

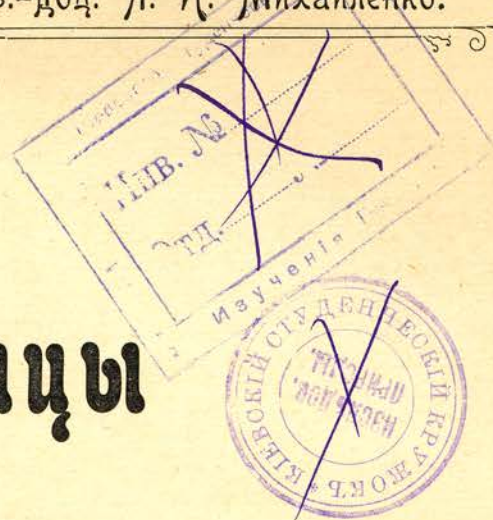
544
p-45
4286 ✓

548
Рес. 4.55

Проф. С. Н. Реформатскій и прив.-доц. Я. И. Михайленко.

~~444~~
уякноту

✓



Таблицы

Качественнаго Химическаго Анализа.



Киевский Держ. Педагогический Ин-т
БІБЛІОТЕКА
Відділ
Інв. № 88506

42390-13

ФУНДАМЕНТАЛЬНИЙ

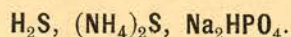
КИЕВЪ.

Типографія ПЕТРА БАРСКАГО, Крещатикъ, собств. д., № 40.
1899.

1р.

Раздѣленіе металловъ на группы.

Въ аналитической химіи металлическіе элементы дѣлятся на V группъ, на основаніи отношенія водныхъ растворовъ ихъ солей къ слѣдующимъ групповымъ реагентамъ:



I группа: K, Na, (NH_4) .

Водные растворы солей не осаждаются ни однимъ изъ вышеупомянутыхъ реагентовъ.

II группа: Ba, Sr, Ca, Mg.

Водные растворы солей даютъ осадокъ съ фосфорнокислымъ натріемъ; не даютъ осадка съ сѣроводородомъ и сѣрнистымъ аммоніемъ.

III группа: Al, Cr, Fe, Mn, Zn, Ni, Co.

Водные растворы солей даютъ осадокъ съ сѣрнистымъ аммоніемъ; не даютъ осадка съ сѣроводородомъ въ кисломъ растворѣ.

IV группа: Ag, Hg, Cu, Cd, Pb, Bi.

Водные растворы солей даютъ осадокъ съ сѣроводородомъ въ кисломъ растворѣ; этотъ осадокъ нерастворимъ въ многосѣрнистомъ аммоніи.

V группа: Sn, Sb, As, (Au, Pt).

Водные растворы солей даютъ осадокъ съ сѣроводородомъ въ кисломъ растворѣ; этотъ осадокъ растворимъ въ многосѣрнистомъ аммоніи.



I. Группа металловъ: K, Na, (NH₄).

Табл. II.

Характеристика группы: $\left. \begin{array}{l} \text{H}_2\text{S} \text{—не даеть осадка.} \\ (\text{NH}_4)_2\text{S} \text{—не даеть осадка.} \\ \text{Na}_2\text{HPO}_4 \text{—не даеть осадка.} \end{array} \right\}$

	K	Na	(NH ₄)
H ₂ S	Н е д а	е т ь о с	а д к а.
(NH ₄) ₂ S	Н е д а	е т ь о с	а д к а.
Na ₂ HPO ₄	Н е д а	е т ь о с	а д к а.
KOH или NaOH	Н е д а	е т ь о с	а д к а.
(NH ₄)OH	Н е д а	е т ь о с	а д к а.
Na ₂ CO ₃	Н е д а	е т ь о с	а д к а.
C ₄ H ₆ O ₆ <i>кайеновая</i>	Въ нейтральныхъ и притомъ концентриров. растворахъ, при избыткѣ реактива, бѣлый кристаллическій осадокъ C ₄ H ₆ O ₆ K; образуется постепенно.	Не даеть осадка.	Въ нейтральныхъ и притомъ очень концентриров. растворахъ бѣлый кристаллическій осадокъ C ₄ H ₆ O ₆ (NH ₄).
PtCl ₄	Желтый кристалл. осадокъ K ₂ PtCl ₆ .	Не даеть осадка.	Желтый кристалл. осадокъ (NH ₄) ₂ PtCl ₆ .
K ₂ H ₂ Sb ₂ O ₇	Не даеть осадка.	Въ нейтральныхъ раств. бѣлый крист. осадокъ Na ₂ H ₂ Sb ₂ O ₇ .	Не даеть осадка.
H ₂ SiF ₆	Прозрачный осадокъ K ₂ SiF ₆ .	Не даеть осадка.	Не даеть осадка.
Спеціаль- ныя реакции.	1) Соли калия окрашиваютъ пламя горѣлки въ фиолетовый цвѣтъ. Окрашиваніе видно и чрезъ индиговую призму или кобальтовое стекло. 2) Соли калия при прокаливаніи улетучиваются въ видѣ бѣлаго дыма. 3) Соли калия при нагреваніи съ КОН выделяютъ NH ₃ , который узнають: а) По запаху. б) По почернѣнію бумажки, смоченной HgNO ₃ . в) По посинѣнію влажной красной лакмусовой бумажки.	1) Соли натрія окрашиваютъ пламя горѣлки въ желтый цвѣтъ. Чрезъ индиговую призму или кобальтовое стекло окрашиванія не видно. Кристаллы K ₂ Cr ₂ O ₇ , освѣщенный пламенемъ натрія, кажется безцвѣтнымъ.	1) Соли аммонія при прокаливаніи улетучиваются въ видѣ бѣлаго дыма. 2) Соли аммонія при нагреваніи съ КОН выделяютъ NH ₃ , который узнають: а) По запаху. б) По почернѣнію бумажки, смоченной HgNO ₃ . в) По посинѣнію влажной красной лакмусовой бумажки.
Na ₂ CO ₃ /6	Желтый кристаллическій осадокъ K ₂ CO ₃ /6	— — —	— — —



II. Группа метал

Характеристика группы:

- H_2S — не дает осадка.
 $(NH_4)_2S$ — не дает осадка.
 Na_2HPO_4 — дает осадок фос.
 1) Ba, Sr и Ca осаждаются
 2) Mg не осаждается отъ

Эта группа дѣлится на двѣ подгруппы:

П е р в а я п о д г р у п п а		
	Ba	Sr
H_2S	Н е д	а е т ъ
$(NH_4)_2S$	Н е д	а е т ъ
Na_2HPO_4	Бѣлый осадокъ $BaHPO_4$, раств. въ HCl и HNO_3 .	Бѣлый осадокъ $SrHPO_4$, раств. въ HCl и HNO_3 .
КОН или NaOH	Бѣлый осадокъ $Ba(OH)_2$ только въ концентр. растворахъ (если реактивъ не содержитъ примѣси углекислой соли) (*).	Бѣлый осадокъ $Sr(OH)_2$, только въ очень концентр. растворахъ (если реактивъ не содержитъ примѣси углекислой соли) (*).
$(NH_4)OH$	Не даетъ осадка, (если только реактивъ не содержитъ примѣси углекислой соли) (*).	Не даетъ осадка, (если только реактивъ не содержитъ примѣси углекислой соли) (*).
Na_2CO_3	Бѣлый аморфный осадокъ $BaCO_3$, легко растворимый въ HCl и HNO_3 .	Бѣлый аморфный осадокъ $SrCO_3$, легко растворимый въ HCl и HNO_3 .
$(NH_4)_2CO_3$	Бѣлый аморфный осадокъ $BaCO_3$, легко растворимый въ HCl и HNO_3 .	Бѣлый аморфный осадокъ $SrCO_3$, легко растворимый въ HCl и HNO_3 .
$(NH_4)_2C_2O_4$	Бѣлый осадокъ BaC_2O_4 , трудно растворимый въ $C_2H_4O_2$.	Бѣлый осадокъ SrC_2O_4 , трудно растворимый въ $C_2H_4O_2$.
$K_2Cr_2O_7$	Блѣдно-желтый осадокъ $BaCrO_4$, растворимый въ HCl и HNO_3 и не раств. въ $C_2H_4O_2$.	Не даетъ осадка.
H_2SiF_6	Бѣлый кристаллическій осадокъ $BaSiF_6$.	Не даетъ осадка.
H_2SO_4	Бѣлый осадокъ $BaSO_4$, нерастворимый въ кислотахъ.	Бѣлый осадокъ $SrSO_4$, тотчасъ изъ крѣпкихъ раств., медленно изъ слабыхъ.
Спеціаль- ныя реакции.	1) Растворы $SrSO_4$ и $CaSO_4$ даютъ тотчасъ бѣлый осадокъ $BaSO_4$, нераств. въ кислотахъ.	1) Растворъ $CaSO_4$ даетъ (не тотчасъ) бѣлый осадокъ $SrSO_4$; $SrSO_4$ не даетъ осадка.
	2) Соли барія окрашиваютъ пламя бунзеновской горѣлки въ желто-зеленый цвѣтъ.	2) Соли стронція окрашиваютъ пламя въ карминово-красный цвѣтъ.
	3) $BaCl_2$ и $Ba(NO_3)_2$ не растворимы въ абсолютномъ спиртѣ.	3) $SrCl_2$ растворимъ въ абсол. спиртѣ. 4) $Sr(NO_3)_2$ не растворимъ въ абсол. спиртѣ.
K_4FeCy_6	—	—

(*) КОН, NaOH и $(NH_4)OH$, поглощая CO_2 изъ воздуха, обыкновенно, содержатъ, какъ примѣсь, K_2CO_3 , Na_2CO_3 .

форнокислыхъ солей.

въ видѣ углекислыхъ солей отъ дѣйствія $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ въ присутствіи избытка NH_4Cl и $(\text{NH}_4)\text{OH}$.
дѣйствія $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ въ присутствіи NH_4Cl и $(\text{NH}_4)\text{OH}$.

р у п п а.			Вторая подгруппа.		
Ca			Mg		
о	с	а	д	к	а.
о	с	а	д	к	а.
Бѣлый осадокъ CaHPO_4 , раств. въ HCl и HNO_3 .			Бѣлый осадокъ MgHPO_4 , раств. въ кислотахъ; въ присутствіи избытка NH_4Cl и NH_4OH —бѣлый крист. осадокъ $\text{Mg}(\text{NH}_4)\text{PO}_4$.		
Бѣлый осадокъ $\text{Ca}(\text{OH})_2$; нѣтъ осадка, (если реактивъ не содержитъ примѣси углекислой соли) только въ очень слабыхъ растворахъ (*).			Бѣлый осадокъ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ нерастворимый въ KOH , растворимый въ NH_4Cl .		
Не даетъ осадка, если только реактивъ не содержитъ примѣси углекислой соли (*).			Бѣлый осадокъ $\text{Mg}(\text{OH})_2$, (осаждение не полное); въ присутствіи солей аммонія нѣтъ осадка.		
Бѣлый аморфный осадокъ CaCO_3 , легко растворимый въ HCl и HNO_3 .			Бѣлый осадокъ основной углекислой соли, растворимый въ NH_4Cl .		
Бѣлый аморфный осадокъ CaCO_3 , легко растворимый въ HCl и HNO_3 .			Бѣлый осадокъ основной углекислой соли, растворимый въ NH_4Cl .		
Бѣлый осадокъ CaC_2O_4 , не раств. въ $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$.			Не даетъ осадка.		
Не даетъ осадка.			Не даетъ осадка.		
Не даетъ осадка.			Не даетъ осадка.		
Только въ конц. растворахъ солей кальція даетъ осадокъ CaSO_4 .			Не даетъ осадка.		
1) Растворы CaSO_4 и SrSO_4 не даютъ осадка.					
2) Соли кальція окрашиваютъ пламя въ оранжево-красный цвѣтъ.					
3) CaCl_2 и $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ растворимы въ абсол. алкоголь.					
<i>Тяжелый белый кристаллическій осадокъ Ca_2FeCl_6, въ присутствіи $(\text{NH}_4)\text{Cl}$ и больш. колич. $(\text{NH}_4)\text{OH}$ (изъ конц. жидк. до кончатн. разбавл.). В уксусн. кисл. не раств., а в HCl разбавил.</i>					

и $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, которые съ растворами солей металловъ этой группы даютъ осадокъ углекислыхъ солей.

III. Группа металловъ: Al, Cr (соли окиси),

Характеристика группы: $\left\{ \begin{array}{l} \text{H}_2\text{S} \text{ въ растворахъ, подкислен} \\ (\text{NH}_4)_2\text{S} \text{—даетъ осадокъ или} \end{array} \right.$

Эта группа дѣлится на три подгруппы: $\left\{ \begin{array}{l} 1) \text{ Al, Cr (соли окиси) и Fe (соли окиси)} \\ 2) \text{ Fe (соли закиси), Mn (соли закиси), Zn} \\ 3) \text{ Ni, Co} \end{array} \right.$

	П е р в а я п о д г р у п п а.			В т о р а я
	Al	Cr (соли окиси)	Fe (соли окиси)	Fe (соли закиси)
H_2S	Не даетъ осадка.	Не даетъ осадка.	Молочный осадокъ съры: соль окиси Fe переходитъ въ закисную.	Не даетъ осадка.
$(\text{NH}_4)_2\text{S}$	Бѣлый желатинозный осадокъ $\text{Al}(\text{OH})_3$. (*)	Сѣро-зеленый (сѣро-фіолетовый) желатинозный осадокъ $\text{Cr}(\text{OH})_3$. (*)	Черный осадокъ $\text{FeS} + \text{S}$.	Черный осадокъ FeS .
Na_2HPO_4	Бѣлый желатинозный осадокъ AlPO_4 .	Зеленый или фіолетовый осадокъ CrPO_4 .	Бѣлый осадокъ FePO_4 .	Бѣлый осадокъ $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$, зеленѣющій отъ окисленія.
КОН или NaOH	Бѣлый желатинозный осадокъ $\text{Al}(\text{OH})_3$ (*), раств. въ избыткѣ реактива; при кипяченіи съ NH_4Cl опять осаждается.	Сѣро-зеленый (сѣро-фіолетовый) осадокъ $\text{Cr}(\text{OH})_3$ (*), раств. въ избыткѣ реактива; при кипяченіи опять осаждается.	Красно-бурый желатинозный осадокъ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (*), не раств. въ избыткѣ реактива.	Бѣлый осадокъ $\text{Fe}(\text{OH})_2$, тотчасъ зеленѣющій и бурѣющій отъ окисленія; не раств. въ КОН; NH_4Cl препятствуетъ осажденію.
$(\text{NH}_4)\text{OH}$	Бѣлый желатинозный осадокъ $\text{Al}(\text{OH})_3$ (*), нерастворимый въ избыткѣ реактива.	Сѣро-зеленый (сѣро-фіолетовый) осадокъ $\text{Cr}(\text{OH})_3$ (*), раств. въ избыткѣ реактива; при кипяченіи опять осаждается.	То же, что и при КОН.	То же, что и при КОН.
Na_2CO_3	Бѣлый желатинозный осадокъ $\text{Al}(\text{OH})_3$ (*).	Свѣтло-зеленый осадокъ основной углекислой соли.	Красно-бурый осадокъ основной углекислой соли.	Бѣлый осадокъ основной углекислой соли, зеленѣющій и бурѣющій отъ окисленія.
$\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$	На холоду не даетъ осадка; при кипяченіи—бѣлый осадокъ основной уксуснокислой соли.	Не даетъ осадка ни на холоду, ни при кипяченіи.	На холоду темно-красное окрашиваніе; при кипяченіи красно-бурый осадокъ основной уксусно-кислой соли.	Не даетъ осадка.
Спеціальныя реакціи.	1) Сухая окись Al, смоченная каплей $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ и накаленная въ пламени бунзена, горѣлки окрашивается въ голубой цвѣтъ (Тенарова синь).	1) Соли окиси Cr легко переходятъ въ соединенія хромовой кислоты окисленіемъ: а) конц. $\text{HNO}_3 + \text{KClO}_3$, б) бромной водой, в) сплавленіемъ съ содой и селитрой, д) перекисью натрія. 2) Перль буры или фосфорной соли окисью хрома окрашивается въ изумрудно-зеленый цвѣтъ.	1) $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ —синій осадокъ берлинской лазури $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ нераств. въ HCl , бурѣющій отъ щелочей. 2) $\text{K}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$ —бурое окрашиваніе безъ осадка. 3) KCNS —кровяно-красное окрашив. $\text{Fe}(\text{CNS})_3$ 4) Соли окиси Fe переходятъ въ соли закиси отъ дѣйствія водорода ($\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4$).	1) $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ —бѣлый осадокъ $\text{K}_2\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$, быстро синѣющій. 2) $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ синій осадокъ турбулевого сини $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$. 3) Соли закиси Fe переходятъ въ соли окиси при окисленіи: а) конц. HNO_3 въ прис. HCl . б) конц. $\text{HCl} + \text{KClO}_3$.

(*) Органическія недетучія кислоты (напр., винная, лимонная) препятствуютъ осажденію.

Fe (соли окиси и закиси), Mn (соли закиси), Zn, Ni и Co.

Табл. IV.

ныхъ HCl не даетъ осадка.

сѣрнистыхъ соединений, или гидроокисей.

$(NH_4)_2S$ осаждаетъ гидроокиси $Me(OH)_3$, раств. въ разбавл. HCl (изъ солей желѣза гидратъ FeS).

$BaCO_3$ осаждаетъ гидроокиси $Me(OH)_3$.

$(NH_4)_2S$ осаждаетъ гидраты сѣрнистыхъ металловъ, легко растворимые въ разб. HCl.

$(BaCO_3)$ не осаждаетъ.

$(NH_4)_2S$ осаждаетъ гидраты сѣрнистыхъ металловъ, нерастворимые въ разб. HCl.

$BaCO_3$ не осаждаетъ.

п о д г р у п п а.		Т р е т ь я п о д г р у п п а.		
Mn (соли закиси)	Zn	Ni	Co	
Не даетъ осадка.	Не даетъ осадка (изъ уксуснокислаго Zn, въ прис. уксусной кисл. бѣлый осадокъ ZnS).	Не даетъ осадка; въ нейтральныхъ раств. -осадокъ NiS .	Не даетъ осадка; въ нейтральныхъ раств. осадокъ CoS .	H_2S
Мясокрасный осадокъ гидрата MnS , иногда зеленый осадокъ безв. MnS .	Бѣлый осадокъ ZnS .	Черный осадокъ NiS , нераств. въ разбавл. HCl.	Черный осадокъ CoS , не раств. въ разбавл. HCl.	$(NH_4)_2S$
Бѣлый осадокъ $Mn_3(PO_4)_2$.	Бѣлый осадокъ $Zn_3(PO_4)_2$, раств. въ КОН и NH_4OH .	Зеленовато - бѣлый осадокъ $Ni_3(PO_4)_2$, раств. въ NH_4OH .	Фиолетовый осадокъ $Co_3(PO_4)_2$, раств. въ NH_4OH .	Na_2HPO_4
Бѣлый осадокъ $Mn(OH)_2$, тотчасъ бурѣющій отъ окисленія; не-раств. въ КОН; NH_4Cl препятствуетъ осажде-нiю.	Бѣлый осадокъ $Zn(OH)_2$, раств. въ из-быткѣ реактива; NH_4Cl препятствуетъ осаж-денiю.	Зеленоватый осадокъ $Ni(OH)_2$, не раств. въ КОН; NH_4Cl препятств. осажденiю.	Синій осадокъ основ-ной соли; при кипя-ченiи розовый осадокъ $Co(OH)_2$; не раств. въ КОН; NH_4Cl препятству-етъ осажденiю.	КОН или NaOH
То же, что и при КОН.	То же, что и при КОН.	Зеленоватый осадокъ основной соли, раств. въ избыткѣ ре-актива (растворъ го-лубой); NH_4Cl препят-ствуетъ осажденiю.	Синій осадокъ основ-ной соли, раств. въ избыткѣ реактива (рас-творъ бурокрасный); NH_4Cl препятств. осажд.	$(NH_4)OH$
Бѣлый осадокъ $MnCO_3$.	Бѣлый осадокъ ос-новной углекислой соли.	Яблочно-зеленый оса-докъ основной угле-кислой соли.	Фиолетово-розовый осадокъ основной углекислой соли; при кипяченiи фиолетовый или синій	Na_2CO_3
Не даетъ осадка.	Не даетъ осадка.	Не даетъ осадка.	Не даетъ осадка.	$NaC_2H_3O_2$
1) При нагреванiи въ пламени горѣлки на платиновой пластин-кѣ (или въ ушкѣ плат. проволоки) соединенiя Mn, смѣшаннаго съ 2—3 частями соды и селитры, получается синева-зеленая мас-са Na_2MnO_4 . 2) Къ нагрѣтой почти до кипѣнiя смѣси HNO_3 и PbO_2 прибавляютъ нѣ-сколько капель соли Mn; получ. малин. окра-шиванiе $HMnO_4$.	1) Пропускная бума-га, смоченная солью Zn и затѣмъ раство-ромъ $Co(NO_3)_2$, послѣ сожиганiя оставляетъ золу, окрашенную въ зеленый цвѣтъ (Ринманова зелень).	1) KCN даетъ зеленый осадокъ $Ni(CN)_2$, раств. въ избыткѣ реактива (HCl снова осаждаетъ); при дѣйствiи на этотъ растворъ бромной во-ды получается черный осадокъ Ni_2O_3 . 2) KNO_2 въ уксусно-кисломъ растворѣ не-даетъ осадка.	1) KCN даетъ желто-ватый осад. $Co(CN)_2$, раств. въ избыткѣ ре-актива. HCl снова его осаждаетъ; послѣ ки-пяченiя на воздухѣ HCl не производитъ осажденiя. 2) KNO_2 изъ уксусно-кислыхъ солей кобаль-та осаждаетъ желтый осадокъ двойной соли $Co(NO_2)_2 \cdot 3KNO_2$.	Спеціаль- ная реакци.

