) лиганда.
10. Примеры лекарственных средств, в основе которых комплексные соединения.

Практическая работа №5

Гидролиз солей

Цель работы: закрепить знания по теме: «Гидролиз солей», посредством решения задач по составлению уравнений реакций гидролиза солей различного типа. Сделать вывод о возможности гидролиза предложенных солей; практически определить реакцию среды продуктов гидролиза; составить уравнения гидролиза. Записывать молекулярные и ионные уравнения гидролиза солей разного типа.

Ход работы

Вариант I	Вариант II	Вариант III
<p>1. Даны соли:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ сульфат натрия; ▪ сульфит натрия; ▪ сульфат цинка; ▪ иодид алюминия; ▪ иодид аммония; ▪ иодид стронция. <p>Записать формулы солей, указав силу электролитов ее образующих.</p>	<p>1. Даны соли:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ сульфат калия; ▪ сульфит калия; ▪ сульфат алюминия; ▪ иодид цинка; ▪ иодид железа; ▪ иодид кальция. <p>Записать формулы солей, указав силу электролитов ее образующих.</p>	<p>1. Даны соли:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ сульфат аммония; ▪ сульфит аммония; ▪ сульфат никеля; ▪ иодид хрома; ▪ иодид кобальта; ▪ иодид марганца. <p>Записать формулы солей, указав силу электролитов ее образующих.</p>
<p>2. Записать все ионно-молекулярные уравнения гидролиза этих солей и определить в какой цвет будет окрашен лакмус в водных растворах: K₂CO₃, NH₄CL, CaCL₂?</p>	<p>3. Записать все ионно-молекулярные уравнения гидролиза этих солей и определить в какой цвет будет окрашен лакмус в водных растворах: NaNO₃, FeCL₃, NH₄CN?</p>	<p>2. Записать все ионно-молекулярные уравнения гидролиза этих солей и определить в какой цвет будет окрашен лакмус в водных растворах: Na₂CO₃, Na₂SO₄, NH₄CL?</p>
<p>3. Решить задачу: Вычислить степень гидролиза ацетата калия в 0,1 М растворе и pH раствора. <i>Ответ:</i> $h = 7,5 \cdot 10^{-5}$; pH = 8,88; pOH = 5,12.</p>	<p>3. Решить задачу: Определить pH 0,1M раствора ортофосфата калия. <i>Ответ:</i> pH = 11,45; pOH = 2,55.</p>	<p>3. Вычислить константу гидролиза фторида калия, определить степень гидролиза этой соли в 0,01 М растворе и pH раствора. <i>Ответ:</i> $K_f = 1,5 \cdot 10^{-11}$; $h = 3,9 \cdot 10^{-5}$; pH = 7,59.</p>
<p>Контрольные вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Что называется гидролизом соли? 2) Что характеризует константа гидролиза K_г? 3) Какие соли гидролизуются ступенчато? 	<p>Контрольные вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) От каких факторов зависит гидролиз? 2) Что характеризует степень гидролиза? 3) Когда гидролиз невозможен? 	<p>Контрольные вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Для каких солей гидролиз протекает необратимо? 2) Как влияет температура на скорость гидролиза? 3) Какова причина совместного гидролиза солей?

Пример решения задачи по теме: «Гидролиз солей»

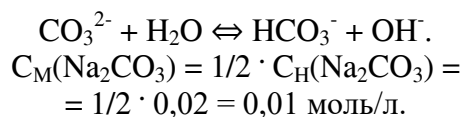
Задача

Определить pH 0,02 н. раствора соды Na_2CO_3 , учитывая только первую ступень гидролиза.

Решение:

$$K_1(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,5 \cdot 10^{-7}.$$

Na_2CO_3 - соль сильного основания и слабой кислоты, поэтому гидролиз соли проходит по аниону:



Степень гидролиза соли определяется по формуле:

$$h = \sqrt{\frac{K(\text{H}_2\text{O})}{K_1(\text{H}_2\text{CO}_3) \cdot C_{\text{M}}}} = \sqrt{\frac{10^{-14}}{4,5 \cdot 10^{-7} \cdot 10^{-2}}} = 1,49 \cdot 10^{-3}.$$

Здесь

h - степень гидролиза соли, показывает долю гидролизованных ионов.