IV. Группа метал

Характеристика группы: $\begin{cases} \text{H}_2\text{S} \text{ въ растворахъ, подкисленныхъ} \\ (\text{NH}_4)_2\text{S} \text{ даетъ осадокъ сѣрнистыхъ} \\ \text{Na}_2\text{HPO}_4 \text{ даетъ осадокъ фосфорнокис} \end{cases}$

	Ag	Hg (соли окиси)	Hg (соли закиси)
H_2S и $(\text{NH}_4)_2\text{S}$	Черный осадокъ Ag_2S , нераств. въ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ и растворимый при нагреваніи въ слабой HNO_3 .	Бѣлый, затѣмъ бурый и, при избыткѣ реактива, черный осадокъ HgS , нераств. въ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ и въ HNO_3 .	Черный осадокъ $\text{HgS} + \text{Hg}$, нераств. въ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ и въ HNO_3 .
Na_2HPO_4	Желтый осадокъ Ag_3PO_4 , растворимый въ $(\text{NH}_4)\text{OH}$.	Бѣлый осадокъ HgHPO_4 , (изъ раствора HgCl_2 нѣтъ осадка).	Бѣлый осадокъ Hg_2HPO_4 .
KOH или NaOH	Бурый осадокъ Ag_2O , нераств. въ избыткѣ реактива.	Сначала бурый (основная соль), потомъ желтый осадокъ HgO .	Черный осадокъ Hg_2O .
$(\text{NH}_4)\text{OH}$	Бурый осадокъ Ag_2O , растворимый въ избыткѣ реактива.	Бѣлый осадокъ амиднаго соединения (напр. NH_2HgCl).	Черный осадокъ амиднаго соединения (напр. $\text{NH}_2\text{Hg}_2\text{NO}_3$).
Na_2CO_3	Бѣлый или желтый осадокъ Ag_2CO_3 , растворимый въ $(\text{NH}_4)\text{OH}$.	Красно-бурый осадокъ основной углекислой соли.	Грязно-желтый осадокъ основной углекислой соли.
HCl	Бѣлый творожистый осадокъ AgCl , растворимый въ $(\text{NH}_4)\text{OH}$, KCN и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.	Не даетъ осадка.	Бѣлый осадокъ HgCl , отъ $(\text{NH}_4)\text{OH}$ переходитъ въ черное амидное соединеніе $\text{NH}_2\text{Hg}_2\text{Cl}$.
H_2SO_4	Н е д а е т ь	о с а д к а.	Бѣлый осадокъ Hg_2SO_4 , растворимый въ избыткѣ воды.
Спеціальныя реакціи.	1) KI даетъ желтый осадокъ AgI, нерастворимый въ $(\text{NH}_4)\text{OH}$. 2) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ даетъ темнокрасный осадокъ Ag_2CrO_4, растворимый въ кислотахъ. 3) KCN даетъ бѣлый осадокъ AgCN, раств. въ избыткѣ реактива.	1) KI даетъ красный осадокъ HgI_2, растворимый въ избыткѣ реактива. 2) капля раствора соли ртути даетъ на мѣдной пластинкѣ сѣрое пятно, исчезающее при нагреваніи пластинки. 3) SnCl_2 даетъ сначала бѣлый осадокъ HgCl; затѣмъ сѣрый осадокъ Hg. 4) При накаливаніи сухихъ солей ртути съ безводнымъ Na_2CO_3 въ стеклянной трубчкѣ, выдѣляется металлическая Hg, которая въ видѣ мелкихъ капель сгущается въ холодныхъ частяхъ трубочки.	1) KI даетъ зеленый осадокъ Hg_2I_2, растворимый въ избыткѣ реактива съ выдѣленіемъ сѣраго порошка (Hg). 3) SnCl_2 даетъ сразу черный осадокъ Hg.

HCl, даетъ осадокъ сѣрнистыхъ металловъ, нерастворимый въ $(NH_4)_2S$. металловъ, нерастворимый въ избыткѣ реактива. лыхъ солей.

Cu (соли окиси)	Cd	Pb	Bi	
Черный осадокъ CuS , нераств. въ $(NH_4)_2S$ и растворимый при нагрѣваніи въ слабой HNO_3 .	Желтый осадокъ CdS , нераств. въ $(NH_4)_2S$ и раств. при нагрѣваніи въ слабой HNO_3 .	Черный осадокъ PbS , нераств. въ $(NH_4)_2S$ и раств. при нагрѣваніи въ слабой HNO_3 .	Черный осадокъ Bi_2S_3 , нераств. въ $(NH_4)_2S$ и раств. при нагрѣваніи въ слабой HNO_3 .	H_2S и $(NH_4)_2S$
Голубоватый осадокъ $Cu_3(PO_4)_2$, раств. въ $(NH_4)OH$.	Бѣлый осадокъ $Cd_3(PO_4)_2$, раств. въ $(NH_4)OH$.	Бѣлый осадокъ $PbHPO_4$.	Бѣлый осадокъ $(BiO)_2HPO_4$.	Na_2HPO_4
Голубой осадокъ $Cu(OH)_2$, при кипяченіи—черный CuO .	Бѣлый осадокъ $Cd(OH)_2$, нерастворимый въ избыткѣ реактива.	Бѣлый осадокъ основной соли, растворимый въ избыткѣ реактива.	Бѣлый осадокъ $Bi(OH)_3$, нераств. въ избыткѣ реактива.	КОН или NaOH
Голубой осадокъ основной соли, растворимый въ избыткѣ реактива (растворъ синий).	Бѣлый осадокъ $Cd(OH)_2$, растворимый въ избыткѣ реактива.	Бѣлый осадокъ основной соли, нерастворимый въ избыткѣ реактива.	Бѣлый осадокъ основной соли, нераств. въ избыткѣ реактива.	$(NH_4)OH$
Зеленовато-голубой осадокъ основной углекислой соли, растворимый въ $(NH_4)OH$.	Бѣлый осадокъ $CdCO_3$, растворимый въ $(NH_4)OH$.	Бѣлый осадокъ основной углекислой соли.	Бѣлый осадокъ основной углекислой соли.	Na_2CO_3
Не даетъ	осадка.	Бѣлый осадокъ $PbCl_2$, растворимый въ водѣ при нагрѣваніи; по охлажденіи вновь осаждается въ видѣ иголь.	Не даетъ осадка.	HCl
Не даетъ	осадка.	Бѣлый осадокъ $PbSO_4$, раств. въ уксуснокисломъ и винно-кисломъ аммоніи.	Не даетъ осадка.	H_2SO_4
1) KCN даетъ желто-зеленый осадокъ, растворимый въ избыткѣ реактива; изъ этого раствора H_2S не осаждаетъ CuS . 2) $K_4Fe(CN)_6$ даетъ краснобурый осадокъ $Cu_2Fe(CN)_6$.	1) KCN даетъ бѣлый осадокъ $Cd(CN)_2$, растворимый въ избыткѣ реактива; изъ этого раствора H_2S осаждаетъ CdS .	1) KI даетъ желтый осадокъ, раств. при нагрѣваніи въ водѣ; по охлажденіи вновь выдѣляется въ золотистыхъ блесткахъ. 2) $K_2Cr_2O_7$ даетъ желтый осадокъ, раств. въ КОН и нераств. въ HNO_3 .	1) $K_2Cr_2O_7$ даетъ оранжевый осадокъ, раств. въ HNO_3 и нераств. въ КОН. 2) Растворы солей Bi при разбавленіи водой осаждаютъ основныя соли; присутствіе винной кислоты не препятствуетъ осажденію (ср. Sb). 3) Растворъ $SnCl_2$ въ КОН даетъ черный осадокъ BiO .	Спеціальныя реакціи.

V. Группа метал

Характеристика группы: { H_2S въ растворахъ, подкисленныхъ HCl , даетъ осадокъ
(NH_4) $_2S$ въ щелочныхъ и нейтральныхъ растворахъ не

Эта группа дѣлится на двѣ подгруппы: { 1) Sn , Sb и As ; сѣрнистыя соединения этихъ элемен
2) Au и Pt ; сѣрнистыя соединения Au и Pt при сплав

	Sn (соединенія закиси)	Sn (соединенія окиси)	Sb (Сурьмянистыя соединенія)
H ₂ S	Темнобурый осадокъ SnS, раств. въ много-сѣрнистомъ аммоніи, въ конц. HCl и пераств. въ (NH ₄) ₂ CO ₃ .	Въ кислыхъ растворахъ желтый осадокъ SnS ₂ , раств. въ (NH ₄) ₂ S, въ конц. HCl и не-раств. въ (NH ₄) ₂ CO ₃ .	Въ кислыхъ растворахъ оранжевый осадокъ Sb ₂ S ₃ , раств. въ много-сѣрнистомъ аммоніи и конц. HCl, не-раств. въ (NH ₄) ₂ CO ₃ .
(NH ₄) ₂ S	В ъ н е й т р а л ь В ъ к и с л ы х ъ	н ы х ъ р а с т в о р а с т в о р а х ъ п р о	р а х ъ н е и з в о д и т ъ т ѣ ж е
Na ₂ HPO ₄	Бѣлый осадокъ SnHPO ₄ .	Бѣлый осадокъ SnH ₂ (PO ₄) ₂ .	Бѣлый осадокъ основной фосфорнокислой соли.
КОН или NaOH	Бѣлый осадокъ Sn(OH) ₂ , раств. въ избыткѣ щелочи.	Бѣлый осадокъ SnO(OH) ₂ , раств. въ избыткѣ щелочи.	Бѣлый осадокъ SbO(OH) раств. въ избыткѣ щелочи.
Na ₂ CO ₃	П р о и з в о д и т ъ	т ѣ ж е я в л е	н і я , ч т о и
Спеціаль- ныя реакціи.	1) SnCl ₂ при дѣйствіи на HgCl ₂ даетъ бѣлый (HgCl) или сѣ- рый (Hg) осадокъ. 2) Щелочной растворъ SnCl ₂ при дѣйствіи Bi(NO ₃) ₃ даетъ черный осадокъ BiO. 3) Капля раствора оловяннаго соединенія съ HCl и Zn на платиновой пластинкѣ не даетъ черного пятна (ср. Sb).	1) Избытокъ Na ₂ SO ₄ при на- грѣваніи даетъ осадокъ оло- вянной кислоты. 2) Капля раствора сурьмя- наго соединенія съ HCl и Zn на платиновой пластинкѣ даетъ черное пятно (Sb). 3) При дѣйствіи H ₂ SO ₄ и Zn на сурьмянистыя соединенія вы- дѣляется SbH ₃ , который горитъ зеленовато-бѣлымъ пламе- немъ безъ запаха, но съ бѣ- лымъ дымомъ; на фарфоро- вой пластинкѣ, внесенной въ пламя, отлагается матово- черное пятно (Sb), нераство- римое въ NaOCl. Пятно растворяется въ (NH ₄) ₂ S; этотъ растворъ, по выпари- ваніи, даетъ оранжевый лег- ко растворимый въ HCl оста- токъ.	

сѣрнистыхъ соединений, растворимый въ много-сѣрнистомъ аммоніи. даетъ осадка, а въ кислыхъ дѣйствуетъ какъ H_2S .

товъ при сплавленіи съ содой и селитрой даютъ кислоты: оловянную, сурьмяную и мышьяковую. леніи съ содой и селитрой превращаются въ свободные металлы.

As (мышьяковистыя соединенія)	(As мышьяковыя соединенія)	
Въ кислыхъ растворахъ лимонножелтый осадокъ As_2S_3 , растворимый въ много-сѣрнистомъ аммоніи и въ $(NH_4)_2CO_3$, не раств. въ конц. HCl.	Въ кислыхъ (HCl) растворахъ очень медленно (лучше при 70°) желтый осадокъ As_2S_3 (иногда As_2S_5), раств. въ много-сѣрнист. аммоніи и въ $(NH_4)_2CO_3$, нераств. въ конц. HCl.	H_2S
д а е т ь я в л е н і я , ч т о и	о с а д к а . с ѣ р о в о д о р о д ь .	$(NH_4)_2S$
Н е д а е т ь	о с а д к а .	Na_2HPO_4
Н е д а е т ь	о с а д к а .	КОН или NaOH
ѣ д к і я	щ е л о ч и .	Na_2CO_3
1) $AgNO_3$ въ нейтр. растворахъ даетъ желтый осадокъ Ag_3AsO_3 , раств. въ $(NH_4)OH$; амміачный растворъ при долгомъ кипяченіи выдѣляетъ металл. Ag.	1) $AgNO_3$ въ нейтральныхъ растворахъ даетъ красно-бурый осадокъ Ag_3AsO_4 , раств. въ $(NH_4)OH$; амміачный растворъ при кипяченіи не выдѣляетъ металл. Ag.	Спеціаль- ныя реакціи.
2) $MgSO_4$ въ присутствіи $(NH_4)OH$ и NH_4Cl даетъ бѣлый кристаллическій осадокъ $Mg(NH_4)AsO_3$ и $Mg(NH_4)AsO_4$.		
3) При нагреваніи въ стеклянной трубкѣ сухого соединенія As съ сухой смѣсью Na_2CO_3 и KCN получается выше нагреваемого мѣста зеркальный налетъ.		
4) При нагреваніи кислородныхъ соединеній As въ стеклянной трубкѣ съ углемъ получается зеркальный налетъ металлическаго мышьяка.		
5) При дѣйствіи H_2SO_4 и Zn на мышьяковыя соединенія выдѣляется AsH_3 , который горитъ голубоватымъ пламенемъ, безъ дыма, съ чесночнымъ запахомъ; на фарфоровой пластинкѣ, внесенной въ пламя, отлагается блестящее темное пятно (As), легко растворимое въ NaOCl. Пятно растворяется также въ $(NH_4)_2S$; этотъ растворъ по выпариваніи даетъ желтый нерастворимый въ HCl остатокъ.		

I. Группа кислотъ: H_2SO_3 , $H_2S_2O_3$, H_3BO_3 , H_3PO_4 , H_4SiO_4

Характеристика группы: $BaCl_2$ въ н

Эта группа дѣлится на двѣ подгруппы:

- 1) H_2SO_3 , $H_2S_2O_3$, H_3BO_3 , H_3PO_4 .
- 2) HF , H_2SO_4 не даютъ осадка съ

	П	е	р	в	а	я	п	о	д
	H_2SO_3	$H_2S_2O_3$	H_3BO_3 или HBO_2	H_3PO_4	H_2CO_3				
$BaCl_2$	Бѣлый осадокъ $BaSO_3$, раств. ** въ HCl и HNO_3 съ выдѣленіемъ SO_2 .	Бѣлый осадокъ BaS_2O_3 , раств. въ избыткѣ воды.	Бѣлый осадокъ $Ba(BO_2)_2$ раств. въ HCl и HNO_3 .	Бѣлый осадокъ $Ba_3(PO_4)_2$ раств. въ HCl и HNO_3 .	Бѣлый осадокъ $BaCO_3$, раств. въ HCl и HNO_3 съ шипѣніемъ (CO_2).				
$AgNO_3$	Бѣлый осадокъ Ag_2SO_3 , чернѣющій при нагреваніи (Ag_2S).	Бѣлый осадокъ $Ag_2S_2O_3$, чернѣющій уже безъ нагреванія (Ag_2S).	Бѣлый осадокъ $AgBO_2$; въ разбавленныхъ растворахъ — бурый (Ag_2O).	Желтый осадокъ Ag_3PO_4 .	Желтоватый осадокъ Ag_2CO_3 .				
$Pb(C_2H_3O_2)_2$	Бѣлый осадокъ $PbSO_3$, раств. въ HNO_3 съ выдѣленіемъ SO_2 .	Бѣлый осадокъ PbS_2O_3 , при нагреваніи чернѣющій (PbS).	Бѣлый осадокъ $Pb(BO_2)_2$, раств. въ HNO_3 .	Бѣлый осадокъ $Pb_3(PO_4)_2$ раств. въ HNO_3 .	Бѣлый осадокъ $PbCO_3$, растворимый въ HNO_3 съ шипѣніемъ.				
Спеціальныя реакціи.	1) H_2SO_4 выдѣляетъ газъ (SO_2), характернаго запаха. 2) Растворъ SO_2 обезцвѣчиваетъ растворъ іода и $KMnO_4$.	1) H_2SO_4 выдѣляетъ газъ (SO_2), характернаго запаха и молочный осадокъ (S). 2) $FeCl_3$ даетъ тотчасъ фіолетовое окрашиваніе.	1) Спиртъ, къ которому прибавлена борнокислая соль и кр. H_2SO_4 , горитъ зеленымъ пламенемъ. 2) Въ присутствіи HCl куркумовая бумажка окрашивается въ красный цвѣтъ (окрашиваніе яснѣе по высушиваніи бумажки). <i>*) Если доложить цвѣтъ индикатора по бромному водоблѣннису осадка борной кислоты. Особливо при нагреваніи.</i>	1) Если къ избытку раствора молибденовокислого аммонія въ HNO_3 (молибденовой жидкости) прилить немного фосфорнокислого раствора, то получается сейчасъ или спустя нѣкоторое время порошковатый свѣтло-желтый осадокъ $(MoO_3)_{12}(NH_4)_3PO_4$. 2) $MgSO_4$ въ прис. NH_4Cl и $(NH_4)OH$ даетъ бѣлый крист. осадокъ $Mg(NH_4)PO_4$.	1) H_2SO_4 выдѣляетъ газъ (CO_2), который мутитъ баритовую воду.				

(*) Реакціи на H_3AsO_3 и H_3AsO_4 см. при металлахъ (стр. 11).

**) Продажныя соли сѣрнистой кислоты обыкновенно, содержатъ соли сѣрной кислоты и потому полного растворенія не бываетъ.

H_3AsO_3 , H_3AsO_4 , H_2CO_3 , $C_2H_2O_4$, H_2SiO_3 , H_2CrO_4 , HF , H_2SO_4 .

Табл. VII.

нейтральных растворахъ даетъ осадокъ.

H_3AsO_3 (*), H_3AsO_4 (*), H_2CO_3 , $C_2H_2O_4$, H_2SiO_3 , H_2CrO_4 даютъ осадокъ съ $AgNO_3$.

$AgNO_3$.

г р у п п а.					Вторая подгруппа.
$C_2H_2O_4$ <i>2х осн.</i>	H_2SiO_3 <i>2х осн.</i>	H_2CrO_4 <i>2х осн.</i>	HF <i>1 осн.</i>	H_2SO_4 <i>2х осн.</i>	
Бѣлый осадокъ BaC_2O_4 , раств. въ HCl , HNO_3 и $C_2H_2O_4$.	Бѣлый желатинозный осадокъ $BaSiO_3$, растворимый въ HCl .	Желтый осадокъ $BaCrO_4$, растворимый въ HCl и HNO_3 .	Бѣлый осадокъ BaF_2 , растворимый въ HCl и HNO_3 .	Бѣлый осадокъ $BaSO_4$, нерастворимый въ HCl и HNO_3 .	$BaCl_2$
Бѣлый осадокъ $Ag_2C_2O_4$.	Бѣлый осадокъ Ag_2SiO_3 .	Темно - красный осадокъ Ag_2CrO_4 .	Не даетъ осадка.	Не даетъ осадка, если только растворъ не очень концентрированъ.	$AgNO_3$
Бѣлый осадокъ PbC_2O_4 , растворимый въ HNO_3 .	Бѣлый осадокъ $PbSiO_3$, растворимый въ HNO_3 .	Желтый осадокъ $PbCrO_4$, не растворимый въ HNO_3 .	Бѣлый осадокъ, растворимый въ HNO_3 .	Бѣлый осадокъ $PbSO_4$, нерастворимый въ HNO_3 , раств. въ уксусномъ аммоніи.	$Pb(C_2H_3O_2)_2$
1) При нагреваніи съ конц. H_2SO_4 выделяются газы ($CO+CO_2$); изъ нихъ одинъ горитъ голубымъ пламенемъ, а другой мутитъ баритовую воду. 2) $CaCl_2$ осаждаетъ CaC_2O_4 , раств. въ HCl , нераств. въ уксусной кислоте.	1) При прибавленіи (по немногу и при помѣшиваніи) HCl осаждается желатинозный осадокъ H_2SiO_3 (иногда не сразу). 2) Съ перломъ фосфорной соли получается характерный скелетъ кремнезема. 3) При нагреваніи SiO_2 и силикатовъ съ CaF_2 и кр. H_2SO_4 въ платиновомъ тиглѣ выделяется газъ SiF_4 , покрывающій каплю воды (на стеклянной палочкѣ) пленкой.	1) Соли хромовой кислоты въ водныхъ растворахъ желтого или желто-краснаго цвѣта. 2) При нагреваніи съ HCl (или H_2SO_4) и спиртомъ желтый цвѣтъ раствора переходитъ въ зеленый (хромовая кислота восстанавливается въ окись хрома). 3) H_2S даетъ зеленое окрашиваніе. 4) $(NH_4)_2S$ даетъ зеленый осадокъ $Cr(OH)_3$.	1) При нагреваніи съ конц. H_2SO_4 и SiO_2 выделяется газъ (SiF_4), покрывающій пленкой каплю воды на стеклянной палочкѣ. 2) При нагреваніи съ конц. H_2SO_4 въ свинцовомъ или платиновомъ сосудѣ выделяется газъ, HF , разъѣдающій стекло.	1) При прокаливаніи съ содой и углемъ (или на углѣ въ восстановительномъ пламени паяльной трубки) получается сплавъ (Na_2S), который на серебряной пластинкѣ при смачиваніи горячей водой, даетъ черное пятно (Ag_2S).	Спеціальныя реакціи.

II. Группа кислотъ: HCl, HBr, HI,

Характеристика группы: { BaCl_2 не даетъ осадка въ
 AgNO_3 даетъ осадокъ ”

Эта группа дѣлится на двѣ подгруппы: { 1) HCl, HBr, HI, HCN,
 2) H_2S , $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, HNO_2 даютъ

	П е р в а я п о д г р у п п а			
	HCl	HBr	HI	HCN
BaCl_2	Н е	д а е т ъ	о с а д	к а.
AgNO_3	Бѣлый творожистый осадокъ AgCl , раств. въ $(\text{NH}_4)\text{OH}$, KCN и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.	Желтоватый осадокъ AgBr , трудно раств. въ $(\text{NH}_4)\text{OH}$, легко раств. въ KCN и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.	Желтый осадокъ AgI , нераств. въ $(\text{NH}_4)\text{OH}$, раств. въ KCN и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.	Бѣлый осадокъ AgCN , раств. въ $(\text{NH}_4)\text{OH}$, KCN и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.
$\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$	Бѣлый осадокъ PbCl_2 , раств. въ водѣ при нагреваніи; по охлажденіи снова осажается въ видѣ блестящихъ иголь.	Бѣлый осадокъ PbBr_2 , раств. въ водѣ при нагреваніи; по охлажденіи снова осажается въ видѣ блестящихъ иголь.	Желтый осадокъ PbI_2 , раств. въ большомъ колич. воды при нагреваніи; по охлажденіи снова осажается въ золотистыхъ блестяхъ.	Бѣлый осадокъ $\text{Pb}(\text{CN})_2$ нераств. въ KCN.
Спеціаль- ная реакціи.	1) Смѣсь сухой соли HCl съ сухимъ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, облитая конц. H_2SO_4 , даетъ при нагреваніи красно-бурый паръ — CrO_2Cl_2 , легко сгущающійся въ краснобурюю жидкость. 2) При нагреваніи съ конц. H_2SO_4 въ присутствіи MnO_2 выделяется хлоръ.	1) Къ раствору соли HBr прибавляютъ нѣсколько капель CS_2 и немного хлорной воды и взбалтываютъ; выдѣлившийся бромъ окрашиваетъ CS_2 въ тем.-бур. цвѣтъ. Избытокъ хлора вредитъ реакціи. 2) При нагреваніи съ конц. H_2SO_4 въ прис. MnO_2 выдѣляется бромъ.	1) Къ раствору соли HI прибавляютъ нѣсколько капель CS_2 и немного хлорной воды и взбалтываютъ; выдѣлившийся іодъ окрашиваетъ CS_2 въ фіолетов. цвѣтъ. Избытокъ хлора вред. реакціи. Если вмѣсто CS_2 прилить крахмального клейстера, то получится синее окрашивание. 2) Растворъ соли подкисляютъ HCl, прибавляютъ крахмального клейстера и нѣсколько капель KNO_3 ; получается синее окрашивание. 3) CuSO_4 даетъ бѣлый осадокъ Cu_2I_2 и свободный іодъ.	1) Къ раствору приливаютъ KOH и потомъ FeSO_4 и FeCl_3 , слегка подогрѣваютъ и, приливъ слабой HCl, получаютъ синій осадокъ берлинской лазури $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$. 2) По выпариваніи раствора съ каплей KOH и избыткомъ желтаго сѣрнистаго аммонія получается сухой остатокъ (KCNS), который по раствореніи въ HCl даетъ кроваво-красное окрашивание съ каплей FeCl_3 .

HCN , $\text{H}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$, $\text{H}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, H_2S , $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, HNO_2 .

водных растворах щелочных солей этих кислот.

$\text{H}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$, $\text{H}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ дают осадок съ AgNO_3 , нерастворимый въ HNO_3 .
осадокъ съ AgNO_3 , растворимый въ HNO_3 .

Табл. VIII.

п а		В т о р а я п о д г р у п п а.			
$\text{H}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ <i>4-основн</i>	$\text{H}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ <i>3-основн</i>	H_2S <i>2-основн</i>	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	HNO_2	
Не даетъ осадка; (въ оч. конц. рас- творахъ оса- докъ).	Не даетъ осадка.	Не даетъ осадка.	Не даетъ	осадка.	BaCl_2
Бѣлый осадокъ $\text{Ag}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$, не- раств. въ (NH_4)ОН.	Оранжевый оса- докъ $\text{Ag}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, раств. въ (NH_4)ОН.	Черный осадокъ Ag_2S .	Въ конц. раство- рахъ бѣлый оса- докъ $\text{AgC}_2\text{H}_3\text{O}_2$.	Въ конц. раство- рахъ бѣлый оса- докъ AgNO_2 .	AgNO_3
Бѣлый осадокъ $\text{Pb}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$.	Въ щелочномъ растворѣ при ки- пиченіи темнобу- рый осадокъ PbO_2 .	Черный осадокъ PbS .	Не даетъ осадка.	Не даетъ осадка.	$\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$
1) FeCl_3 даетъ синій осадокъ берлинской лазу- ри $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$.	1) FeSO_4 даетъ осадокъ турнбу- левой сини $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$.	1) Хлорная вода даетъ молочную мутъ (S).	1) При прокали- ваніи солей $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ полученный оста- токъ съ H_2SO_4 да- етъ CO_2 , ко- торая мутитъ баритовую воду.	1) Къ раствору прибавляютъ нѣ- сколько капель KI и крахмальна- го клейстера; при подкисленіи этой смѣси HCl полу- чается синее окрашиваніе.	Спеціаль- ная реакціи.
2) CuSO_4 даетъ красно-бурый осадокъ $\text{Cu}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$.		2) H_2SO_4 выдѣля- етъ H_2S который узнаютъ: а) по запаху, б) по почернѣнію бумажки, смочен- ной $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$, с) по окрашива- нію въ пурпуро- вый цвѣтъ бумаж- ки, смоченной нитропруссид- нымъ натріемъ и подержанной въ атмосферѣ NH_3 .	2) H_2SO_4 при на- грѣваніи даетъ характерный кис- лый запахъ ук- суса; при нагрѣ- ваніи же съ ал- коголемъ и конц. H_2SO_4 —пріятный запахъ уксуснаго эфира $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2(\text{C}_2\text{H}_5)$. 3) FeCl_3 даетъ темно-красное окрашиваніе, а при нагрѣваніи красно-бурый оса- докъ.	2) Конц. H_2SO_4 выдѣляетъ крас- нобурые пары окисловъ азота. 3) Въ присут- ствіи H_2SO_4 обез- цвѣчивается ин- диго.	

III. Группа кислотъ: HNO_3 и HClO_3 . Табл. IX.

Характеристика группы: { BaCl_2 не даетъ осадка.
 AgNO_3 не даетъ осадка.

	HNO_3	HClO_3
BaCl_2	Н е д а е т ь	о с а д к а.
AgNO_3	Н е д а е т ь	о с а д к а.
$\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$	Н е д а е т ь	о с а д к а.
Растворъ индиго въ H_2SO_4	Синій растворъ *индиго отъ дѣйствія солей HNO_3 , въ присутствіи HCl , обезцвѣчивается.	Синій растворъ индиго отъ дѣйствія солей HClO_3 , въ присутствіи HCl , по прибавленіи воднаго раствора SO_2 , обезцвѣчивается.
Спеціальныя реакціи.	1) Крѣпкій растворъ соли HNO_3 смѣшиваютъ съ равнымъ объемомъ H_2SO_4 и по охлажденіи смѣси къ ней осторожно приливаютъ растворъ FeSO_4; на мѣстѣ раздѣленія слоевъ—бурое кольцо. 2) Растворъ бруцина въ конц. H_2SO_4 съ солями HNO_3 даетъ красное окрашиваніе. 3) Растворъ дифенил-аминъ въ конц. H_2SO_4 съ солями HNO_3 даетъ синее окрашиваніе.	1) Сухая соль хлорноватой кислоты, отъ капли сѣрной кислоты, окрашивается въ желтый цвѣтъ (во избѣжаніе взрыва опыты дѣлаютъ съ небольшими количествами). 2) Смѣсь сухой соли съ порошкомъ сахара отъ капли конц. H_2SO_4 вспыхиваетъ. 3) При прокаливаніи соли выделяется кислородъ; растворъ прокаленного остатка въ водѣ даетъ осадокъ съ AgNO_3. 4) При дѣйствіи кр. HCl на хлорноватая соли выделяется хлоръ, который узнаютъ по запаху, и по посинѣнію бумажки, пропитанной растворомъ KI и крахмальнымъ клейстеромъ.

Систематическій ходъ анализа. Табл. X.

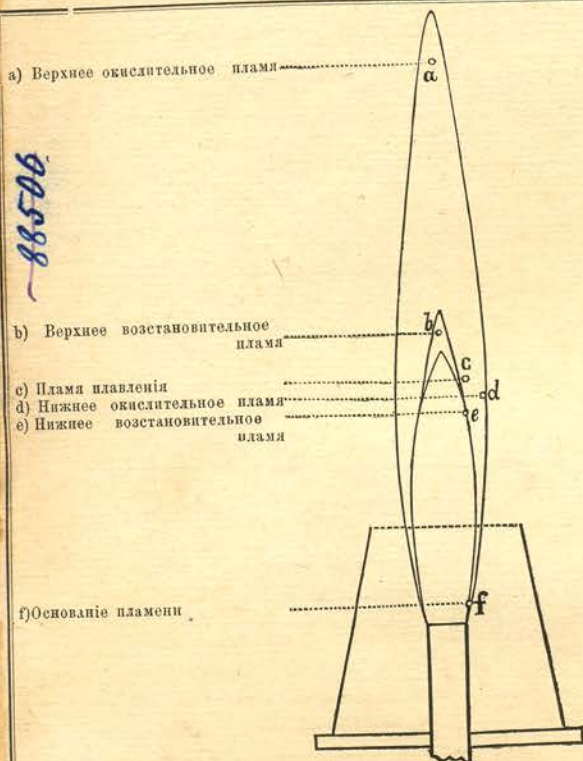
А. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЯ ИСПЫТАНІЯ.

Если данное тѣло—жидкость, то часть ея выпариваютъ и, если по выпариваніи не получено твердаго остатка, то испытываютъ ее на летучія тѣла (вода, амміакъ, кислоты и проч.) лакмусовая бумажка можетъ дать при этомъ важныя указанія.

Если данное тѣло твердое, или получено въ такомъ видѣ по испареніи жидкости, то подвергаютъ его слѣдующимъ предварительнымъ испытаніямъ:

- 1) вносятъ твердое тѣло въ пламя бунзеновской горѣлки и наблюдаютъ, окрашивается ли при этомъ пламя и, если окрашивается, то въ какой цвѣтъ.
- 2) Сплавляютъ съ бурой или фосфорной солью, чтобы получить окрашенные или неокрашенные перлы.
- 3) Нагрѣваютъ въ открытой съ одного конца стеклянной трубкѣ и наблюдаютъ явленія при томъ происходящія.
- 4) Нагрѣваютъ тѣло съ конц. и разведенной сѣрной кислотой.
- 5) Нагрѣваютъ тѣло на углѣ при помощи паяльной трубки.

I. Окрашиваніе пламени.



Въ ушко платиновой проволоки помещаютъ небольшое количество твердаго тѣла, смачиваютъ его соляной кислотой и вносятъ въ несвѣтящееся пламя (все-го лучше въ f) горѣлки, которое при этомъ окрашивается въ цвѣта:

Красный	Отъ Li и Sr.
Красно-жел- тый	Отъ Ca.
Желтый	Отъ Na (окрашиванія не видно чрезъ индиговую призму или кобальтовое стекло). Кристаллъ $K_2Cr_2O_7$, освѣщенный этимъ пламенемъ, кажется безцвѣтнымъ.
Желто-зеле- ный	Отъ Ba.
Зеленый	Отъ CuO , HbO_2 , H_3PO_4 (соли этихъ кислотъ должны быть смочены сѣрной кислотой).
Голубой	Отъ $CuCl_2$, Pb, As, Sb.
Фиолетовый	Отъ K, Rb, Cs (окрашиваніе видно чрезъ индиговую призму и кобальтовое стекло).

II. Полученіе перловъ съ бурой и фосфорной солью.

Въ ушкѣ платиновой проволоки сплавляютъ бурой*) или фосфорную соль*) и на полученный прозрачный, неостывшій еще перлъ наносятъ немного испытуемаго вещества и снова нагрѣваютъ то въ окислительномъ, то въ восстановительномъ пламени. Сокращенія въ таблицѣ: г.—горячій, х.—холодный перлъ.

Окрашиваніе перла.	Съ бурой.		Съ фосфорной солью.	
	въ окислит. пламени	въ восстанов. пламени	въ окислит. пламени	въ восстанов. пламени
Красное	Fe(г.), Ni(х.)	Cu(х.) (непрозрачный)	Fe(г.), Ni(г.)	Fe(г.), Cu(х.), (въ прис. Sn)
Желтое	Fe(г.), Pb, Bi, Sb(г.), Ur		Fe(г.), Ag(г.), Ni(х.), Ur(г.)	Fe(г.)
Зеленое	Cr, Cu (г.)	Cr, Fe, Ur	Cr, Cu(г.), Ur(х.)	Cr, Ur
Синее	Co, Cu (х.)	Co	Co, Cu(х.)	Co
Фиолетовое	Mn, Ni (содерж. Co)		Mn	
Сѣрое		Ag, Pb, Bi, Sb, Cd, Zn, Ni		Ag, Pb, Bi, Sb, Cd, Zn, Ni

*) Реакція состоитъ въ томъ, что $NaH(NH_4)PO_4$ теряетъ H_2O и NH_3 и даетъ $NaPO_3$ (перлъ), который растворяетъ окислы; напр. $NaPO_3 + CuO + NaCuPO_4$. Многіе силикаты даютъ при этомъ скелетъ SiO_2 . Буря $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ теряетъ сначала воду (вспучивается), а затѣмъ сплавленная растворяетъ окислы, напр. $Na_2B_4O_7 + CuO + Cu(BO_2)_2 \cdot 2NaBO_2$; силикаты, при сплавленіи съ бурой, скелета не образуютъ.

42390-B — 17 —



А. Предваритель

III. Нагрѣваніе въ открытой съ одного конца стеклянной трубчкѣ.

Наблюдения		Признаки	Заключение
Газы или пары безъ цвѣта и запаха	O	Тлѣющая лучинка вспыхиваетъ.	Изъ солей HClO_3 , HBrO_3 , HJO_3 , HNO_3 ; изъ перекисей и изъ окисей благородныхъ металловъ.
	CO_2	Не поддерживаетъ горѣнія и мутитъ каплю баритовой или известковой воды, поднесенную на стеклянной палочкѣ.	Изъ углекислыхъ и щавелевокислыхъ солей.
	CO	Горитъ голубымъ пламенемъ.	Изъ щавелевокислыхъ солей.
	H_2O	Осаждается въ видѣ капель на холодныхъ стѣнкахъ трубки.	Изъ кристаллогидратовъ.
	N_2O	Тлѣющая лучинка вспыхиваетъ.	Изъ $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$.
безъ цвѣта съ запахомъ	SO_2	Характерный запахъ, развивающійся при горѣніи сѣры.	Изъ нѣкоторыхъ солей H_2SO_3 и полиіоновыхъ.
	$(\text{CN})_2$	Горитъ фіолетовымъ пламенемъ.	Изъ многихъ ціанистыхъ соединений.
	H_2S	Запахъ гнилыхъ яицъ; бумажка, смоченная $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$, чернѣетъ.	Изъ нѣкоторыхъ сѣрнистыхъ металловъ.
	NH_3	Характерный запахъ; бумажка, смоченная HgNO_3 , чернѣетъ; красная лакмусовая бумажка синѣетъ.	Изъ амміачныхъ солей и изъ нѣкоторыхъ азото-содержащихъ органическихъ соединений.
окра- шенные	N_2O_3	Краснобурого цвѣта.	Изъ солей HNO_3 и HNO_2 .
	I	Фіолетоваго цвѣта.	Свободный іодъ и изъ нѣкоторыхъ солей HJO_4 .
Плавятся			Щелочныя соли, нѣкоторыя соли щелочноземельныхъ металловъ и нѣкоторые сплавы. Нѣкоторые кристаллогидраты, напр. бора.
Не плавятся			Силикаты, SiO_2 и соединенія Mg , Ca , Sr и Al .
Улетучиваются			H_2O , I, S и др., соли аммонія, ртути, мышьяка и т. д.
Мѣняють цвѣтъ		Желтѣють Бурѣють Чернѣють	ZnO (свѣтитя), SnO_2 , Sb_2S_3 , HgI_2 . PbO (при этомъ плавится), Bi_2O_3 , хромовокислыя соли. HgO , Fe_2O_3 , нѣкоторые разлагающіеся съ выдѣленіемъ CuO соли мѣди и органическія тѣла.

IV. Нагрѣваніе съ 3—4 об. крѣпкой H_2SO_4 .

Наблюденія		Признаки	Заключеніе
Газы или пары безцвѣтные	HF	Удушливый, разъѣдающій стекло.	Изъ солей HF.
	HCl	Удушливый, не дѣйствующій на стекло.	Изъ солей HCl.
	CO ₂	Безъ запаха, не горючій, мутитъ каплю Ba(OH) ₂ .	Изъ карбонатовъ, изъ щавелевой и др. орган. кислотъ.
	CO	Безъ запаха, горитъ голубымъ пламенемъ.	Изъ солей муравьиной, щавелевой кислотъ и изъ ціанистыхъ металловъ.
окрашенные	O	Тлѣющая лучинка вспыхиваетъ.	Изъ перекисей.
	NO ₂	Красно-бурый.	Изъ солей HNO ₃ и HNO ₂ .
	Br	Красно-бурый съ характ. запахомъ.	Изъ солей HBr.
	I	Фиолетовый.	Изъ солей HI.
	ClO ₂	Желтый, съ запахомъ хлора.	Изъ солей HClO ₃ .

V. Нагрѣваніе съ разведенной H_2SO_4 .

безцвѣтные	CO ₂	Безъ запаха, негорючій, мутитъ Ba(OH) ₂ .	Изъ карбонатовъ.
	SO ₂	Съ запахомъ горящей сѣры.	Изъ солей H ₂ SO ₃ и H ₂ S ₂ O ₃ .
	HCN	Съ запахомъ горькихъ миндалей; очень ядовитъ.	Изъ солей HCN.
	H ₂ S	Съ запахомъ гнилыхъ яицъ.	Изъ солей H ₂ S.
окрашенные	NO ₂ и N ₂ O ₃	Красно-бурый.	Изъ солей HNO ₂ .
	Br	Красно-бурый съ характ. запахомъ.	Изъ солей HBr (въ прис. MnO ₂).
	I	Фиолетовый.	Изъ солей HI (въ прис. MnO ₂).

VI. Нагрѣваніе на углѣ съ паяльной трубкой.

Испытуемое тѣло смѣшиваютъ съ безводнымъ Na₂CO₃ или съ Na₂CO₃ и KCN и, помѣстивъ въ углубленіе, сдѣланное на угольной пластинкѣ, нагрѣваютъ въ восстановительномъ пламени.

Наблюдаемыя явленія	Заключеніе
Происходитъ выпышка.	Соли HNO ₃ , HClO ₃ (HBrO ₃ , HJO ₃).
Смѣсь плавится и впитывается углемъ.	Соли щелочныхъ металловъ.
Не плавится, но сильно свѣтитъ.	Соединенія Mg, Ca, Sr и Al.
Получаются окрашенные сплавы.	Cr (зеленый), Fe (бутылочно-зеленый), S—содержація соединенія —бурый (сѣрная печень).
Выдѣляется металлъ безъ налета.	Sn, Ag (бѣлый), Cu (красный), Au (желтый): Pt, Fe, Ni, Co. Металлическія зерна. Сѣрая пористая масса.
Выдѣляется металлъ съ налетомъ.	Pb (налетъ желтый), Bi (нал. бурожелтый), Sb (нал. бѣлый). Зерно ковкое. Зерно хрупкое.
Получается налетъ безъ металла.	Zn (налетъ бѣлый, при накал. желтый), Cd (нал. буро-красный), As (налетъ бѣлый; чесночный запахъ).