Теперь рассчитаем концентрацию образовавшихся ионов OH^- :

$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] &= C_{\text{M}} \cdot h = 10^{-2} \cdot 1,49 \cdot 10^{-3} = 1,49 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л;} \\ p\text{OH} &= -\lg[\text{OH}^-] = -\lg 1,49 \cdot 10^{-5} = 5 - \lg 1,49 = 5 - 0,17 = 4,83; \\ p\text{H} &= 14 - p\text{OH} = 14 - 4,83 = 9,17. \end{aligned}$$

Ответ: pH = 9,17.

Примеры заданий по теме «Гидролиз» и комментарии к их решению

1. В водном растворе гидролизу не подвергается соль

1)	нитрат цинка	3)	нитрат калия
2)	нитрит калия	4)	сульфита натрия

Не подвергается гидролизу соли, образованные сильной кислотой и сильным основанием. Из перечисленных – это нитрат калия. *Ответ: 3.*

2. Среда водного раствора сульфата алюминия

1)	нейтральная	3)	слабощелочная
2)	сильнощелочная	4)	кислая

Так сульфат алюминия – соль, образованная слабым основанием $Al(OH)_3$ и сильной кислотой H_2SO_4 , то в водном растворе происходит гидролиз по катиону, поэтому раствор имеет кислую среду. *Ответ: 4.*

3. Лакмус краснеет в водном растворе соли

1)	Na_2SO_3	2)	K_2SO_4	3)	K_2S	4)	$ZnSO_4$
----	------------	----	-----------	----	--------	----	----------

Красную окраску лакмус приобретает в кислой среде. Кислую среду имеют водные растворы солей, гидролизующихся по катиону, т.е. образованных сильной кислотой и слабым основанием. Из перечисленных такой солью является сульфит натрия Na_2SO_3 . *Ответ: 1.*

4. Фенолфталеин имеет одинаковую окраску в водных растворах карбоната калия и

1)	хлорида алюминия	3)	стеарата натрия
2)	сульфата калия	4)	нитрата натрия

Карбонат калия K_2CO_3 - соль, образованная слабой угольной кислотой H_2CO_3 и сильным основанием – гидроксидом калия KOH. В водном растворе происходит ее гидролиз по аниону, вследствие чего среда раствора – щелочная, а фенолфталеин окрасится в малиновый цвет. Из перечисленных солей такому же типу гидролиза подвергается стеарат натрия $C_{17}H_{35}COONa$ – соль, образованная слабой органической стеариновой кислотой $C_{17}H_{35}COOH$ и сильным основанием – гидроксидом натрия NaOH. *Ответ: 3*

5. С помощью лакмусовой бумажки можно распознать растворы трех солей

1)	$KCl, Na_2SiO_3, Ba(NO_3)_2$
2)	$RbCl, K_2SO_3, ZnSO_4$
3)	$Ca(NO_3)_2, NaNO_2, K_2SO_4$
4)	$K_3PO_4, NaHCO_3, AlBr_3$

Каждая из трех солей в группе должна иметь разное отношение к гидролизу в водном растворе. Этому условию удовлетворяют соли: RbCl (гидролизу не подвергается, среда нейтральная, лакмус фиолетовый), K_2SO_3 (гидролиз по аниону, среда щелочная, лакмус синий), $ZnSO_4$ (гидролиз по катиону, среда кислая, лакмус красный). *Ответ: 2.*

Особо подчеркнем, что многие школьники затрудняются оценить силу гидроксида рубидия RbOH, забывая, что рубидий, являясь типичным щелочным металлом, образует сильную щелочь.

6. При гидролизе фосфида кальция образуются

1)	фосфин и оксид кальция
----	------------------------

2)	фосфин и гидроксид кальция
3)	ортофосфорная кислота и оксид кальция
4)	ортофосфорная кислота и гидроксид кальция

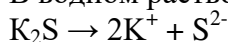
Фосфид кальция Ca_3P_2 – бинарное соединение, при гидролизе которого образуется летучее водородное соединение фосфин PH_3 и гидроксид кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$. *Ответ: 2.*

7. Гидролиз сульфида калия усилится при

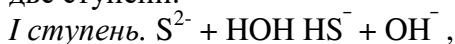
1)	охлаждении раствора	3)	увеличении концентрации соли
2)	нагревании раствора	5)	добавлении гидроксида калия

Сульфид калия K_2S – соль, образованная сильным основанием KOH и слабой двухосновной кислотой H_2S .