В. Переведеніе анализируема

Испытуемое тѣло можетъ быть газообразнымъ, жидкимъ или твердымъ. Газообразныя тѣла изслѣдуются специальными приемами, которые здѣсь не разсматриваются.

А. Испытуемое тѣло—жидкость.

Нѣсколько капель ея выпариваютъ на часовомъ стеклѣ или на крышкѣ фарфорового тигля:

а) *по выпариваніи нѣтъ остатка*—испытываютъ на летучія кислоты, $(\text{NH}_4)\text{OH}$, свободныя галлоиды (Cl , Br , I), H_2O_2 и т. д. Проба лакмусовой бумажкой даетъ здѣсь важныя указанія. (Такія жидкости, какъ CS_2 , PCl_3 и др., требующія специальныхъ методовъ изслѣдованія, здѣсь не разсматриваются).

б) *по выпариваніи остается твердый остатокъ*. Обыкновенно уже по запаху рѣшаютъ вопросъ, представляетъ ли данная жидкость растворъ въ водѣ, или въ какомъ либо другомъ растворителѣ; въ послѣднемъ случаѣ выпариваютъ растворъ до суха и съ твердымъ остаткомъ поступаютъ, какъ съ твердыми тѣлами (см. В). Если изслѣдуемое тѣло—водный растворъ, то прежде всего испытываютъ реакцію на лакмусъ:

1) *реакцію нейтральную* даютъ: растворы солей щелочныхъ и щелочно-земельныхъ металловъ.

2) *реакцію кислую* даютъ: свободныя кислоты, кислыя соли щелочныхъ металловъ и среднія соли тяжелыхъ металловъ; послѣднія узнаются по образованію мути отъ первыхъ капель раствора Na_2CO_3 ; въ присутствіи свободныхъ кислотъ или кислыхъ щелочныхъ солей мути или совсѣмъ не образуется, или она тотчасъ же пропадаетъ при взбалтываніи.

3) *щелочную реакцію* даютъ: гидроокиси и сѣрнистыя соединенія металловъ I-й и II-й группъ, растворимыя сульфосоли и растворимыя среднія соли щелочныхъ и щелочно-земельныхъ металловъ нѣкоторыхъ слабыхъ кислотъ (H_2CO_3 , H_3BO_3 , $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ и др.).

Водные растворы изслѣдуютъ на металлы по табл. XII, на кислоты по стр. 31.

В. Испытуемое тѣло—твердое.

Здѣсь могутъ быть два случая: а) вещество—не металлъ и не сплавъ металловъ;
б) вещество—металлъ или сплавъ металловъ.

а) *не металлъ и не сплавъ* измелъчаютъ въ порошокъ и, обливъ въ колбочкѣ или пробиркѣ 10—12 частями дистиллированной воды, нагреваютъ до кипѣнія:

1) *тѣло при этомъ вполне растворяется*; растворъ изслѣдуютъ на металлы по табл. XII, на кислоты по стр. 31.

2) *остается нерастворимый остатокъ*; тогда даютъ осѣсть осадку и жидкость фильтруютъ; нѣсколько капель фильтрата выпариваютъ и, если остатка не получено, значитъ испытуемое тѣло въ водѣ не растворимо; его растворяютъ въ кислотахъ (см. 3); если же послѣ выпариванія по-

¹⁾ Для испытанія слѣдуетъ брать малыя количества и никогда не затрачивать всего вещества, имѣющагося въ распоряженіи.

го вещества въ растворъ.

лучился замѣтный остатокъ, то это значитъ, что тѣло отчасти растворимо въ водѣ; тогда его кипятятъ съ новымъ количествомъ воды, фильтруютъ, второй фильтратъ соединяютъ съ первымъ и этотъ растворъ изслѣдуютъ на металлы по табл. XII, на кислоты по стр. 31. Нерастворившуюся часть растворяютъ въ кислотахъ.

3) *нерастворимое въ водѣ тѣло* (или нерастворившійся въ водѣ остатокъ) растворяютъ сначала въ слабой HCl ; при этомъ обращаютъ вниманіе на возможность выдѣленія CO_2 , H_2S , SO_2 , HCN (см. стр. 34). Если ни при обыкновенной температурѣ, ни при нагреваніи полного растворенія не происходитъ, то дѣйствуютъ на остатокъ крѣпкой HCl . Здѣсь возможно выдѣленіе хлора, что укажетъ на присутствіе перекисей, или CrO_3 или HClO_3 . Хлористый мышьякъ при этомъ можетъ улетучиться, что предотвращаютъ прибавленіемъ HNO_3 и KClO_3 . При раствореніи въ HCl часто выдѣляется сѣра (жидкость при этомъ дѣлается опаловидной, бѣловатый осадокъ) или кремнекислота (бѣлый студенистый осадокъ). Ее отфильтровываютъ и испытываютъ по табл. VII.

4) *вещества нерастворимыя въ HCl* (или остатокъ, нерастворимый въ HCl), растворяютъ въ HNO_3 ; если и въ этомъ случаѣ нѣтъ полного растворенія, то кипятятъ съ царской водкой *).

Кислые растворы обыкновенно сливаютъ вмѣстѣ и изслѣдуютъ на металлы по табл. XII и на кислоты по стр. 31. Нейтральные водные растворы выгодно изслѣдовать отдѣльно.

5) *вещества не растворимыя въ водѣ и кислотахъ* или остатокъ, нерастворимый въ водѣ и кислотахъ изслѣдуютъ по стр. 39.

6) *металлъ или сплавъ* кипятятъ съ азотной кислотой (уд. в. 1,2); растворъ изслѣдуютъ на металлы по табл. XII.

Если при этомъ остается нерастворимый остатокъ, то онъ можетъ состоять изъ: Au , Pt , SnO_2 , Sb_2O_3 . (Послѣдніе образовались вслѣдствіе окисленія Sn и Sb азотной кислотой). Вмѣстѣ съ SnO_2 и Sb_2O_3 могутъ находиться также: мышьяковистый Bi , сурьмянокислые Pb , Cu и др. металлы. Иногда за окиси Sn и Sb можно принять кристаллическій осадокъ азотнокислыхъ солей, нерастворимыхъ въ азотной кислотѣ; такой осадокъ, послѣ слитія кислой жидкости, легко растворяется въ водѣ.

Остатокъ, нерастворимый въ царской водкѣ, сплавляютъ въ закрытомъ фарфоровомъ тиглѣ съ четвернымъ количествомъ смѣси равныхъ вѣс. ч. Na_2CO_3 и S . Сплавъ обрабатываютъ водой и, если нѣтъ полного растворенія, фильтруютъ.

Остатокъ, состоящій изъ сѣрнистыхъ металловъ III и IV группы, изслѣдуютъ по табл. XV и XVI—XVIII.

Фильтратъ, представляющій растворъ сульфосолей металловъ V группы, изслѣдуютъ по табл. XIV.

*) При вышеприведенной обработкѣ кислотами вещество въ большинствѣ случаевъ разлагается и въ растворѣ находятся уже не первоначальныя тѣла, а продукты ихъ разложенія. Напр., растворивъ Sb_2S_3 въ кр. HCl , мы имѣемъ въ растворѣ SbCl_3 , H_2S и кромѣ того свободную сѣру. Вообще при такой обработкѣ металлическіе элементы переходятъ въ растворъ въ видѣ солей, образованныхъ тѣми кислотами, которыя были употреблены для растворенія, а неметаллическіе элементы—въ видѣ кислотъ. Кромѣ того при обработкѣ HNO_3 низшія степени окисленія переходятъ въ высшія.

Общій ходъ анализа металличе-Табл. XII. скихъ элементовъ въ водныхъ растворахъ:

Предварительныя замѣчанія. 1) Никогда не слѣдуетъ затрачивать на анализъ весь матеріалъ, пред-
ложенный для изслѣдованія, а лишь часть его.

2) Прежде чѣмъ подвергать испытуемое тѣло дѣйствію какого либо реактива, слѣдуетъ произ-
вести предварительную пробу съ малымъ количествомъ вещества, такъ какъ при этомъ
можетъ оказаться, что предпринимаемая операція излишня.

3) Безусловно необходимо каждый разъ убѣдиться въ полнотѣ производимаго осажденія; для
этого къ отфильтрованной отъ осадка жидкости прибавляютъ небольшое количество осаж-
дающаго реактива; осажденіе полное, если при этой пробѣ образованія осадка не про-
исходитъ.

4) На промываніе осадковъ должно быть обращено особое вниманіе; (промываніе слѣдуетъ счи-
тать оконченнымъ тогда, когда капля фильтрата, по выпариваніи, не даетъ никакого
остатка).

Раздѣленіе металлическихъ элементовъ, находящихся въ смѣси ¹⁾. Испытуемый растворъ можетъ быть
нейтральнымъ, кислымъ или щелочнымъ. Прежде всего въ небольшой части раствора дѣ-
лаютъ пробу на присутствіе амміачныхъ соединений (нагрѣваніе съ КОН; см. табл. II.);
затѣмъ послѣдовательно дѣйствуютъ слѣдующими реактивами: HCl, H₂S, (NH₄)₂S, (NH₄)₂CO₃ и
Ba(OH)₂.

HCl осаждаетъ:		Изъ фильтрата послѣ дѣйствія HCl, въ присутствіи избытка послѣдней, H ₂ S осаждаетъ сѣрнистыя соединенія:		Къ фильтрату, послѣ дѣйствія H ₂ S, прибавляютъ избытокъ (NH ₄)OH и NH ₄ Cl и затѣмъ (NH ₄) ₂ S; при этомъ осаждаются:		Изъ филь-трата послѣ дѣйствія (NH ₄) ₂ S, по-средствомъ (NH ₄) ₂ CO ₃ въ прис. NH ₄ Cl осаждаются:		Изъ филь-трата, по удаленіи амміачныхъ солей, Ba(OH) ₂ осаждаетъ.		Въ филь-трата оста-ются соли.	
Изъ кис-лаго и нейтраль-наго рас-творовъ.	Изъ ще-лочнаго раствора.	Раство-римыя въ [NH ₄] ₂ S.	Нерас-творимыя въ [NH ₄] ₂ S.	Сѣрни-стыя со-единенія.	Гидро-окиси.	Фосфор-но, ща-велево-, борно-, кремне-кислые соли.					
AgCl	AgCl	As ₂ S ₃	HgS	ZnS	Al[OH] ₃	Ba	BaCO ₃	Mg[OH] ₂	K		
HgCl	PbCl ₂	As ₂ S ₅	PbS	MnS	Cr[OH] ₃	Sr	SrCO ₃		Na		
PbCl ₂	PbSO ₄	Sb ₂ S ₃	CuS	FeS		Ca	CaCO ₃				
	H ₂ SiO ₃	Sb ₂ S ₅	CdS	NiS		Mg					
	As ₂ S ₅	SnS	Bi ₂ S ₃	CoS		Fe					
	Sb ₂ S ₅					Al					
	SnS ₂					Cr					
	PtS ₂					CaF ₂					
	AuS ₂										
	HgS										
	CuS										
	NiS										
	Ni(CN) ₂										
	и др. ціа-нистыя со-единенія.										

¹⁾ Когда предварительныя пробы показали одновременное присутствіе HCN и тяжелыхъ ме-
талловъ, т. е. когда возможно присутствіе двойныхъ синеродистыхъ соединений (типомъ ихъ
можетъ служить K₄Fe(CN)₆), тогда растворъ, для разрушенія ціанистыхъ соединений, выпарива-
ютъ съ H₂SO₄ почти до суха (работать подъ хорошей тягой), прибавляютъ кр. H₂SO₄ и выпари-
ваютъ, пока не будетъ удалена большая часть свободной H₂SO₄. Остатокъ обрабатываютъ HCl и
растворъ изслѣдуютъ обычнымъ путемъ.

Если остается нерастворимый остатокъ, его изслѣдуютъ по стр. 39.

Осадокъ отъ соляной кислоты.

Табл. XIII.

Къ нейтральному или кислому раствору приливаютъ HCl ; здѣсь могутъ быть два случая:

- а) образуется осадокъ; тогда приливаютъ HCl въ избыткѣ (проба на полноту осаждения);
- б) не образуется осадокъ; это говоритъ за отсутствіе Ag и Hg (закиси); тогда переходятъ къ дѣйствию на растворъ H_2S (см. табл. XIV).

Къ щелочному раствору приливаютъ HCl капля за каплею до сильно кислой реакціи; при этомъ могутъ выдѣлиться: а) $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$ изъ растворовъ въ свободныхъ щелочахъ и проч.; при избыткѣ HCl они вновь перейдутъ въ растворъ; б) AgCl , PbCl_2 , PbSO_4 , H_2SiO_3 ; они или трудно или совсѣмъ не растворимы въ HCl ; в) сѣрнистыя соединения металловъ V группы, бывшія въ видѣ сульфосолей; осажденіе ихъ сопровождается выдѣленіемъ H_2S , который легко узнается по запаху и др. признакамъ (см. табл. VIII); д) ціанистыя соединения, причемъ выдѣляется одновременно HCN . При дѣйстви HCl слѣдуетъ обратить вниманіе и на возможность выдѣленія CO_2 изъ углекислыхъ солей. Осадки эти отфильтровываются и изслѣдуются отдѣльно, а фильтратъ подвергается дѣйствию H_2S (см. табл. XIV).

Изъ кислыхъ и нейтральныхъ растворовъ HCl , прибавленная въ избыткѣ, осаждаетъ AgCl , HgCl и PbCl_2 ; осадокъ отфильтровываютъ; фильтратъ оставляютъ для дальнѣйшаго изслѣдованія (см. табл. XIV); а осадокъ на фильтрѣ промываютъ холодной водой, затѣмъ кипятятъ его съ водой и горячимъ сейчасъ же фильтруютъ.

На фильтрѣ остается AgCl и HgCl ; этотъ остатокъ на фильтрѣ же обливаютъ амміакомъ.

Въ фильтратѣ PbCl_2 .

Въ растворъ переходитъ AgCl . Для повѣрочныхъ опытовъ дѣйствіемъ HNO_3 вновь осаждаютъ AgCl ; затѣмъ прибавляютъ H_2SO_4 и Zn ; тогда выдѣляется металлическое Ag ; его растворяютъ въ HNO_3 и съ полученнымъ AgNO_3 продѣлываютъ реакціи на Ag .

На фильтрѣ остается черная масса NH_2HgCl и Hg . (Въ повѣрочныхъ опытахъ нѣтъ необходимости).

При охлажденіи горячаго фильтрата, PbCl_2 выдѣляется въ видѣ иголь; въ растворѣ также находится PbCl_2 , который съ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ даетъ желтый осадокъ, растворимый въ KOH ; а съ H_2SO_4 бѣлый осадокъ, растворимый въ уксуснокисломъ аммоніи.

Осадокъ отъ сѣроводорода, раство- Табл. XIV. римый въ многосѣрнистомъ аммоніи.

Фильтратъ, полученный послѣ осажденія соляной кислотой, равно какъ и растворы, не дающие осадка съ HCl , подвергаются затѣмъ дѣйствию H_2S . Для этого нейтральные, слабо-кислые и щелочные растворы предварительно подкисляютъ HCl до явственно кислой реакціи, очень же кислые растворы разбавляютъ водой ¹⁾ и, не обращая вниманія, образовался ли осадокъ или нѣтъ, насыщаютъ ²⁾ газообразнымъ сѣроводородомъ. Если осадка не получается—отсутствуютъ Hg , Pb , Cu , Cd , Bi , Sn , Sb , As , Fe (соли окиси). Если растворъ становится только молочно-мутнымъ (или бѣлый осадокъ сѣры)—возможно присутствіе солей окиси жѣлѣза, H_2CrO_4 , H_2SO_4 , $\text{H}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, HNO_2 и др.

Въ присутствіи хромовой кислоты растворъ мѣняетъ желтый цвѣтъ на зеленый. Въ присутствіи $\text{H}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ растворъ принимаетъ голубую окраску.

Получаемый осадокъ можетъ содержать: HgS , PbS , CuS , CdS , Bi_2S_3 , As_2S_3 , As_2S_5 , Sb_2S_3 , Sb_2S_5 , SnS и SnS_2 .

Осадокъ отфильтровываютъ и тщательно промываютъ, прибавляя къ промывной водѣ не много H_2S ; фильтратъ изслѣдуютъ по таблицѣ XVI; осадокъ же смываютъ въ колбу и, прибавивъ желтаго сѣрнистаго аммонія, слабо нагреваютъ.

Въ растворъ переходятъ сѣрнистыя соединения Sn , Sb и As ³⁾; нерастворенными же остаются HgS , PbS , CuS , CdS и Bi_2S_3 ихъ отфильтровываютъ, промываютъ водой, къ которой прибавлено немного H_2S и изслѣдуютъ по таблицѣ XV.

Къ фильтрату приливаютъ понемногу HCl ; если растворъ становится только молочнаго цвѣта (S), то отсутствуютъ As , Sb , Sn ; если выдѣляется цвѣтной осадокъ, то онъ можетъ состоять изъ: As_2S_5 , Sb_2S_5 , SnS_2 и S ; осадокъ отфильтровываютъ, промываютъ и дѣйствуютъ на него: 1) или HCl , 2) или $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.

I. Кипятятъ съ конц. HCl .		II. Кипятятъ съ конц. растворомъ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.	
Нерастворяется As_2S_5 (а также S).	Растворяются SnS_2 и Sb_2S_5 .	Растворяется As_2S_5 .	Нерастворяются SnS_2 и Sb_2S_5 .
Кипяченіемъ As_2S_5 съ конц. HCl и KClO_3 получаютъ мышьяковую кислоту, съ которой и продѣлываютъ реакціи по табл. VI. Или: сухой As_2S_5 смѣшиваютъ съ Na_2CO_3 и KCN и нагреваютъ въ трубчкѣ: получается металл. налетъ, растворимый въ NaOCl .	Къ каплѣ раствора на платиновой пластинкѣ прибавляютъ Zn ; черное пятно докажетъ Sb . Тогда весь растворъ обрабатываютъ металл. цинкомъ. Выдѣлившіеся Sn и Sb нагреваютъ съ конц. HCl .	Подкисленіемъ фильтрата HCl вновь осаждаютъ As_2S_5 ; для повторныхъ реакцій съ нимъ поступаютъ, какъ указано въ 1-мъ способѣ.	Отфильтрованный и промытый осадокъ растворяютъ въ конц. HCl ; дальше поступаютъ, какъ указано въ 1-мъ способѣ.
	Растворяется Sn .		
	Съ полученнымъ SnCl_2 продѣлываютъ реакціи на Sn .		Sb растворяютъ въ царской водкѣ, выпариваютъ избытокъ к-ты, разбавляютъ водой и продѣлываютъ реакціи на Sb .

¹⁾ Избытокъ азотной кислоты лучше удалить выпариваніемъ съ HCl почти до суха.

²⁾ Насыщеніе сѣроводородомъ производятъ такъ: изслѣдуемый растворъ наливаютъ въ колбу (не болѣе какъ до $\frac{2}{3}$ ея), снабженную пробкой, чрезъ которую проходитъ газоприводная трубка, соединенная съ приборомъ, выдѣляющимъ H_2S ; открывъ кранъ, пускаютъ газъ въ жидкость и на короткое время приподымаютъ пробку, чтобы вытѣснить изъ колбы воздухъ и замѣнить его сѣроводородомъ; послѣ этого, не прерывая сообщенія съ сѣроводороднымъ аппаратомъ, закрываютъ крѣпко пробку и оставляютъ стоять, время отъ времени взбалтывая.

Обработка сѣроводородомъ считается оконченной, если растворъ послѣ сильнаго взбалтыванія издаетъ запахъ H_2S .

Если предварительное испытаніе показало присутствіе As , то осажденіе производятъ въ растворѣ, нагрѣтомъ до 70° . Проба на полноту осажденія необходима.

³⁾ При обработкѣ осадка многосѣрнистымъ аммоніемъ немного CuS переходитъ въ растворъ; поэтому въ присутствіи мѣди осадокъ сѣрнистыхъ соединений лучше обработать многосѣрнистымъ калиемъ или многосѣрнистымъ натріемъ.

Осадокъ отъ сѣроводорода, не раство- Табл. XV. римый въ много-сѣрнистомъ аммоніи.

Послѣ обработки сѣрнистыхъ соединеній желтымъ сѣрнистымъ аммоніемъ нерастворенными остаются HgS , CuS , ¹⁾ CdS , PbS и Bi_2S_3 .

Послѣ тщательнаго промыванія, ²⁾ ихъ растворяютъ въ слабой HNO_3 при нагрѣваніи; при этомъ не растворяется HgS (иногда съ примѣсью S и PbSO_4 , происшедшаго отъ окисленія PbS); въ растворѣ же находятся азотно-кислыя соли Cu , Cd , Pb и Bi . Съ ними поступаютъ согласно нижеслѣдующей таблицѣ:

Нерастворимы: HgS и PbSO_4 .		Въ растворѣ азотнокислыя соли Cu , Cd , Pb и Bi .			
Остатокъ кипятятъ съ царской водкой; выпариваютъ почти досуха, обрабатываютъ водой и фильтруютъ.		Къ раствору приливаютъ слабой H_2SO_4 : <i>взвѣшиваютъ и</i>			
		Въ осадкѣ PbSO_4 .		Въ растворѣ соли Cu , Cd и Bi .	
		Отфильтрованный осадокъ растворяютъ въ уксуснокисломъ аммоніи; изъ такого раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ даетъ желтый осадокъ PbCrO_4 .		Растворъ осаждаютъ избыткомъ $(\text{NH}_4)\text{OH}$:	
Въ фильтратѣ HgCl_2 .	На фильтрѣ PbSO_4 и S .	Въ осадкѣ $\text{Bi}(\text{OH})_3$.	Въ растворѣ остаются Cu и Cd .		
Съ растворомъ продѣлываютъ реакціи на Hg .	Растворяютъ въ уксуснокисломъ аммоніи и на растворѣ дѣйствуютъ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; желтый осадокъ PbCrO_4 укажетъ на Pb . Нерастворяется S ; она узнается по сгоранію безъ остатка и по запаху, образующагося при горѣніи SO_2 .	Его растворяютъ въ возможно маломъ количествѣ HCl и продѣлываютъ реакціи на Bi (дѣйствіе H_2O и SnCl_2 характерно).	Если растворъ безцвѣтенъ, то Cu отсутствуетъ; тогда непосредственно продѣлываютъ реакціи на Cd . Если растворъ синій, то прибавляютъ KCN до обезцвѣчиванія раствора и пропускаютъ въ него H_2S .		
			Въ осадкѣ CdS .	Въ растворѣ Cu .	
			Желтый цвѣтъ осадка вполне доказываетъ Cd ; при прокаливаніи на платиновой пластинкѣ остается остатокъ. (Остерегаться смѣшать его съ желтымъ осадкомъ водородистаго рубеана $\text{NH}_2\text{-Cs-Cs-NH}_2$, который сгораетъ безъ остатка).	Къ отфильтрованному раствору приливаютъ HCl и тѣмъ выдѣляютъ черный CuS ; для повѣрочныхъ реакцій его растворяютъ въ слабой HNO_3 .	

¹⁾ См. стр. 24, выноска 3.

²⁾ Промываютъ слабымъ растворомъ уксуснокислаго аммонія.

Осадокъ отъ сѣрнистаго аммонія.

Табл. XVI.

Фильтратъ, полученный послѣ осажденія сѣроводородомъ сѣрнистыхъ металловъ IV и V группъ, равно какъ и кислые растворы, не содержащія упомянутыхъ металловъ, прежде всего нейтрализуютъ $(\text{NH}_4)\text{OH}$; для нейтральныхъ же и щелочныхъ растворовъ прибавленіе $(\text{NH}_4)\text{OH}$ излишне. Затѣмъ прибавляютъ избытокъ NH_4Cl и $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ и взбалтываютъ до тѣхъ поръ, пока осадокъ начнетъ собираться въ видѣ комочковъ, потомъ слегка нагреваютъ и фильтруютъ. Фильтратъ можетъ содержать металлы 1-й и 2-й группъ; его изслѣдуютъ по таблицѣ XIX; если онъ окрашенъ въ бурый цвѣтъ, то это значитъ, что въ фильтратѣ перешелъ еще и NiS ; для выдѣленія послѣдняго растворъ подкисляютъ уксусной кислотой, нагреваютъ и отфильтровываютъ осадокъ NiS .

Отъ дѣйствія $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ въ осадкѣ могутъ быть:

CoS , NiS , ZnS , MnS , FeS , $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, щавелевокислыя, фосфорнокислыя, борнокислыя и кремнекислыя соли Ba , Sr и Ca , фтористый кальцій и фосфорнокислый магній.

Осадокъ быстро (чтобы избѣжать окисленія) фильтруютъ, промываютъ водой, къ которой прибавлено немного $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, обливаютъ на холоду очень слабой HCl (1 объемъ HCl уд. в. 1,2 съ 5 об. сѣроводородной воды) и взбалтываютъ. Примерно чрезъ полчаса фильтруютъ.

На фильтрѣ: CoS и NiS¹⁾. Осадокъ, промытый водой, къ которой прибавлено немного уксуснокислаго аммонія испытываютъ съ перломъ буры или фосфорной соли на Co, затѣмъ растворяютъ въ царской водкѣ и дѣлятъ растворъ на двѣ порціи: одна для испытанія на Ni, другая—на Co.		Въ фильтратѣ: ZnCl_2, MnCl_2, FeCl_2, AlCl_3, CrCl_3 и щавелевокислыя, фосфорнокислыя, борнокислыя, кремнекислыя и фтористо-водородныя соли Ba, Sr, Ca, Mg, Al, Cr, Fe.			
Испытаніе на Ni :	Испытаніе на Co :	Дальнѣйшій ходъ анализа зависитъ отъ присутствія или отсутствія H_3PO_4, $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$, H_2SiO_3, H_3BO_3, HF и Cr; поэтому прежде всего дѣлаютъ на нихъ испытанія. Къ небольшому количеству раствора, освобожденнаго отъ H_2S кипяченіемъ, приливаютъ $(\text{NH}_4)\text{OH}$ до щелочной реакціи. Если осадка не образуется—значитъ отсутствуютъ фосфорнокислыя, щавелевокислыя, борнокислыя, кремнекислыя соли щелочно-земельныхъ металловъ, Al, Cr, Fe и фтористыя щелочно-земельныя металлы. Образованіе осадка указываетъ на возможность присутствія вышеупомянутыхъ солей. Съ этимъ осадкомъ продѣлываютъ слѣдующія пробы:			
Растворъ выпариваютъ, остатокъ растворяютъ въ H_2O, понемногу прибавляютъ KCN до тѣхъ поръ, пока образовавшійся осадокъ вновь растворится; затѣмъ, прибавивъ 2—3 капли HCl, кипятятъ; но прибавленіи избытка щелочи и бромной воды, при нагреваніи, получаютъ черный осадокъ Ni_2O_3.	Растворъ выпариваютъ досуха, остатокъ растворяютъ въ H_2O и прибавляютъ конц. уксусной кислоты, а затѣмъ конц. раствора KNO_3; или сейчасъ же или послѣ стоянія раствора въ тепломъ мѣстѣ получаютъ желтый осадокъ $\text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot 3\text{KNO}_3$.	Проба на H_2SiO_3 и H_3PO_4 .	Проба на $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ и $\text{B}(\text{OH})_3$.	Проба на HF .	Проба на Cr .
¹⁾ Кроме того на фильтрѣ могутъ быть: кремнекислота, фтористый кальцій и сѣра. При дальнѣйшей обработкѣ осадка они остаются на фильтрѣ и доказываются соответствующими пробами (см. табл. VII).		1) Часть осадка растворяютъ въ HCl, выпариваютъ на водяной банѣ досуха и извлекаютъ HCl. Не растворяется кремнекислота. Повѣрочный опытъ съ перломъ фосфорной соли (см. табл. VII). 2) Фильтратъ выпариваютъ съ HNO_3 и испытываютъ на H_3PO_4 молибденовою жидкостью (см. табл. VII).	Часть осадка кипятятъ съ избыткомъ соды и фильтруютъ. 1) Часть фильтрата, нейтрализовавъ уксусной к-той, испытываютъ на $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ растворомъ CaCl_2 (см. табл. VII). 2) Другую часть фильтрата подкисляютъ HCl и испытываютъ, куркумовой бумажкой на $\text{B}(\text{OH})_3$ (см. табл. VII).	Часть осадка высушиваютъ и нагреваютъ съ кр. H_2SO_4; выдѣляющійся HF или SiF_4 (если была кремневая кислота) доказываютъ обычными приемами (см. табл. VII).	1) Присутствіе въ осадкѣ Cr, узнается по зеленому окрашиванію перла буры или фосфорной соли. 2) Сплавъ съ содой и селитрой желтаго цвѣта; его водный растворъ нейтрализованный уксусной кислотой даетъ съ AgNO_3 красно-бурый осадокъ Ag_2CrO_4.

Раздѣленіе металловъ III-й группы Табл. XVII. при отсутствіи H_3PO_4 , $C_2H_2O_4$, H_3BO_3 , H_2SiO_3 , HF .

Послѣ обработки осадка отъ $(NH_4)_2S$ соляной кислотой въ растворѣ имѣемъ: $ZnCl_2$, $MnCl_2$, $FeCl_2$, $AlCl_3$ и $CrCl_3$.

Прежде всего дѣйствіемъ $K_3Fe(CN)_6$ узнають, есть ли въ смѣси Fe ; если есть, то соль заки-
си Fe переводятъ въ соль окиси; для этого къ кипящему раствору солей прибавляютъ по кап-
лямъ конц. HNO_3 до тѣхъ поръ, пока цвѣтъ жидкости не сдѣлается бурожелтымъ; или въ нагрѣ-
тый растворъ, въ присутствіи HCl , бросаютъ 2—3 кристалла $KClO_3$. Окисленіе въ обоихъ случа-
яхъ идетъ лучше въ сгущенныхъ растворахъ (проба на полноту окисленія $K_3Fe(CN)_6$). Дальнѣй-
шій ходъ анализа находится въ зависимости отъ того, есть въ смѣси Cr или нѣтъ.

Ходъ анализа въ присутствіи Cr .

Ходъ анализа въ отсутствіи Cr .

Растворъ ¹⁾ нейтрализуютъ содой до появленія осадка: затѣмъ прибавленіемъ нѣсколькихъ капель HCl этотъ осадокъ растворяютъ; къ раствору прибавляютъ свѣже-осажденнаго, разболтаннаго въ водѣ $BaCO_3$ и оставляютъ стоять безъ нагрѣванія въ продолженіе 12 часовъ; жид-кость надъ осадкомъ должна быть безцвѣтной, иначе осажденіе не полное. Послѣ этого осадокъ отфильтро-вывають.

I способъ. Къ раствору прибавляютъ не очень большой избытокъ $NaOH$ разбавля-
ють водой и фильтруютъ.

На фильтрѣ: $Al(OH)_3$, $Cr(OH)_3$
 $Fe(OH)_3$ (и $BaCO_3$).

Въ фильтратѣ: $ZnCl_2$
 $MnCl_2$ (и $BaCl_2$).

Промытый осадокъ кипятятъ въ избыткѣ $NaOH$ и фильтруютъ.

Для удаленія Ba къ кипящему рас-
твору приливаютъ
 H_2SO_4 , нѣкоторое
время кипятятъ,
фильтруютъ и къ
фильтрату прибав-
ляютъ избытокъ
 $NaOH$; осадокъ от-
фильтровываютъ.

Ихъ растворяютъ въ
возможно меньшемъ
количествѣ HCl , ней-
трализуютъ, прибав-
ляютъ раствора ук-
суснокислого натрія
и кипятятъ.

Проба
на Zn .

Проба
на Al .

На фильтрѣ: $Fe(OH)_3$
 $Cr(OH)_3$ (и $BaCO_3$).

Въ филь-
тратѣ
 $Al(ONa)_3$.

Осадокъ высушива-
ють и сплавляютъ съ
содой и селитрой;
сплавъ обрабаты-
ваютъ водой и филь-
труютъ.

Растворъ подкис-
ляютъ
 HCl и при-
бавляютъ
избытокъ
 NH_4OH ; по-
лучаютъ
бѣлый
осадокъ
 $Al(OH)_3$.
Повѣроч-
ный
опытъ:
получе-
ніе Тена-
ровой
сини.

На филь-
трѣ
 $Mn(OH)_2$.

Въ филь-
тратѣ
 $Zn(ONa)_2$.

Въ осад-
кѣ $Fe(OH)_3$

Въ филь-
тратѣ со-
ли Mn .

Для по-
вѣроч-
ныхъ ре-
акцій на
железо
раств. въ
 HCl .

Съ рас-
творомъ
продѣл-
ываютъ ре-
акціи на
 Mn .

Часть
раствора
обрабо-
тываютъ
 H_2S . Бѣ-
лый оса-
докъ ZnS ;
его рас-
творяютъ
въ HCl и
продѣл-
ываютъ ре-
акціи на
 Zn .

Прибав-
ляютъ
 HCl до
кислой
реакціи и
затѣмъ
избытокъ
 $(NH_4)OH$;
бѣлый
осадокъ
 $Al(OH)_3$.
Повѣроч-
ный
опытъ на
Тенарову
синь.

На филь-
трѣ Fe_2O_3 .

Въ филь-
тратѣ
 K_2CrO_4 .

Для по-
вѣроч-
ныхъ ре-
акцій на
 Fe рас-
творяютъ
въ HCl .

Нейтра-
лизовавъ
уксусной,
кислотой
продѣл-
ываютъ ре-
акціи на
 H_2CrO_4 .

Сплавле-
ніемъ съ
содой и
селитрой
 доказы-
 ваютъ
присут-
ствіе Mn .

H_2S даетъ
бѣлый
осадокъ
 ZnS .
Повѣроч-
ный
опытъ:
получе-
ніе Рин-
мановой
зелени.

II способъ. Растворъ нейтрализуютъ (NH_4OH до
появленія не исчезающей при взбалтываніи
мути; ее растворяютъ въ уксусной кислотѣ,
приливаютъ избытокъ $NaC_2H_3O_2$ и кипятятъ
до обезцвѣчиванія жидкости. Фильтруютъ.

На фильтрѣ основныя
соли Fe и Al .

Въ фильтратѣ уксус-
нокислыя соли Zn
и Mn .

Растворяютъ въ HCl ,
приливаютъ избы-
токъ $NaOH$, кипятятъ
и, прибавивъ H_2O ,
фильтруютъ.

Въ безцвѣтный ²⁾ рас-
творъ пропускаютъ
 H_2S .

На филь-
трѣ
 $Fe(OH)_3$.

Въ филь-
тратѣ
 $Al(ONa)_3$.

Въ осад-
кѣ ZnS .

Въ рас-
творѣ
 Mn .

Раство-
ряютъ въ
 HCl и про-
дѣлыва-
ютъ реак-
ціи на Fe .

Продѣ-
лываютъ
реакціи
на Al .

Раство-
ряютъ въ
 HCl и про-
дѣлыва-
ютъ ре-
акціи на
 Zn .

Продѣ-
лываютъ
реакціи
на Mn .

¹⁾ Растворъ не долженъ содержать сѣрнистыхъ солей.

²⁾ Если онъ окрашенъ, то значить при растворе-
ніи осадка сѣристыхъ металловъ въ слабой HCl въ
растворѣ перешли Co и Ni . Тогда растворъ осаждаютъ
($NH_4)_2S$ и осадокъ послѣдовательно обрабатываютъ:
слабой уксусной кислотой (въ растворѣ переходитъ
 MnS), слабой HCl —(растворяется ZnS); остаются CoS и
 NiS , которые открываются по табл. XVI.

Исследование осадка отъ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ въ присутствіи H_3PO_4 , $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$, H_3BO_3 , H_2SiO_3 , HF .

Табл. XVIII.

Если доказано присутствіе щавелевой кислоты, то поступаютъ такъ: растворъ выпариваютъ до суха и остатокъ прокалываютъ, при чемъ щавелевокислыя соли переходятъ въ углекислыя. При отсутствіи H_3PO_4 ихъ растворяютъ въ HCl , растворъ нейтрализуютъ $(\text{NH}_4)\text{OH}$ и осаждаютъ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ въ присутствіи NH_4Cl . Послѣ фильтрованія фильтратъ, содержащій металлы II группы, исследуютъ по таблицѣ XIX; осадокъ же растворяютъ въ HCl , и исследуютъ по таблицѣ XVI. Въ присутствіи фосфорной кислоты исследование ведутъ по одному изъ слѣдующихъ двухъ способовъ:

I. Солянокислый растворъ сѣрнистыхъ соединений, равно какъ и остатка послѣ прокалыванія щавелевокислыхъ соединений, испытываю на присутствіе Fe , окисляютъ (см. таблицу XVII); затѣмъ нейтрализуютъ содой и прибавляютъ избытокъ $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4\text{Na}$ и сюда же столько FeCl_3 , чтобы растворъ получилъ краснобурную окраску. Потомъ кипятятъ до тѣхъ поръ, пока жидкость надъ осадкомъ обезцвѣтится, а осадокъ станетъ краснобурнымъ (если онъ только желтоватъ, то, прибавивъ еще FeCl_3 , вновь кипятятъ). Послѣ этого фильтруютъ.

На фильтрѣ: фосфорнокислые, ^{борнокислые} уксуснокислые, борнокислые, кремнекислые, фтористые Al , Cr и Fe и ихъ гидроокиси.		Въ фильтратѣ: Zn , Mn ; Ba , Sr , Ca , Mg и слѣды Cr .	
Обработываютъ на холоду избыткомъ NaOH и фильтруютъ.		Эту смѣсь обрабатываютъ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ въ присутствіи NH_4OH и NH_4Cl .	
На фильтрѣ $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Его растворяютъ въ HCl и съ растворомъ проводятъ реакцію на желѣзо.	Въ фильтратѣ Al и Cr . При кипяченіи этого раствора	Въ осадкѣ ZnS , MnS и слѣды $\text{Cr}(\text{OH})_3$; ихъ раздѣляютъ по табл. XVII.	Въ растворѣ тѣ щелочноразсмѣляемые металлы, которые были связаны съ H_3PO_4 , $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ и т. д. Ихъ исследуютъ по табл. XIX.
	Осаждается зеленый $\text{Cr}(\text{OH})_3$.	Въ растворѣ Al ; подкисливъ HCl , избыткомъ $(\text{NH}_4)\text{OH}$ осаждаютъ $\text{Al}(\text{OH})_3$ или AlPO_4 .	

II. Къ отдѣльной небольшой пробѣ солянокислаго раствора, не содержащаго Co , Ni и $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$, или изъ котораго эти послѣднія удалены, приливаютъ слабой H_2SO_4 :

Осадокъ образуется.

Онъ можетъ состоять изъ BaSO_4 , SrSO_4 , CaSO_4 . Его отфильтровываютъ и сплавляютъ съ KNaCO_3 (см. стр. 40). Сплавъ хорошо выщелачиваютъ водой: нерастворяются BaCO_3 , SrCO_3 , CaCO_3 . Ихъ раздѣляютъ обычными способами (см. табл. XIX).

Осадокъ не образуется.

Къ раствору приливаютъ спирта (1—2 объема). Если присутствуетъ Ca , то онъ при этомъ выпадетъ, какъ CaSO_4 . Его отфильтровываютъ, растворяютъ въ большомъ количествѣ воды и получаютъ осадокъ съ $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$.

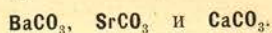
2) Другую, большую порцію, испытываю на Fe , окисляютъ HNO_3 , даютъ охладиться и приливаютъ по каплямъ FeCl_3 до тѣхъ поръ, пока отдѣльная проба раствора, при приливаніи $(\text{NH}_4)\text{OH}$, дастъ желтоватый осадокъ; жидкость выпариваютъ на водяной банѣ до небольшого объема, нейтрализуютъ свободную кислоту, затѣмъ прибавляютъ разболтаннаго въ водѣ BaCO_3 , взбалтываютъ и оставляютъ стоять до тѣхъ поръ, пока надъ осадкомъ жидкость станетъ безцвѣтной:

Въ осадкѣ: Al , Cr , Fe , H_3PO_4 , $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$, H_3BO_3 , HF , H_2SiO_3 .		Въ растворѣ Mn , Zn , Ba , Sr , Ca , Mg .	
Его кипятятъ съ растворомъ NaOH (или KOH) и фильтруютъ.		Растворъ подкисляютъ HCl (чтобы удалить CO_2) и осаждаютъ $(\text{NH}_4)\text{OH}$ и $(\text{NH}_4)_2\text{S}$.	
Осадокъ испытываютъ на Cr окрашиваніемъ перла изъ буры или фосфорной соли, или сплавленіемъ съ содой и селитрой (см. табл. XVI).	Фильтратъ испытываютъ на Al обычными приемами (см. табл. XVII).	Въ осадкѣ ZnS , MnS .	Въ растворѣ Ba , Sr , Ca , Mg .
		Ихъ раздѣляютъ обычными способами (см. табл. XVII).	Ихъ открываютъ по табл. XIX и XX.

Осадокъ отъ углекислаго аммонія.

Табл. XIX.

Фильтратъ, полученный послѣ осажденія металловъ III группы сѣрнистымъ аммоніемъ, для разрушенія послѣдняго, слабо подкисляютъ HCl и кипятятъ, чтобы выдѣлившаяся сѣра собралась въ комки, а растворъ пересталъ быть мутнымъ. Отфильтрованный растворъ нейтрализуютъ $(\text{NH}_4)\text{OH}$ и, прибавивъ NH_4Cl и $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, нагреваютъ. Послѣ фильтрованія, въ фильтратъ переходятъ соли Mg , K , Na ; ихъ изслѣдуютъ по таблицѣ XX; на фильтрѣ же остаются:



Ихъ растворяютъ въ возможно маломъ количествѣ HCl , выпариваютъ растворъ досуха, вновь растворяютъ въ водѣ и дѣлаютъ слѣдующія предварительныя пробы:

1) Къ небольшой части раствора приливаютъ SrSO_4 : образованіе (сейчасъ же или очень скоро) осадка докажетъ присутствіе Ba .

2) Если барія не оказалось, то къ новой порціи раствора приливаютъ CaSO_4 : образованіе чрезъ нѣкоторое время осадка докажетъ присутствіе Sr .