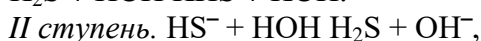
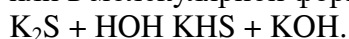
В водном растворе сульфид калия диссоциирует:



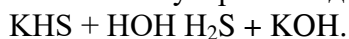
Так как эта соль образована слабой двухосновной кислотой, то ее гидролиз протекает в две ступени.



или в молекулярной форме:



или в молекулярном виде:



В результате гидролиза сульфида калия образуются слабые электролиты – ионы HS^- и молекулы H_2S , и появляются гидроксид-ионы OH^- , вследствие чего раствор приобретает щелочную среду.

Гидролиз – эндотермический процесс. Поэтому в соответствии с принципом Ле Шателье охлаждение раствора будет подавлять гидролиз. Подавлению гидролиза, т.е. смещению равновесия влево, будут способствовать также увеличение концентрации соли K_2S и добавление щелочи как продукта гидролиза. Усилить гидролиз соли, т.е. сместить равновесие вправо, можно следующим образом: а) добавляя воду (разбавляя раствор); б) удаляя продукты гидролиза (путем связывания гидроксид-ионов OH^- или удаления H_2S); в) нагревая раствор. Нагревание, кроме того, будет способствовать удалению из раствора сероводорода, что в еще большей степени усилит гидролиз K_2S . *Ответ: 2.*

8. Установите соответствие между формулой соли и типом гидролиза этой соли в ее водном растворе.

ФОРМУЛА СОЛИ		ТИП ГИДРОЛИЗА	
А)	MgCl_2	1)	по катиону
Б)	Na_2SO_4	2)	по аниону
В)	KBr	3)	по катиону и аниону
Г)	Fe_2S_3	4)	не гидролизуется

MgCl_2 - соль, образованная слабым основанием и сильной кислотой, поэтому гидролизуется по катиону. Na_2SO_4 и KBr – соли, образованные сильными основаниями и сильными кислотами, поэтому гидролизу не подвергаются. Fe_2S_3 - соль, образованная слабым основанием и слабой кислотой, поэтому подвергается гидролизу по катиону и по аниону. *Ответ: 1443.*

9. Установите соответствие между названием соли и средой ее водного раствора.

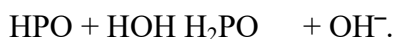
НАЗВАНИЕ СОЛИ		СРЕДА РАСТВОРА	
А)	фосфат натрия	1)	кислая
Б)	гидрофосфат натрия	2)	нейтральная
В)	дигидрофосфат натрия	3)	щелочная
Г)	сульфат натрия		

Это довольно сложное задание, в котором следует учесть особенности гидролиза нормальных и кислых солей ортофосфорной кислоты. Фосфат натрия

Na_3PO_4 гидролизуется по аниону PO_4^{3-} , поэтому его водный раствор имеет *щелочную среду*:



В водном растворе гидрофосфата натрия Na_2HPO_4 происходит гидролиз по аниону HPO_4^{2-} , в результате чего образуются гидроксид-ионы OH^- :



Однако анионы HPO_4^{2-} способны также к диссоциации с образованием катионов водорода, что представляет собой процесс диссоциации ортофосфорной кислоты по третьей ступени:



При этом первый процесс – гидролиз аниона HPO_4^{2-} преобладает, и поэтому *среда водного раствора гидрофосфата натрия – щелочная*.

В водном растворе дигидрофосфата натрия NaH_2PO_4 также происходит гидролиз по аниону H_2PO_4^- , в результате чего образуются гидроксид-ионы OH^- :



Но ионы H_2PO_4^- также диссоциируют с образованием катионов водорода, что представляет собой процесс диссоциации ортофосфорной кислоты по второй ступени:



В случае дигидрофосфата преобладает второй процесс – диссоциация иона H_2PO_4^- с образованием катионов водорода, и поэтому *среда водного раствора дигидрофосфата натрия – кислая*.