Въ случаѣ одновременнаго присутствія Ba , Sr и Ca поступаютъ по одному изъ слѣдующихъ трехъ способовъ:

1-й способъ.	2-й способъ.		3-й способъ.
Конц. растворъ хлористыхъ Ba , Sr и Ca кипятятъ со смѣсью конц. растворовъ Na_2SO_4 (1 ч.) и Na_2CO_3 (2 ч.). Фильтруютъ; осадокъ, состоящій изъ BaSO_4 , SrCO_3 и CaCO_3 , промываютъ горячей водой, затѣмъ обрабатываютъ HCl и фильтруютъ. На фильтрѣ остается BaSO_4 , а въ фильтратѣ SrCl_2 и CaCl_2 . Фильтратъ сгущаютъ и, прибавивъ къ нему большой избытокъ конц. (1:4) раствора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, нѣсколько времени кипятятъ. Въ осадкѣ SrSO_4 , а въ растворѣ CaSO_4 . Повѣрочнымъ опытомъ на Sr служитъ окрашиваніе пламени; а на Ca ,—дѣйствіе на полученный растворъ $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$.	Сухія, истертые въ порошокъ BaCl_2 , SrCl_2 и CaCl_2 нагреваютъ нѣкоторое время съ абсолютнымъ спиртомъ*) и фильтруютъ.		Осадокъ углекислыхъ солей Ba , Sr и Ca растворяютъ въ $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, нейтрализуютъ до слабокислой реакціи амміакомъ и прибавляютъ $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$. Въ осадкѣ получается BaCrO_4 ; его отфильтровываютъ; изъ фильтрата осаждаютъ углекислымъ аммоніемъ SrCO_3 и CaCO_3 . Ихъ растворяютъ въ HCl или HNO_3 и раздѣляютъ по 1-му способу или по 2-му способу.
	На фильтрѣ BaCl_2 .	Въ фильтратѣ SrCl_2 и CaCl_2 .	
	Растворяютъ въ H_2O и продѣлываютъ реакціи на Ba .	Выпариваютъ досуха, растворяютъ въ H_2O и дѣйствіемъ Na_2CO_3 осаждаютъ SrCO_3 и CaCO_3 ; ихъ растворяютъ въ HNO_3 и, выпаривъ досуха, нагреваютъ съ абс. спиртомъ; послѣ фильтрованія:	
	На фильтрѣ $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$.	Въ фильтратѣ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.	
	Растворяютъ въ H_2O и продѣлываютъ реакціи на Sr .	Выпариваютъ, растворяютъ въ H_2O и продѣлываютъ реакціи на Ca .	

*) Или лучше со смѣсью равныхъ объемовъ абс. спирта и эфира.

Магній и щелочные металлы.

Табл. XX.

Фильтратъ, полученный послѣ осажденія металловъ П группы углекислымъ аммоніемъ*), прежде всего испытываютъ на Mg ; для этого къ небольшому количеству этого раствора приливаютъ NH_4Cl и Na_2HPO_4 ; образованіе (сейчасъ же или чрезъ нѣкоторое время) ясно кристаллическаго осадка докажетъ присутствіе Mg .

Отдѣленіе Mg отъ K и Na .

Для отдѣленія Mg растворъ выпариваютъ досуха и прокалываютъ до полного улетучиванія амміачныхъ солей. Къ остатку, растворенному въ водѣ, приливаютъ растворъ $Ba(OH)_2$ до тѣхъ поръ, пока еще образуется осадокъ и, вскипятивъ, фильтруютъ.

На фильтрѣ $Mg(OH)_2$.	Въ фильтрѣ соли K, Na и кромѣ того Ba .
Растворяютъ въ HCl и, осадивъ сѣрной кислотой примѣсь Ba , продѣлываютъ реакціи на Mg .	Для удаленія Ba растворъ нагреваютъ съ $(NH_4)OH$ и $(NH_4)_2CO_3$; осадокъ $BaCO_3$ отфильтровываютъ; фильтратъ выпариваютъ досуха; остатокъ, для удаленія амміачныхъ солей, прокалываютъ и растворяютъ въ H_2O . Этотъ растворъ испытываютъ на K и Na .

Открытіе K и Na .

Если испытуемый растворъ содержитъ соли аммонія, то прежде всего, выпаривъ растворъ, прокалываютъ остатокъ до полного улетучиванія амміачныхъ соединений. Остатокъ пробуютъ сначала на окрашиваніе пламени: K даетъ фіолетовое, Na —желтое. При одновременномъ присутствіи K и Na помощь окажетъ индіговая призма (или кобальтовое стекло); она вполне поглощаетъ желтый цвѣтъ Na , а фіолетовый—отъ K совсѣмъ не поглощаетъ.

Остатокъ растворяютъ въ маломъ количествѣ воды и дѣлятъ на двѣ порціи; въ одной дѣлаютъ пробу на K , а въ другой—на Na .

Проба на K : часть раствора смѣшиваютъ съ растворомъ виннокаменной кислоты; образованіе (сейчасъ или спустя нѣкоторое время) бѣлаго кристаллическаго осадка укажетъ на K . Къ другой части раствора приливаютъ $PtCl_4$; въ присутствіи K образуется желтый осадокъ.

Проба на Na : Къ испытуемому раствору прибавляютъ $K_2H_2Sb_2O_7$; образованіе (сейчасъ или спустя нѣкоторое время) бѣлаго кристаллическаго осадка докажетъ присутствіе Na .

Проба на NH_4 производится въ первоначальномъ растворѣ (см. табл. XII).

*) Такъ какъ этотъ фильтратъ можетъ содержать еще слѣды соединений Ba , Sr и Ca , то для удаленія ихъ къ раствору прибавляютъ $(NH_4)_2SO_4$ и $(NH_4)_2C_2O_4$. Если образуется осадокъ, его отфильтровываютъ.

Ходъ анализа кислотъ.

А. Общія замѣчанія.

Открытію кислотъ всегда долженъ предшествовать систематическій анализъ металлическихъ элементовъ.

Зная, какіе металлы находятся въ изслѣдуемой смѣси и зная отношеніе смѣси къ водѣ и кислотамъ (растворимость), мы можемъ уже сдѣлать заключенія объ отсутствіи тѣхъ или другихъ кислотъ.

Напримѣръ: 1) Если доказано въ смѣси присутствіе барія, то какъ въ среднихъ такъ и въ кислыхъ растворахъ не можетъ быть H_2SO_4 (и H_2SiF_6).

2) Въ кислыхъ растворахъ не можетъ быть углекислыхъ, сѣрнистыхъ и сѣрноватистыхъ солей.

3) Въ нейтральныхъ растворахъ, содержащихъ барій не можетъ быть всѣхъ кислотъ I группы.

4) Если въ нейтральномъ или кислотъ растворѣ найдено серебро, то не можетъ быть галоидоводородныхъ кислотъ и т. д.

Чтобы имѣть возможность дѣлать подобныя заключенія, далѣе приведена таблица растворимости солей.

Поясненія къ таблицѣ.

Въ таблицѣ подразумѣваются среднія соли; кислыя, основныя и двойныя соли приведены въ выносахъ.

I или 1 обозначаетъ соли, растворимыя въ водѣ;

II или 2 обозначаетъ соли, нерастворимыя въ водѣ, но растворимыя въ HCl , HNO_3 или царской водкѣ.

III или 3 означаетъ соли нерастворимыя въ водѣ, HCl и HNO_3 .

I—II или 1—2, обозначаетъ соли трудно растворимыя въ водѣ, но растворимыя въ HCl и HNO_3 .

I—III или 1—3 обозначаетъ соли въ водѣ и кислотахъ трудно растворимыя.

II—III или 2—3 обозначаетъ соли нерастворимыя въ водѣ, трудно растворимыя въ кислотахъ.

Римскими цифрами обозначены вещества, часто встрѣчающіяся; арабскими цифрами—рѣже встрѣающіяся. Малыя арабскія цифры указываютъ выноски.

Т а б л и ц а р а с т

	K ₂ O	Na ₂ O	(NH ₄) ₂ O	BaO	SrO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	ZnO	MnO	NiO	CoO	FeO	Fe ₂ O ₃	Ag ₂ O
	I	I	I	I	1	I-II	II	II	II и III	II	2 ₉	II	II	2	II	2
H ₂ CrO ₄	I ₁	1	1	2	1-2	1-2	1		2	1	1	2	2		1	2
H ₂ SO ₄	I _{2,4}	I	I ₆	III	III	I-III	I	I ₂	I и III ₄	I	I	I	I	I ₆	I	I-II
H ₃ PO ₄	1	I ₅	1 _{5,7}	2	2	II	2 ₇	2	2	2	2	2	2	2	II	2
H ₃ BO ₃	1	1	1	2	2	2	1-2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
C ₂ H ₂ O ₄	I	I	I	2	2	II	2	2	1-2	2	1-2	2	2	2	2	2
HF	1	1	I	1-2	1-2	II-III	2-3	1	1	1-2	2	1-2	1-2	1-2	1	1
H ₂ CO ₃	I	I	I	II	II	II	II			II	II	II	II	II		2
H ₂ SiO ₃	I	I		2	2	2	2	2-3	2	2	2	2	2	2	2	
HCl	I ₃	I	I ₈	I	I	I	I	1	I и III	I	I	I	I	I	I	III
HBr	I	I	1	1	1	1	1	1	I и 3	1	1	1	1	1	1	3
HJ	I	1	I	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	I	1	3
HCN	I	1	1	1-2	1	1	1		2	II	2	2-3	2-3	2-3		III
H ₄ Fe(CN) ₆	1	1	1	1-2	1	1	1			II-III	2	3	3	3	III	3
H ₃ Fe(CN) ₆	I	1	1			1	1			2	3	3	3	III	1	3
HCNS	I	1	I	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	3
C ₂ H ₄ O ₂	I	I	I	I	1	I	1	I	1	I	1	1	1	1	I	1
H ₂ S	I	I	I	I	1	I-II	2	2	2-3	II	II	2 ₁₀	2 ₁₁	II	2	2 ₁₂
HNO ₃	I	I	I	I	I	1	1	1	I	1	1	1	I	1	1	I
HClO ₃	I	1	1	1	I	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
H ₃ AsO ₃	I	1	1	2	2	2	2				2	2	2	2	2	2
H ₃ AsO ₄	I	I	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	K ₂ O	Na ₂ O	(NH ₄) ₂ O	BaO	SrO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	ZnO	MnO	NiO	CoO	FeO	Fe ₂ O ₃	Ag ₂ O

1. Двуххромокислый калий I.
2. Аллюминиево-кальевые квасцы I.
3. Хлороплатинатъ калия I-III.
4. Хромовокальевы квасцы I.
5. Фосфорно-аммонійно-натрієвая соль I.
6. Двойная сѣрноокислая соль закиси желѣза и аммонія I.
7. Фосфорно-аммонійно-магнієва соль II.
8. Хлороплатинатъ аммонія I-III.
9. Перекись марганца въ HCl легко растворима, въ HNO₃ — нерастворима.

В О Р И М О Е Т И С О Л Е Й .

Табл. XXI.

PbO	Hg ₂ O	HgO	CuO	Bi ₂ O ₃	CdO	Au ₂ O ₃	PtO ₂	SnO	SnO ₂	Sb ₂ O ₃	
II ₁₈	II	II	II	2	2		2	2	2 и 3	II ₁₈	Окислы.
II-III	2	1-2	1	2	2			2		2	H ₂ CrO ₄
II-III	1-2	I ₁₄	I	1	I		1	1		2	H ₂ SO ₄
2	2	2	2	2	2			2	2	1-2	H ₃ PO ₄
2			2	2	1-2			2			H ₃ BO ₃
2	2	2	2	2	2		1	2	1	2	C ₂ H ₂ O ₄
2		1-2	2	1	1-2			1	1	1	HF
II	2	2	II	2	2						H ₂ CO ₃
2			2		2						H ₂ SiO ₃
I-III	II-III	I	I	I-II ₁₆	I	I	I ₃₋₈	I	I	I-II ₁₉	HCl
1-3	2-3	1	1	1-2	I	1	1			1-2	HBr
I-II	II	II	1	2	I	2	3	1	1	1-2	HJ
2		I	2		2	I	1				HCN
2			3					3	3		H ₄ Fe(CN) ₆
1-2								3			H ₃ Fe(CN) ₆
2	II	1	2		1-2		2		1		HCNS
I	1-2	1	I	1	1			1	1		C ₂ H ₄ O ₂
II	II	II ₁₆	2	2	II	2	2	2	2	II	H ₂ S
I	I	I	I	I ₁₇	1		1				HNO ₃
1	1	1	1	1	1			1			HClO ₃
2	2	2	II							2	H ₃ AsO ₃
2	2	2	2	2					2	2	H ₃ AsO ₄
PbO	Hg ₂ O	HgO	CuO	Bi ₂ O ₃	CdO	Au ₂ O ₃	PtO ₂	SnO	SnO ₂	Sb ₂ O ₃	

10. NiS въ HNO₃ очень легко растворимъ, въ HCl трудно растворимъ.

11. Тоже что NiS.

12. Ag₂S растворимо только въ HNO₃.

13. Pb₃O₄ (сурикъ) при дѣйствіи HNO₃ даетъ азотнокислую соль окиси и PbO₂, нерастворимую въ HNO₃.

14. Основная сѣрнокислая соль окиси ртути II.

15. HgS растворяется только въ царской водкѣ при кипяченіи.

16. Основной хлористый висмутъ II.

17. Основной азотнокислый висмутъ II.

18. Окись сурьмы растворима въ HCl, нерастворима въ HNO₃.

19. Основная хлористая сурьма II.

В. Кислоты, открываемыя при систематическомъ ходѣ анализа металлическихъ элементовъ.

I. 1) Если при подкисленіи HCl нейтральныхъ или щелочныхъ растворовъ, а также при раствореніи въ кислотахъ твердаго вещества, замѣчается выдѣленіе безцвѣтныхъ газовъ, то это указываетъ на возможность присутствія солей кислотъ—угльной (выдѣленіе сопровождается шипѣніемъ) сѣрнистой, цианистой, сѣроводорода. Природа выдѣляющихся газовъ открывается такъ: CO_2 узнаютъ по образованію осадка съ известковой или баритовой водой, SO_2 —по характерному запаху, HCN —по запаху горькихъ миндалей (осторожно: HCN —ядъ), H_2S —по запаху тухлыхъ яицъ.

Если при этомъ жидкость дѣлается опаловидною, вслѣдствіе выдѣленія сѣры, и кромѣ того ощущается запахъ SO_2 , то это указываетъ на присутствіе сѣрноватистокислыхъ солей.

2) Если изслѣдуемое вещество представляетъ щелочной (рѣже нейтральный) растворъ, то при подкисленіи HCl могутъ выпасть въ видѣ осадка:

а) кремневая кислота—въ видѣ желатинознаго осадка. Полное осажденіе происходитъ при повторномъ (2—3 раза) выпариваніи съ HCl до суха или же послѣ прибавленія NH_4Cl или $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.

б) борная кислота—бѣлый осадокъ, только изъ крѣпкихъ растворовъ. Реакціи см. табл. VII.

в) іодъ (изъ іодистыхъ металловъ)—осадокъ темносѣраго цвѣта. При взбалтываніи съ CS_2 растворяется съ фіолетовымъ цвѣтомъ.

г) сурьмяная кислота—бѣлый осадокъ, растворимый въ винной кислотѣ. Изъ этого раствора H_2S осаждаетъ оранжевый осадокъ сѣрнистой сурьмы.

е) оловянная кислота.

ф) сѣра—желтовато-бѣлый или бѣлый осадокъ изъ сѣрнистыхъ щелочныхъ металловъ и сѣрноватистыхъ солей; въ первомъ случаѣ съ выдѣленіемъ H_2S , во второмъ случаѣ—съ выдѣленіемъ SO_2 .

II. 1) Если при осажденіи сѣроводородомъ замѣчено выдѣленіе S (растворъ дѣлается молочнобѣлымъ), то это указываетъ на возможность присутствія солей: хромовой кислоты (при этомъ желтый цвѣтъ жидкости переходитъ въ зеленый), марганцовой кислоты (малиновокрасный растворъ дѣлается безцвѣтнымъ), крѣпкой азотной кислоты, желѣзо-синеродистой кислоты (растворъ принимаетъ голубой цвѣтъ), сѣрнистой кислоты, азотистой кислоты, свободнаго хлора, (а также кислотъ хлорной, бромной и іодной).

2) Кромѣ того при систематическомъ ходѣ анализа на металлы могутъ быть открыты кислоты: фосфорная, щавелевая, борная, фтористоводородная—при III группѣ металловъ.

3). Кислоты As , Sb и Sn открываются какъ металлическіе элементы.

Подготовленіе вещества къ изслѣдованію на кислоты.

Для изслѣдованія кислотъ ихъ нужно имѣть въ водномъ растворѣ, лучше всего, въ видѣ щелочныхъ солей. Если присутствуютъ тяжелые металлы, то они должны быть удалены.

I. Если изслѣдуемое вещество растворимо въ водѣ или кислотахъ, то его переводятъ въ растворъ (см. стр. 20—21) и полученный растворъ подвергаютъ дальнѣйшей обработкѣ по одному изъ слѣдующихъ двухъ способовъ:

1-й способъ. Растворъ, подкисленный HCl , осаждаютъ сначала H_2S ; по удаленіи осадка фильтрованіемъ, фильтратъ осаждаютъ затѣмъ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$; опять фильтруютъ; фильтратъ, для разрушенія $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ и для удаленія H_2S кипятятъ съ HCl ; отфильтровавъ затѣмъ выдѣлившуюся сѣру, растворъ нейтрализуютъ амміакомъ и испытываютъ на кислоты по Д.

Въ растворѣ, приготовленномъ такимъ образомъ, не могутъ быть открыты: HCl и H_2S (онѣ прибавлены); H_2CO_3 , H_2SO_3 , $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$, HClO_3 , H_2CrO_4 (разлагаются при подкисленіи или восстанавливаются отъ H_2S); кислоты As , Sn , Sb . Кромѣ того кислоты: фосфорная, щавелевая, борная, кремневая и фтористоводородная могутъ цѣликомъ осѣсть въ видѣ солей съ щелочно-земельными или тяжелыми металлами при обработкѣ раствора $(\text{NH}_4)_2\text{S}$.

2-й способъ. Растворъ осаждаютъ при кипяченіи избыткомъ Na_2CO_3 . Въ осадкѣ находятся углекислыя соли тяжелыхъ и щелочно-земельныхъ металловъ, въ растворѣ натріевыя соли кислотъ.¹⁾ Растворъ дѣлятъ на три части; одну часть нейтрализуютъ HCl , другую HNO_3 , третью H_2SO_4 . Полученные растворы изслѣдуютъ на кислоты по Д.

Въ этомъ растворѣ не можетъ быть открыта H_2CO_3 (она прибавлена).

Кромѣ того изъ кислыхъ растворовъ могутъ выпасть фосфорнокислыя, кремнекислыя, CaF_2 и другія соли, которыя могутъ и не разложиться угленатріевой солью; еще въ осадкѣ можетъ находиться CrAsO_4 , также неразлагаемый Na_2CO_3 . Поэтому осадокъ отъ Na_2CO_3 сплавляютъ съ KNaCO_3 (3—4 ч. по вѣсу), сплавъ кипятятъ съ водой, фильтруютъ, фильтратъ нейтрализуютъ HNO_3 и дѣлаютъ съ нимъ пробы на фосфорную и мышьяковую и др. кислоты.

II. Если изслѣдуемое вещество нерастворимо въ водѣ и кислотахъ, (а также, если остается остатокъ не растворимый въ кислотахъ), то его анализируютъ по стр. 39.

¹⁾ При кипяченіи съ Na_2CO_3 въ растворъ могутъ перейти и натріевыя соли кислотъ As , Sb , Sn . Ихъ нужно удалить изъ раствора при помощи H_2S .

Дѣленіе кислотъ на группы.

Табл. XXII.

Групповыми реактивами на кислоты служатъ BaCl_2 и AgNO_3 . Указанными реактивами однако нельзя произвести отдѣленія однихъ кислотъ отъ другихъ, а можно лишь доказать присутствіе или отсутствіе въ изслѣдуемомъ растворѣ той или другой группы кислотъ, такъ что пробы на каждую изъ кислотъ производятся въ отдѣльныхъ порціяхъ раствора, безъ отдѣленія отъ другихъ кислотъ, находящихся въ смѣси.

Группы	Подгруппы	Отношеніе къ BaCl_2 и AgNO_3	К и с л о т ы
Первая группа кислотъ	Первая подгруппа	BaCl_2 , въ нейтральныхъ растворахъ даетъ осадокъ. AgNO_3 даетъ осадокъ.	H_2SO_3 , $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$, H_3BO_3 , H_3PO_4 , H_3AsO_3 , H_3AsO_4 , H_2CO_3 , $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$, H_2SiO_3 , H_2CrO_4 .
	Вторая подгруппа	BaCl_2 даетъ осадокъ. AgNO_3 не даетъ осадка.	HF , H_2SO_4 *).
Вторая группа кислотъ	Первая подгруппа	BaCl_2 не даетъ осадка. AgNO_3 даетъ осадокъ, нерастворимый въ HNO_3 .	HCl , HBr , HI , HCN , $\text{H}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$, $\text{H}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$.
	Вторая подгруппа	BaCl_2 не даетъ осадка. AgNO_3 даетъ осадокъ, растворимый въ HNO_3 .	H_2S , $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, HNO_2 **).
Третья группа кислотъ		BaCl_2 не даетъ осадка. AgNO_3 не даетъ осадка.	HNO_3 , HClO_3 .