Отметим, что аналогичная ситуация наблюдается в водных растворах *сульфита и гидросульфита* натрия: в растворе сульфита натрия Na_2SO_3 среда щелочная, а в растворе гидросульфита натрия NaHSO_3 – кислая.

Однако при гидролизе *карбонатов, и гидрокарбонатов* щелочных металлов (например, Na_2CO_3 и NaHCO_3) среда раствора будет щелочная, так как процесс гидролиза гидрокарбонат-иона HCO_3^- с образованием гидроксид-ионов OH^- преобладает над процессом его диссоциации с образованием ионов водорода H^+ .

Сульфат натрия гидролизу не подвергается и имеет нейтральный характер водной среды.

Ответ: 3312.

10. Установите соответствие между названием соли и сокращенным ионным уравнением ее гидролиза по первой ступени.

НАЗВАНИЕ СОЛИ		СОКРАЩЕННОЕ ИОННОЕ УРАВНЕНИЕ	
А)	сульфит натрия	1)	$\text{PO}_4^{3-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^-$
Б)	нитрит бария	2)	$\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HNO}_2 + \text{OH}^-$

В)	фосфат натрия	3)	$S^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HS^- + OH^-$
Г)	сульфид калия	4)	$SO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HSO_3^- + OH^-$
		5)	$NO_2^- + H_2O \rightleftharpoons HNO_2 + OH^-$
		6)	$PO_4^{3-} + 3H_2O \rightleftharpoons H_3PO_4 + 3OH^-$

Во-первых, следует проанализировать состав каждой соли и на основе этого определить тип ее гидролиза. Отметим, что *школьники часто путают сульфаты, сульфиты и сульфиды, а также нитраты, нитриты и нитриды*. Сульфит натрия Na_2SO_3 и сульфид калия K_2S , нитрит бария $Ba(NO_2)_2$ и фосфат натрия – соли, образованные сильными основаниями и слабыми кислотами. Поэтому они подвергаются гидролизу по аниону. Гидролизу сульфит-иона соответствует процесс 4, сульфид-иона – процесс 3, а нитрит-иона – процесс 2. Необходимо обратить внимание учащихся на то, что краткие ионные уравнения гидролиза отражают взаимодействие *одного иона с одной молекулой воды*. Учитывая это, определяем, что гидролизу фосфат-иона соответствует процесс 1, но не 6. *Ответ: 4213.*

Вычисление константы гидролиза, определение степени гидролиза соли

Задача №1

Вычислить константу гидролиза фторида калия, определить степень гидролиза этой соли в 0,01 М растворе и pH раствора.

Решение:

$$K(HF) = 6,6 \cdot 10^{-4}$$

KF - соль сильного основания и слабой кислоты, поэтому гидролиз соли проходит по аниону:



Константа гидролиза соли определяется константой диссоциации образовавшейся кислоты HF и определяется по формуле:

$$K_{\Gamma} = \frac{K(H_2O)}{K(HF)} = \frac{10^{-14}}{6,6 \cdot 10^{-4}} = 1,5 \cdot 10^{-11}$$

Степень гидролиза соли определяется по формуле:

$$h = \sqrt{\frac{K_{\Gamma}}{C_M}} = \sqrt{\frac{1,5 \cdot 10^{-11}}{10^{-2}}} = 3,9 \cdot 10^{-5}$$

Здесь

K_{Γ} - константа гидролиза соли; h - степень гидролиза соли, показывает долю гидролизованных ионов.

Теперь рассчитаем концентрацию образовавшихся ионов OH^- :

$$\begin{aligned} [OH^-] &= C_M \cdot h = 10^{-2} \cdot 3,9 \cdot 10^{-5} = 3,9 \cdot 10^{-7}; \\ pOH &= -\lg[OH^-] = -\lg 3,9 \cdot 10^{-7} = \\ &= 7 - \lg 3,9 = 7 - 0,59 = 6,41; \\ pH &= 14 - pOH = 14 - 6,41 = 7,59. \end{aligned}$$

$$\text{Ответ: } K_{\Gamma} = 1,5 \cdot 10^{-11}; h = 3,9 \cdot 10^{-5}; pH = 7,59.$$

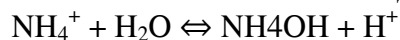
Задача №2

Вычислить константу гидролиза хлорида аммония, определить степень гидролиза этой соли в 0,01 М растворе и рН раствора.