*) Въ крѣпкихъ растворахъ AgNO_3 даетъ осадокъ.

**) Въ слабыхъ растворахъ AgNO_3 можетъ и не дать осадка.

Д. Ходъ испытаній на кислоты.

Растворъ, приготовленный по первому или второму способу, подвергаютъ испытаніямъ въ слѣдующемъ порядкѣ:

I. Открытіе кислотъ первой группы.

1. Къ отдѣльной пробѣ раствора, подкисленного HCl , прибавляютъ избытокъ BaCl_2 . Образование осадка, нерастворяющагося при дальнѣйшемъ прибавленіи HCl , доказываетъ присутствіе H_2SO_4 (и H_2SiF_6); для повѣрочныхъ опытовъ осадокъ отфильтровываютъ, сушатъ и сплавляютъ съ KNaCO_3 (см. стр. 40); сплавъ выщелачиваютъ водой и водный растворъ испытываютъ на H_2SO_4 .

2. Къ кислому фильтрату, полученному по удаленіи BaSO_4 , или къ кислому раствору, содержащему BaCl_2 , если осадокъ BaSO_4 не образовался (см. предыдущій опытъ), осторожно приливаютъ $(\text{NH}_4)\text{OH}$ по стѣнкамъ пробирки такъ, чтобы жидкости не смѣшивались. Образование осадка или мути на границѣ двухъ слоевъ указываетъ на присутствіе другихъ кислотъ I группы.

3. *Проба на фосфорную кислоту.* Къ отдѣльной порціи раствора приливаютъ матеизальной или молибденовой смѣси (см. табл. VII). Мышьяковая кислота, если присутствуетъ, должна быть удалена при помощи H_2S , такъ какъ съ названными реактивами она даетъ такіе же осадки, какъ и фосфорная кислота.

4. *Проба на фтористоводородную и щавелевую кислоты.* Къ отдѣльной порціи усредненного раствора приливаютъ CaCl_2 ; осадокъ отфильтровываютъ и обрабатываютъ растворомъ уксусной кислоты. Нерастворившися CaF_2 и CaC_2O_4 . Нерастворившуюся часть осадка высушиваютъ и дѣлятъ на двѣ части.

Одну часть, для испытанія на фтористоводородную кислоту высушиваютъ, смѣшиваютъ съ кр. H_2SO_4 и производятъ опытъ вытравливанія стекла (см. табл. VII). Другую часть для испытанія на щавелевую кислоту, смѣшиваютъ съ MnO_2 , увлажняютъ водой, прибавляютъ немного кр. H_2SO_4 и нагреваютъ. Въ присутствіи щавелевой кислоты выделяется CO_2 , доказываемая обычными пробами (см. табл. VII).

5. *Проба на борную кислоту* производится по одному изъ слѣдующихъ двухъ способовъ:

а) Отдѣльную порцію раствора, приготовленного по 2-му способу, выпариваютъ до суха. Къ остатку приливаютъ кр. H_2SO_4 и спирта и, помѣшивая стеклянной палочкой, зажигаютъ спиртъ. Въ присутствіи борной кислоты пламя спирта окрашивается въ зеленый цвѣтъ.

б) Отдѣльную порцію раствора, приготовленного по 2-му способу подкисляютъ HCl и испытываютъ куркумовой бумажкой (см. табл. VII). [Хлорноватая кислота, хромовая кислота, йодистый водородъ и азотистая кислота, если присутствуютъ, должны быть удалены].¹⁾

6. *Проба на кремневую кислоту.* Отдѣльную порцію раствора, приготовленного по 2-му способу, выпариваютъ съ HCl до суха 2 раза. При этомъ кремневая кислота переходитъ въ нерастворимое состояніе. Нерастворимый остатокъ, послѣ обработки его HCl , испытываютъ на SiO_2 (см. табл. VII).

7. Кислоты: угольная, сѣрнистая, сѣрниоватистая открываются при систематическомъ ходѣ анализа металлическихъ элементовъ (см. стр. 34).

Реакціи на эти кислоты удобно также продѣлать непосредственно съ сухимъ веществомъ (или сухимъ остаткомъ), нагревая его съ слабой H_2SO_4 въ стеклянной трубкѣ (см. табл. XI).

8. *Хромовая кислота* открывается при систематическомъ ходѣ анализа металлическихъ элементовъ (см. стр. 34).

Кромѣ того, растворы, приготовленные по 2-му способу, въ присутствіи хромовой кислоты имѣютъ желтый цвѣтъ, переходящій въ зеленый отъ дѣйствія H_2S , SO_2 , спирта и т. д. (см. табл. VII).

BaCl_2 даетъ желтый осадокъ BaCrO_4 , нерастворимый въ уксусной кислотѣ.

II. Группа кислотъ.

Часть раствора, приготовленного по 1-му или по 2-му способу (стр. 35) и подкисленного HNO_3 , осаждаютъ AgNO_3 .

Если осадка не образуется—отсутствуетъ I группа кислотъ.

Если осадокъ образуется—наблюдаютъ его окраску:

а) осадокъ чистобѣлаго цвѣта даютъ HCl , HCN , $\text{H}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$; [если осадокъ очень легко растворяется въ $(\text{NH}_4)\text{OH}$, то онъ представляетъ собой AgCl]

б) осадокъ блѣдно-желтый даютъ HBr , HI .

в) осадокъ оранжевый даютъ $\text{H}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$.

д) осадокъ черный даетъ H_2S . [Въ присутствіи $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ въ кислому растворѣ, при обыкновенной температурѣ медленно, при нагреваніи быстро, также образуется черный осадокъ Ag_2S .]

¹⁾ Хлорноватую кислоту удаляютъ прокаливаніемъ; хромовую кислоту восстанавливаютъ сѣрнистой кислотой и окись хрома осаждаютъ амміакомъ, HI удаляютъ посредствомъ Ag_2SO_4 , азотистую кислоту—бромомъ.

Д. Ходъ испытаній на кислоты.

(Продолженіе).

1., Первая проба должна быть сдѣлана на H_2S . Если по цвѣту осадка трудно сдѣлать заключение о присутствіи или отсутствіи H_2S , то къ отдѣльной порціи испытуемаго раствора приливаютъ раствор¹⁾ окиси свинца въ $NaOH$; въ присутствіи H_2S —черный осадокъ PbS . Если H_2S найденъ, его нужно удалить, такъ какъ онъ мѣшаетъ дальнѣйшимъ пробамъ. Удаляютъ H_2S или кипяченіемъ кислыхъ растворовъ (при условіи отсутствія HCN), или же осаждаютъ въ видѣ ZnS , приливая растворъ сѣрнокислаго цинка въ $NaOH$. Фильтратъ, освобожденный отъ цинка при помощи Na_2CO_3 , подвергаютъ дальнѣйшимъ изслѣдованіямъ.

2., Растворъ, въ которомъ H_2S отсутствуетъ или изъ котораго H_2S удаленъ, испытываютъ далѣе на $H_2Fe(CN)_6$ и $H_3Fe(CN)_6$ при помощи $FeCl_3$ и $FeSO_4$ ²⁾ по табл. VIII.

3. Если желѣзосинеродистыя соединенія не найдены—то производятъ испытаніе на HCN по табл. VIII³⁾.

Если же желѣзосинеродистыя соединенія найдены—то для производства пробы на HCN изслѣдуемый растворъ въ перегонномъ снарядѣ дистиллируютъ съ кислой угленатріевой солью: HCN при этомъ перегоняется и поглощается въ пріемникъ растворомъ KOH , въ которомъ и открыва-
ется по табл. VIII.

4., Если найдены ціанистыя соединенія, то для дальнѣйшихъ пробъ на галоиды ихъ нужно разрушить. Съ этой цѣлью осадокъ, полученный въ кислотѣ растворѣ отъ $AgNO_3$, и состоящій изъ $AgCN$, $Ag_2Fe(CN)_6$, $Ag_3Fe(CN)_6$, $AgCl$, $AgBr$, AgI , отфильтровываютъ, сушатъ и прокаливаютъ, при чемъ ціанистыя соединенія разрушаются, въ то время, какъ серебряныя соли галоидовъ остаются неизмѣненными. Прокаленный остатокъ сплавляютъ съ $KNaCO_3$ (3—4 в. ч.) и сплавъ выщелачиваютъ кипящей водой. Водный растворъ, нейтрализованный азотной кислотой, служитъ для дальнѣйшихъ пробъ на галоиды.

Или же, къ прокаленному остатку приливаютъ слабой H_2SO_4 и погружаютъ въ кислоту палочку металлическаго цинка. Черезъ нѣсколько часовъ фильтруютъ; на фильтрѣ остается металлическое Ag ; въ фильтратѣ— H_2SO_4 , $ZnSO_4$ и галоидоводородныя кислоты.

Съ фильтратомъ продѣлываютъ отдѣльныя реакціи на галоиды.

5., *Проба на галоидоводородныя кислоты.* Къ небольшой части раствора, не содержащаго ціанистыхъ соединеній, приливаютъ CS_2 и затѣмъ по каплямъ хлорную воду, все время взбалтывая.

а) Прежде всего выдѣляется I , который растворяется въ CS_2 съ фіолетовымъ цвѣтомъ; затѣмъ окраска отъ I пропадаетъ и замѣняется бурой окраской отъ выдѣлившагося Br ; въ отсутствіи же HBr бурого окрашиванія не послѣдуетъ.

б) Если отъ первыхъ капель хлорной воды CS_2 окрашивается въ темно-желтый цвѣтъ, то это служитъ признакомъ отсутствія HI .

Если въ предыдущемъ опытѣ не найдено HBr и HI , то образованіе осадка съ $AgNO_3$ указываетъ на присутствіе HCl . Дальнѣйшая проба на HCl въ такомъ случаѣ излишня. Если же найдены HBr или HI , или оба вмѣстѣ, то проба на HCl производится по одному изъ слѣдующихъ способовъ:

а) Выпаренный до суха растворъ галоидныхъ солей смѣшиваютъ съ сухимъ $K_2Cr_2O_7$ и дистиллируютъ въ небольшой стеклянной ретортѣ съ кр. H_2SO_4 . Перегоняется свободный I и Br и, если былъ хлористый металлъ, —хлористый хромилъ $Cr_2O_3 \cdot CrCl_3$ въ видѣ темнубурой жидкости; къ дистиллату осторожно прибавляютъ воды (хлористый хромилъ, превращается при этомъ въ хромовую кислоту), воднаго амміака и, подкисливъ уксусной кислотой, продѣлываютъ реакціи на хромовую кислоту по табл. VII.

б) Къ раствору по каплямъ прибавляютъ $AgNO_3$. Сначала осаждается желтоватый осадокъ AgI и $AgBr$. Осадокъ отфильтровываютъ и къ фильтрату снова приливаютъ $AgNO_3$. Если осадокъ имѣетъ еще желтый оттѣнокъ, то опять фильтруютъ и снова къ фильтрату прибавляютъ $AgNO_3$. Послѣднимъ осаждается $AgCl$ бѣлаго цвѣта.

5., *Проба на азотистую кислоту.* Съ отдѣльной порціей раствора нейтрализованнаго H_2SO_4 продѣлываютъ характерныя реакціи на HNO_2 по табл. VIII.

6., *Проба на уксусную кислоту.* Отдѣльную порцію раствора выпариваютъ почти до суха; къ остатку приливаютъ крѣпкой H_2SO_4 и спирта; въ присутствіи уксусной кислоты—пріятный запахъ уксуснаго эфира.

III. Группа кислотъ.

1., *Проба на хлорноватую кислоту.* Отдѣльную порцію раствора, приготовленнаго по второму способу (стр. 35), выпариваютъ до суха и небольшими порціями (во избѣжаніе взрыва) вносятъ въ кр. H_2SO_4 ; въ присутствіи солей хлорноватой кислоты H_2SO_4 окрашивается въ желтый цвѣтъ. Другія пробы на $HClO_2$ см. табл. IX.

2., *Проба на азотную кислоту.* Если найдена хлорноватая кислота, ее удаляютъ прокаливаніемъ и съ остаткомъ производятъ пробу на HNO_3 по табл. IX.

[Если присутствуютъ H_2CrO_4 и HI , то онѣ должны быть удалены: хромовая кислота при помощи SO_2 , HI сѣрнокислымъ серебромъ.]

¹⁾ Приготавливается приливаніемъ раствора $NaOH$ къ уксуснокислому свинцу до тѣхъ поръ, пока образовавшійся осадокъ растворится.

²⁾ $FeSO_4$ не долженъ содержать соли окиси желѣза, въ чемъ убѣждаются отдѣльной пробой. Лучше всего каждый разъ приготавливать свѣжій растворъ $FeSO_4$, растворяя желѣзную проволоку въ H_2SO_4 .

³⁾ Напомнимъ, что HCN можетъ быть открыта при предварительныхъ пробамъ.

Исѣлѣдованіе веществъ, нерастворимыхъ (и малорастворимыхъ) въ водѣ и кислотахъ.

При обработкѣ вещества водой и кислотами въ условіяхъ, изложенныхъ на стр. 20 и 21, остаются нерастворимыми: а) уголь, б) сѣра, в) AgCl , AgBr , *) AgI ; д) PbSO_4 , PbCl_2 , е) SiO_2 , и нѣкоторые силикаты; ф) CaF_2 и нѣкоторые другія фтористыя соединенія, г) BaSO_4 , SrSO_4 , CaSO_4 , h) прокаленные или природные окислы Al_2O_3 , Cr_2O_3 , Fe_2O_3 , SnO_2 , хромистый желѣзнякъ и нѣкоторые алюминаты; и) нѣкоторые фосфорныя и мышьяковыя соли, к) природные сѣрнистыя и мышьяковыя металлы.

Прежде чѣмъ приступить къ систематическому анализу этого остатка, въ отдѣльных пробахъ производить слѣдующія испытанія:

1) Уголь—узнается по черному цвѣту, по сгоранію при накаливаніи на платиновой пластинкѣ и по образованію CO_2 (мутъ съ каплей Ba(OH)_2) при накаливаніи въ стеклянной трубчкѣ съ CuO .

2) Сѣра—при нагреваніи въ стеклянной трубчкѣ даетъ бурья капли и возгонъ; при сжиганіи ея распространяется запахъ SO_2 .

3) Соединенія серебра доказываются такъ: небольшое количество испытуемаго вещества настаиваютъ съ кусочкомъ KCN и водой (въ отсутствіи сѣры при нагреваніи), фильтруютъ и къ фильтрату приливаютъ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$; въ присутствіи соединеній серебра—черный осадокъ Ag_2S .

4) Соединенія свинца узнаются такъ: если въ предыдущемъ опытѣ остался нерастворимый остатокъ, то его смачиваютъ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$; въ присутствіи солей свинца онъ чернѣетъ.

Дальнѣйшій ходъ анализа находится въ зависимости отъ присутствія или отсутствія соединеній Pb , Ag , и S .

1) Въ присутствіи солей свинца, испытуемое вещество многократно кипятятъ съ кристаллическимъ уксусно-кислымъ аммоніемъ; при этомъ соли свинца переходятъ въ растворъ, въ которомъ повторными опытами доказываютъ Pb ; въ другой части того же раствора опредѣляютъ кислоты, съ которыми было связано серебро.

2) Въ присутствіи соединеній серебра вещество, не содержащее солей свинца или остатокъ, нерастворившійся въ уксуснокисломъ аммоніи, настаиваютъ при нагреваніи (въ присутствіи же S безъ нагреванія), съ кусочкомъ KCN и водой; фильтруютъ и къ фильтрату приливаютъ HNO_3 ; при этомъ выпадаютъ галоидныя соли серебра; отфильтровавъ, къ нимъ прибавляютъ кусочекъ Zn и слабой H_2SO_4 ; черезъ нѣкоторое время фильтруютъ; на фильтрѣ остается металлическое Ag , а въ фильтратѣ галоидныя кислоты, съ которыми было связано серебро. Фильтратъ нейтрализуютъ Na_2CO_3 и изсѣлѣдуютъ на кислоты по стр. 38.

3) Въ присутствіи сѣры вещество, изъ котораго удалены свинцовыя и серебряныя соли, нагреваютъ въ закрытомъ тиглѣ до полного удаленія сѣры.

4) Вещество не содержащее S , солей Pb и Ag , или остатокъ, полученный по удаленіи ихъ, сплавляютъ (условія см. стр. 40) съ углекислымъ калиемъ-натріемъ и селитрой (на 1 вѣс. часть вещества берутъ 3 части KNaCO_3 и 1 часть KNO_3); сплавъ выщелачиваютъ водой и фильтруютъ:

а) съ фильтратъ производятъ слѣдующія испытанія 1) на сѣрную кислоту. 2) на фосфорную и мышьяковую к-ту, 3) на фтористо-водородную к-ту. 4) на хромовую к-ту (если растворъ желтаго цвѣта), 4) на кремневую к-ту, 5) на основанія, растворимыя въ ѣдкихъ щелочахъ (ZnOH_2 и Al(OH)_3); пробы (4) и (5) производятъ такъ: часть раствора подкисляютъ HCl и выпариваютъ до суха; остатокъ обрабатываютъ кр. HCl , затѣмъ водой и фильтруютъ. Нерастворяется кремневая к-та, которую доказываютъ обычными пробами (см. табл. VII). Въ солянокисломъ растворѣ открываютъ металлы, окиси которыхъ растворяются въ ѣдкихъ щелочахъ [чаще всего SnO_2 и Al(OH)_3].

б) Осадокъ, оставшійся на фильтрѣ и состоящій изъ углекислыхъ солей металловъ, растворяютъ въ HCl и испытываютъ на металлы обычнымъ способомъ.

Если найдена кремневая к-та, т. е. въ смѣси возможно присутствіе силикатовъ, неразлагаемыхъ кислотами, то для опредѣленія щелочей часть вещества сплавляютъ съ ѣдкимъ баритомъ или разлагаютъ дымящей фтористоводородной кислотой (см. табл. XXIII).

5) Если при обработкѣ сплава (4) водой и соляной кислотой остался нерастворимый остатокъ, то онъ можетъ состоять изъ а) SnO_2 , б) CaF_2 , в) изъ хромистаго желѣзняка д) изъ SiO_2 .

а) SnO_2 —открываютъ опытомъ съ паяльной трубкой, или по окрашиванію перла фосфорной соли въ присутствіи Cu въ ярко-красный цвѣтъ. Прокаленная SnO_2 переводится въ растворъ сплавленіемъ съ Na_2CO_3 и S (см. табл. XXIII).

б) CaF_2 —открываютъ нагреваніемъ части вещества съ кр. H_2SO_4 ; выдѣляющійся HF разѣдаетъ стекло. Въ присутствіи SiO_2 при этомъ образуется SiF_4 , который покрываетъ пленкой каплю воды, поднесенную на стеклянной палочкѣ.

в) Хромистый желѣзнякъ открываютъ такъ: смѣсь 1 в. ч. вещества, 1 в. ч. KClO_3 и 3 в. ч. натронной извести продолжатъ 1½ часа накаливаютъ въ закрытомъ тиглѣ до свѣтло-краснаго каленія. По охлажденіи сплавъ обрабатываютъ водой и фильтруютъ; въ фильтратѣ открываютъ хромъ, который находится въ видѣ щелочной соли хромовой кислоты; нерастворившійся въ водѣ остатокъ растворяютъ въ HCl и въ полученномъ растворѣ открываютъ Fe и другіе металлы. Если при этомъ съ хромистымъ желѣзнякомъ находилась и SnO_2 , то по обработкѣ сплава водой она частью находится въ водномъ растворѣ въ видѣ щелочной соли оловяной кислоты, частью въ нерастворившемся въ водѣ остаткѣ; при обработкѣ нерастворившаго въ водѣ остатка HCl олово переходитъ въ растворъ въ видѣ SnCl_2 .

*) AgBr и AgI при кипяченіи съ царской водкой превращаются въ AgCl .