Решение:

$$K(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}.$$

NH_4Cl - соль слабого основания и сильной кислоты гидролизуетея по катиону:



Константа гидролиза соли определяется константой диссоциации образовавшегося основания NH_4OH и определяется по формуле:

$$K_r = \frac{K(\text{H}_2\text{O})}{K(\text{NH}_4\text{OH})} = \frac{10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 5,6 \cdot 10^{-10}.$$

Степень гидролиза соли определяется по формуле:

$$h = \sqrt{\frac{K_r}{C_M}} = \sqrt{\frac{5,6 \cdot 10^{-10}}{1 \cdot 10^{-2}}} = 2,22 \cdot 10^{-5}.$$

Здесь

K_r - константа гидролиза соли; h - степень гидролиза соли, показывает долю гидролизованных ионов.

Теперь рассчитаем концентрацию образовавшихся ионов H^+ :

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= h \cdot C_M = 2,22 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-2} = \\ &= 2,22 \cdot 10^{-7} \text{ моль / л}; \\ \text{pH} &= -\lg[\text{H}^+] = -\lg 2,22 \cdot 10^{-7} = \\ &= 7 - \lg 2,22 = 7 - 0,35 = 6,65. \end{aligned}$$

$$\text{Ответ: } K_r = 5,6 \cdot 10^{-10}; h = 2,4 \cdot 10^{-4}; \text{pH} = 6,65.$$

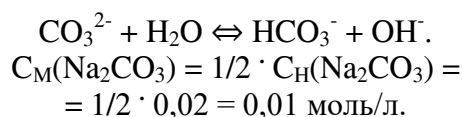
Задача №3

Определить рН 0,02 н. раствора соды Na_2CO_3 , учитывая только первую ступень гидролиза.

Решение:

$$K_1(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,5 \cdot 10^{-7}.$$

Na_2CO_3 - соль сильного основания и слабой кислоты, поэтому гидролиз соли проходит по аниону:



Степень гидролиза соли определяется по формуле:

$$h = \sqrt{\frac{K(\text{H}_2\text{O})}{K_1(\text{H}_2\text{CO}_3) \cdot C_M}} = \sqrt{\frac{10^{-14}}{4,5 \cdot 10^{-7} \cdot 10^{-2}}} = 1,49 \cdot 10^{-3}.$$

Здесь

h - степень гидролиза соли, показывает долю гидролизованных ионов.

Теперь рассчитаем концентрацию образовавшихся ионов OH^- :

$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] &= C_M \cdot h = 10^{-2} \cdot 1,49 \cdot 10^{-3} = 1,49 \cdot 10^{-5} \text{ моль / л}; \\ \text{pOH} &= -\lg[\text{OH}^-] = -\lg 1,49 \cdot 10^{-5} = 5 - \lg 1,49 = 5 - 0,17 = 4,83; \\ \text{pH} &= 14 - \text{pOH} = 14 - 4,83 = 9,17. \end{aligned}$$

$$\text{Ответ: } \text{pH} = 9,17.$$

Практическая работа №6

Коллоидные системы, их получение свойства

Цель работы: изучить методы получения коллоидных систем и их свойства.

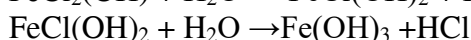
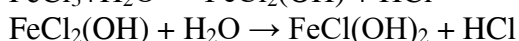
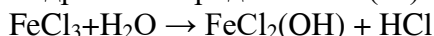
Оборудование и реактивы: пробирки, коническая колба, спиртовка, спички, пробиркодержатель, штатив для пробирок, химический стакан, стеклянная палочка; дистиллированная вода, FeCl₃ хлорид железа (III), AgNO₃ нитрат серебра, KI иодид калия, 2% спиртовый раствор канифоли, 0,1н AgNO₃, K₂CO₃ карбонат калия, 1% раствора танина, K₄[Fe(CN)₆] гексацианоферрат (II) калия (желтая кровяная соли).

Ход работы

Задание №1 Получение золя Fe(OH)₃ (гидролиз).

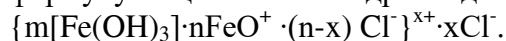
В коническую колбу налили 100 мл дистиллированной воды и нагрели до кипения. В кипящую воду по каплям добавили 5-10 мл 2% раствора FeCl₃ до появления интенсивного красного-коричневого цвета.

Гидролиз хлорида железа (III) протекает в три ступени:



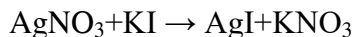
Ядро золя составляют молекулы трудно растворимого гидроксида железа: $m[\text{Fe}(\text{OH})_3]$.

Потенциалоопределяющими являются ионы FeO⁺, противоионами – хлорид-ионы, часть которых (x) образует диффузный слой, другая часть (n-x) – адсорбционный. Записали формулу мицеллы золя гидроксида железа (III):

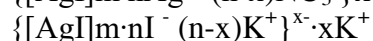
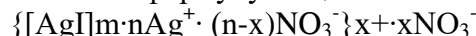


Задание №2 Получение золя AgI (реакция обмена).

В коническую колбу налили примерно 5 мл 0,05н раствора KI и затем медленно, при сильном перемешивании, добавили 3 капли 0,05н AgNO₃. Таким образом получили желтоватый золь йодида серебра. Он образуется согласно реакции:



Записали формулу мицеллы золя йодида серебра при избытке ионов NO₃⁻ и K⁺.



Задание №3 Получение золя канифоли (замена растворителя).

В коническую колбу налили 10-15 мл дистиллированной воды и, при интенсивном размешивании добавили несколько капель 2% спиртового раствора канифоли до образования беловато-прозрачного золя.

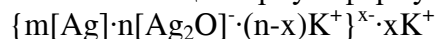
Задание №4 Получение золя серебра (реакция восстановления).

В коническую колбу со 100 мл дистиллированной воды добавили 1 мл 0,1н AgNO₃, 1-2 капли K₂CO₃ и 2-3 капли 1% раствора танина. Раствор принял желто-коричневую окраску.

Процесс получения золя серебра выражается уравнением реакции:

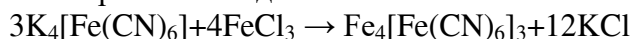


Записали мицеллярную формулу данного золя:

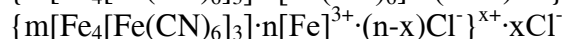
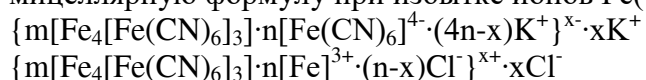


Задание №5 Получение золя берлинской лазури (метод пептизации).

В стакан налили 5 капель насыщенного раствора хлорида железа (III) и 3 капли насыщенного раствора желтой кровяной соли. Образуется берлинская лазурь в виде гелеобразного осадка.



Часть полученного осадка перенесли в колбу со 100 мл дистиллированной воды и размешали. Таким образом, получили темно-синий золь берлинской лазури. Записали его мицеллярную формулу при избытке ионов $\text{Fe}(\text{CN})_6$ и FeCl_3 :



Вывод: ознакомились с методами получения коллоидных растворов: методы замены растворителя и пептизации, гидролиза, а также путем реакций восстановления и обмена. Записали уравнения реакций их получения и составили мицеллярные формулы.

Контрольные вопросы

1. Предмет коллоидной химии, ее значение в фармации.
2. Дисперсные системы. Дисперсная фаза и дисперсионная среда.
3. Классификация дисперсных систем по степени дисперсности, агрегатному состоянию фаз.
4. Классификация коллоидных систем.
5. Методы получения коллоидных систем.
6. Методы очистки коллоидных систем.
7. Оптические свойства коллоидных систем.
8. Строение коллоидных частиц.
9. Методы получения и очистки дисперсных систем.
10. Свойства дисперсных систем: броуновское движение, диффузия, осмос, оптические и электрические свойства.
11. Кинетическая и агрегативная устойчивость золь. Коагуляция (скрытая и явная, медленная и быстрая).
12. Порог коагуляции, коагулирующее действие. Правило Шульце-Гарди. Взаимная коагуляция.
13. Седиментационный анализ.
14. Коллоидные ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ).
15. Что называется электрокинетическим потенциалом.
16. От каких факторов зависит величина потенциала.
17. Какие существуют методы определения потенциала.
18. Что такое электрофорез.
19. Как связаны электрофоретическая скорость и потенциал.