Обзоръ способовъ переведенія въ растворимыхъ (и труднорастворимыхъ)

1) Сплавлениемъ съ углекислымъ калиемъ-натриемъ. Вещество, измельченное въ тонкій порошокъ (1 в. ч.), смѣшиваютъ съ 3—4 вѣс. частями $KNaCO_3$ и въ платиновомъ тиглѣ (смѣсь не должна занимать болѣе половины тигля) осторожно сплавляютъ и продолжаютъ нагревать до тѣхъ поръ, пока расплавленная масса перестанетъ пучиться. Для быстрого охлажденія тигель ставятъ на массивную желѣзную пластину; охлажденный въ такихъ условіяхъ сплавъ легко отстаетъ отъ стѣнокъ тигля.	a) сѣрноокислыя соли: $BaSO_4$, $SrSO_4$, $CaSO_4$, $PbSO_4$. b) галоидныя соли: $AgCl$, $AgBr$, AgJ, $PbCl_2$, $PbBr_2$, PbJ_2, CaF_2, фосфорнокислыя и мышьяковокислыя соли.	Сплавъ кипятятъ съ водой и фильтруютъ; на фильтрѣ—углекислыя соли Ba, Sr, Ca и Pb; въ фильтратѣ сѣрноокислыя соли щелочей. Сплавъ кипятятъ съ водой и фильтруютъ; на фильтрѣ металлы въ видѣ углекислыхъ солей, окисей или свободныхъ металловъ (получившихся вслѣдствіе восстановления); въ фильтратѣ галоидныя соли, фосфорнокислыя и мышьяковокислыя соли щелочей.
2) Сплавлениемъ съ $BaCO_3$.	Силикаты, если въ нихъ желаютъ открыть щелочные металлы	Сплавъ размачиваютъ въ водѣ, прибавляютъ HCl и нагреваютъ до тѣхъ поръ, пока вся масса, за исключеніемъ выдѣлившейся въ видѣ хлопьевъ кремневой кислоты, не перейдетъ въ растворъ. Для переведенія кремнекислоты въ нерастворимое состояніе, растворъ выпариваютъ до суха, прибавляютъ HCl и еще разъ выпариваютъ до суха; остатокъ обрабатываютъ кр. HCl, затѣмъ водой и фильтруютъ. На фильтрѣ—вся кремнекислота, въ фильтратѣ—металлы въ видѣ солей хлористоводородной кислоты и кислоты въ видѣ натріевыхъ солей.
3) Сплавлениемъ съ $KHSO_4$.	Соли хромовой кислоты, природные алюминаты, прокаленные окиси: Al_2O_3, Cr_2O_3, Fe_2O_3.	Тонко измельченный силикатъ (1 в. ч.) смѣшиваютъ съ 3—4 в. ч. $BaCO_3$ и 2 в. ч. $BaCl_2$ и возможно сильнѣе накаливаютъ въ продолженіе $\frac{1}{2}$ часа въ платиновомъ тиглѣ. Сплавъ размачиваютъ въ водѣ и кипятятъ, прибавивъ небольшое количество известкового молока; фильтруютъ, приливаютъ $(NH_4)_2CO_3$ и $(NH_4)OH$ и черезъ часъ опять фильтруютъ. Въ фильтратѣ щелочные металлы.
4) Сплавлениемъ съ Na_2CO_3 и KNO_3.	Хромистый желѣзнякъ.*)	Сплавъ растворяютъ въ водѣ; въ растворѣ переходятъ сѣрноокислыя соли Al, Cr, и Fe, и калиевая соль хромовой кислоты. Предварительно прокаленный минералъ измельчаютъ въ тонкій порошокъ и, смѣшавъ съ содой, накаливаютъ; подъ конецъ прибавляютъ KNO_3 и окончательно сплавляютъ. Сплавъ обрабатываютъ водой; на фильтрѣ—желѣзо въ видѣ окиси желѣза; въ фильтратѣ—хромовокислый калий.

*) Хромистый желѣзнякъ удобно разлагать еще сплавленіемъ тонко измельченного минерала съ равнымъ по вѣсу количествомъ перекиси натрія, или жъ накаливаніемъ минерала въ продолженіе $1\frac{1}{2}$ часа до свѣтло краснаго каленія въ закрытомъ платиновомъ тиглѣ съ восьмернымъ по вѣсу количествомъ смѣси изъ 1 в. ч. $KClO_3$ и 3 в. ч. натронной извести. Въ обоихъ случаяхъ сплавъ заключаетъ желѣзо въ видѣ окиси, а хромъ въ видѣ извлекаемаго водой хромовокислаго калия.

творъ (разложениемъ) веществъ, нерас-
римыхъ) въ водѣ и кислотахъ

5) Сплавлениемъ съ Na_2CO_3 и S.	Метаоловянная кислота.	Хорошо высушенное и измельченное ве- щество (1 в. ч.) сплавляютъ въ зак- рытомъ фарфоровомъ тиглѣ со смѣсью (4 в. ч.) равныхъ вѣс. ч. Na_2CO_3 и S. Сплавъ растворяютъ въ водѣ. Въ раство- рѣ — сульфосоли оловянной кислоты.
6) Нагрѣваніемъ съ HF.	Силикаты, если въ нихъ желаютъ открыть щелочные металлы.	Мелко измельченный силикатъ въ пла- тиновой чашкѣ размѣшиваютъ съ водой, прибавляютъ HCl, затѣмъ HF и нагрѣва- ютъ (лучше всего на вольномъ воздухѣ или подъ очень хорошей тягой), пока весь силикатъ растворится. Вся кремнекис- лота превращается при этомъ въ газооб- разный SiF_4 . Остаются фтористые металлы. Выпариваніемъ съ H_2SO_4 ихъ переводятъ въ сѣрнокислыя соли.
7) Нагрѣваніемъ съ кр. H_2SO_4 .	CaF_2 и нѣкоторые приро- дные фтористые металлы.	Вещество выпариваютъ съ кр. H_2SO_4 въ платиновой чашкѣ почти до суха, при чемъ HF улетучивается. Въ остаткѣ сѣр- нокислые металлы.
	Сложныя ціанистыя соединенія, напр. берлин- ская лазурь.	Вещество выпариваютъ съ разбавлен- ной H_2SO_4 почти до суха, затѣмъ прибав- ляютъ кр. H_2SO_4 и выпариваютъ подъ хо- рошей тягой до тѣхъ поръ, пока большая часть свободной H_2SO_4 будетъ удалена. Ціанистыя соединенія при этомъ разруша- ются. Въ остаткѣ — сѣрнокислыя соли ме- талловъ, входившихъ въ составъ сложныхъ ціанистыхъ радикаловъ.
8) Нагрѣваніемъ съ кр. растворомъ KOH или NaOH.	Сложныя ціанистыя соединенія напр. берлин- ская лазурь.	Вещество кипятятъ съ крѣпкимъ рас- творомъ KOH или NaOH, прибавляютъ Na_2CO_3 и еще нѣкоторое время кипятятъ; за- тѣмъ фильтруютъ. На фильтрѣ — углекис- лыя соли металловъ, окиси которыхъ не- растворимы въ водѣ; въ фильтратѣ — щелоч- ныя соли сложныхъ металло-синеродистыхъ кислотъ [напр. $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$] и металлы, окиси которыхъ растворимы въ щелочахъ.
9) Возстановленіемъ во- дородомъ ($\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4$).	AgCl , AgBr , AgI .	Къ галоиднымъ соединеніямъ серебра прибавляютъ слабой H_2SO_4 , въ кислоту погружаютъ палочку металл. Zn и остав- ляютъ стоять. При этомъ серебряныя соли возстановляются съ выдѣленіемъ металла. Ag. Отфильтровавъ, на фильтрѣ получаютъ металл. Ag, въ фильтратѣ кислоты HCl, HBr, HI.

NB. Въ платиновыхъ тигляхъ не могутъ быть сплавляемы: вещества, выдѣляющія свобод-
ный Cl; KNO_3 , NaNO_3 , KOH, NaOH, KCN, NaCN; свободные металлы, сѣрнистые металлы, легко возста-
новляющіяся окиси металловъ; соли тяжелыхъ металловъ съ органическими кислотами, фосфор-
нокислыя соли въ присутствіи органическихъ веществъ. Платиновые тигли во всѣхъ случаяхъ
можно замѣнить фарфоровыми, если не ищутъ кремнекислоты и алюминія (последніе могутъ
попасть въ изслѣдуемое вещество вслѣдствіе того, что фарфоръ тигля отчасти разрушается).

Анализъ силикатовъ.

Присутствіе въ испытуемомъ веществѣ силиката или вообще кремнекислаго соединенія доказы-
вается пробой съ фосфорной солью, для чего небольшое количество вещества (если возможно, — осколокъ)
сплавляютъ въ ушкѣ платиновой проволоки съ перломъ фосфорной соли; при этомъ почти всѣ кремне-
кислые соединения оставляютъ нерастворимый остатокъ (скелетъ кремнезема).

Различаютъ три группы силикатовъ:

А., Силикаты, разлагаемые кислотами;

В., Силикаты, неразлагаемые кислотами;

С., Силикаты, отчасти разлагаемые кислотами; къ этой группѣ относится большинство природныхъ сили-
катовъ.

Вопросъ о принадлежности даннаго силиката къ той, другой или третьей группѣ рѣшается такъ.
очень тонко измельченную часть силиката настаиваютъ съ HCl при температурѣ близкой къ кипѣнію. Если
при этомъ никакихъ видѣнныхъ измѣненій не произошло, то силикатъ относится къ группѣ В. Если за-
мѣчено образованіе желатинознаго или клочковатаго осадка и жидкость приобрѣла окраску, то силикатъ
относится къ группѣ А. Наступило ли въ послѣднемъ случаѣ полное разложениіе, или отчасти, узнаютъ
такъ: послѣ обработки HCl осадокъ отфильтровываютъ и долго кипятятъ его съ крѣпкимъ растворомъ
 Na_2CO_3 ; если полного растворенія осадка при этомъ не произошло, то силикатъ относится къ группѣ С.

А. Анализъ силикатовъ, разлагаемыхъ кислотами.

Очень тонко измельченный ¹⁾ силикатъ настаиваютъ съ HCl при температурѣ близкой къ кипѣнію до
тѣхъ поръ, пока вмѣсто первоначальнаго, скрипящаго при потираніи стеклянной палочкой порошка, по-
лучится желатинозный или клочковатый осадокъ кремневой кислоты. Часть послѣдней остается при
этомъ въ растворѣ; для переведенія ея въ осадокъ выпариваютъ HCl (при постоянномъ помѣшиваніи стек-
лянной палочкой) до-суха, даютъ остатку охладиться, смачиваютъ его концъ HCl , прибавляютъ воды и, по-
догрѣвъ, фильтруютъ. На фильтрѣ будетъ кремнекислота ²⁾, а въ фильтратѣ — металлическіе элементы, быв-
шіе въ силикатѣ; ихъ опредѣляютъ обычными приемами систематическаго анализа; здѣсь же будутъ и
тѣ кислоты, содержавшіяся въ силикатѣ, которыя не улетучились при обработкѣ соляной кислотой.

Въ силикатахъ, разлагаемыхъ кислотами, кромѣ H_2SiO_3 могутъ находиться: H_2CO_3 , H_2S , H_2SO_4 , H_3PO_4 ,
 H_2AsO_3 , H_2AsO_4 , H_3BO_3 , HF , HCl .

Испытанія на нихъ производятъ такъ:

а) H_2CO_3 и H_2S открываются при обработкѣ соляной кислотой (шипѣніе, запахъ и др.).

б) H_2SO_4 , H_3PO_4 , H_2AsO_3 и H_2AsO_4 открываютъ въ солянокисломъ растворѣ, полученномъ послѣ на-
стаиванія силиката съ HCl , т. е. до переведенія растворимой H_2SiO_3 въ нерастворимое состояніе. H_2SO_4 опре-
дѣляютъ при помощи BaCl_2 ; кислоты мышьяка — осажденіемъ сѣроводородомъ; для открытія H_3PO_4 прили-
ваютъ къ раствору HNO_3 и выпариваютъ до-суха, остатокъ нагреваютъ съ HNO_3 и фильтруютъ; фильтратъ
испытываютъ молибденовой жидкостью (см. табл. VII). Если найденъ былъ As , то проба на H_3PO_4 произво-
дится съ фильтратомъ, полученнымъ по отдѣленіи сѣрнистаго мышьяка.

в) H_3BO_3 открываютъ по табл. VII; для этого небольшую часть силиката сплавляютъ съ KNaCO_3 ,
сплавъ выщелачиваютъ водой, фильтруютъ и фильтратъ испытываютъ или на куркумовую бумажку, или
по окрашиванію пламени спирта.

г) HCl опредѣляютъ дѣйствіемъ AgNO_3 ; для этого силикатъ кипятятъ или съ водой или съ HNO_3 и въ
растворѣ ищутъ HCl .

е) HF открываютъ по выдѣленію SiF_4 при обработкѣ силиката кр. H_2SO_4 ; см. табл. VII.

В. Анализъ силикатовъ, неразлагаемыхъ кислотами.

Для опредѣленія всѣхъ металловъ, кромѣ щелочныхъ, очень тонко измельченный силикатъ сплавляютъ ³⁾
съ 4 ч. KNaCO_3 , сплавъ размачиваютъ въ водѣ, прибавляютъ HCl и нагреваютъ до тѣхъ поръ, пока
все (кромѣ H_2SiO_3) перейдетъ въ растворъ; фильтруютъ и съ фильтратомъ поступаютъ, какъ описано выше (А).

Для опредѣленія щелочныхъ металловъ силикатъ обрабатываютъ или HF , или Ba(OH)_2 .

а) Опытъ съ HF . Тонко измельченный силикатъ смѣшиваютъ съ небольшимъ количествомъ воды,
приливаютъ HCl и затѣмъ HF ; смѣсь нагреваютъ ⁴⁾ почти до кипѣнія, сюда же прибавляютъ H_2SO_4 и вы-
париваютъ до полного удаленія HCl и HF и большей части H_2SO_4 . По охлажденіи растворяютъ въ водѣ, и
для удаленія H_2SO_4 приливаютъ BaCl_2 , а для удаленія Mg — известковаго молока; послѣ кипяченія фильтруютъ;
фильтратъ осаждаютъ при помощи $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ и $(\text{NH}_4)\text{OH}$, снова фильтруютъ и растворъ испытываютъ на K
и Na по табл. XX.

б) Опытъ съ Ba(OH)_2 . Измельченный силикатъ въ смѣси съ 4 ч. обезвоженнаго ѣдкаго барита прока-
ливаютъ въ продолженіе получаса; сплавъ растворяютъ въ водѣ и соляной кислотѣ, растворъ осаждаютъ
аммиакомъ и углекислымъ аммоніемъ и фильтруютъ; фильтратъ выпариваютъ до-суха, прокаливаютъ и
остатокъ растворяютъ въ водѣ; по удаленіи Mg обычнымъ путемъ, открываютъ K и Na .

Что касается опредѣленія кислотъ въ силикатахъ, неразлагаемыхъ кислотами, то здѣсь пользуются
также сплавленіемъ измельченнаго силиката съ KNaCO_3 и выщелачиваніемъ сплава водой; въ растворѣ
переходятъ щелочныя соли кислотъ, гдѣ ихъ и открываютъ обычными приемами (см. стр. 31).

С. Анализъ силикатовъ, не вполне разлагаемыхъ кислотами.

Измельченный силикатъ, въ условіяхъ описанныхъ выше (см. А.), обрабатываютъ HCl и, когда
дальнѣйшаго измѣненія болѣе не происходитъ, фильтруютъ; фильтратъ, изслѣдуютъ по А., а нерастворив-
шуюся часть — по В. Эту же группу силикатовъ можно изслѣдовать и по приемамъ, примѣняемымъ для
анализа неразлагаемыхъ кислотами силикатовъ.

¹⁾ Успѣхъ анализа въ значительной мѣрѣ зависитъ отъ степени измельченія.

²⁾ Кромѣ H_2SiO_3 на фильтрѣ можетъ быть еще TiO_2 , BaSO_4 (SrSO_4) и (рѣже) Al_2O_3 . Ихъ опре-
дѣляютъ такъ: нагреваніемъ съ HF кремнекислоту удаляютъ въ видѣ SiF_4 ; остатокъ сплавляютъ
съ KHSO_4 и сплавъ обрабатываютъ водой; въ нерастворившейся части можетъ быть BaSO_4 (SrSO_4), а
въ растворѣ TiO_2 и Al .

³⁾ Условія сплавленія см. въ табл. XXIII.

⁴⁾ Обязательно подъ хорошей тягой, а еще лучше на вольномъ воздухѣ.

Ходъ анализа безъ участія H_2S .¹⁾

Удаливъ изъ изслѣдуемаго раствора при помощи соляной кислоты $AgCl$, $HgCl$, $PbCl_2$ (см. табл. XIII,) фильтратъ осаждаютъ избыткомъ желтаго $(NH_4)_2S$, соблюдая слѣдующія условія:

- 1) Осажденіе ведутъ при нагреваніи и оставляютъ стоять въ теченіе нѣсколькихъ часовъ.
- 2) Растворъ отдѣляютъ отъ осадка декантацией.
- 3) Осадокъ, перенесенный на фильтръ, промываютъ растворомъ уксусно-кислаго аммонія.

Въ осадкѣ		Въ фильтратѣ	
Сѣрнистыя соединения и гидроокиси металловъ III группы, сѣрнистыя соединения металловъ IV группы, фосфорнокислыя, щавелевокислыя, борнокислыя, кремнекислыя соли и CaF_2. Этотъ осадокъ обрабатываютъ на холоду слабой HCl [1 объемъ разбавленной HCl съ 5 об. сѣроводородной воды] и фильтруютъ:		Сульфосоли металловъ V группы, металлы II группы, металлы I группы. Сульфосоли разлагаютъ, обрабатывая растворъ HCl (см. табл. XIV); осадокъ сѣрнистыхъ металловъ V группы отфильтровываютъ и изслѣдуютъ обычными приемами (см. табл. XIV). Фильтратъ, содержащій щелочноземельные металлы, Mg и щелочи, изслѣдуютъ обычными приемами (см. табл. XIX и XX).	
На фильтрѣ		Въ фильтратѣ	
Сѣрнистыя соединения металловъ IV группы и NiS, CoS. Ихъ кипятятъ съ HNO_3 и фильтруютъ.		Металлы III-й группы, кромѣ Ni и Co, фосфорнокислыя, щавелевокислыя, борно-кислыя, кремнекислыя соли и CaF_2. Дальнѣйшій ходъ изслѣдованія этого раствора ведутъ обычнымъ путемъ. (см. табл. XVI—XVIII).	
На фильтрѣ	Въ фильтратѣ		
HgS, $PbSO_4$ и S. Ихъ доказываютъ обычными пробами (см. табл. XV).	Азотнокислыя соли Ni, Co, Cu, Cd, Pb, Bi. Выпаривъ избытокъ HNO_3, разбавляютъ водой и осаждаютъ хлористымъ аммоніемъ Bi въ видѣ хлорокиси висмута. Отфильтровавъ, осаждаютъ Pb въ видѣ $PbSO_4$. Фильтратъ нейтрализуютъ Na_2CO_3, прибавляютъ раствора $Na_2S_2O_3$, три капли HCl и кипятятъ:		
въ осадкѣ CuS и CdS	Въ фильтратѣ Ni и Co		
Ихъ обливаютъ въ фарфоровой чашкѣ водой, прибавивъ кусочекъ KCN : CuS — растворяется, не растворяется желтый CdS .	Ихъ раздѣляютъ обычными приемами (см. табл. XVI).		

¹⁾ Способъ систематическаго анализа безъ участія H_2S разработанъ въ технической лабораторіи университета Св. Владиміра, подъ руководствомъ проф. Н. А. Бунге, студентомъ Равичемъ [Ж. Р. Ф. Х. О. XXX. 761 (1898)].

Реактивы.

Химическія реакціи происходятъ между эквивалентными количествами химическихъ соединений; напр. въ реакціи: $\text{AgNO}_3 + \text{KI} = \text{AgI} + \text{KNO}_3$ —170 вѣс. частей азотнокислаго серебра реагируютъ съ 166 вѣс. ч. іодистаго калия (170 есть частичный вѣсъ AgNO_3 , а 166—частич. вѣсъ KI) и потому 170 в. ч. AgNO_3 и 166 в. ч. KI эквивалентны между собой. Если въ одномъ литрѣ раствора будетъ содержаться 170 граммовъ AgNO_3 , а въ другомъ 166 грм. KI, то понятно, что для воспроизведенія разбираемой реакціи нужно будетъ взять равные объемы этихъ двухъ растворовъ; знать же напередъ, какія объемныя количества растворовъ нужно брать для реакціи, очень важно во многихъ случаяхъ; напр. если сказано, что при данной реакціи слѣдуетъ избѣгать избытка реактива, то зная, что реакція происходитъ между равными объемами растворовъ, сдѣлать это очень легко.

Несомнѣнно, было бы весьма удобно, если бы всѣ растворы реактивовъ были приготовляемы такъ, чтобы эквивалентъ соединенія приходился на литръ раствора; тогда всѣ реакціи происходили бы между равными объемами. Однако не для всѣхъ реактивовъ это достижимо: въ однихъ случаяхъ вслѣдствіе малой растворимости даннаго тѣла, въ другихъ—вслѣдствіе необходимости примѣненія болѣе крѣпкихъ растворовъ. Въ этихъ случаяхъ готовятъ растворы, содержащіе въ литрѣ $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{5}$ эквивалента или 2, 3, 10.... эквивалентовъ. Растворъ, содержащій въ литрѣ число граммовъ химическаго соединенія, отвѣчающее его эквивалентному вѣсу, называется **нормальнымъ** и обозначается буквой **E**; другіе растворы сравниваются съ нормальнымъ и обозначаются $\frac{1}{2}\text{E}$, $\frac{1}{3}\text{E}$, $\frac{1}{5}\text{E}$ или 2E, 3E, 10E и т. д.

Для воспроизведенія реакціи между растворами, изъ которыхъ одинъ обозначенъ чрезъ **E**, а другой, положимъ, чрезъ 3E, требуется взять перваго раствора въ три раза болѣе по объему, чѣмъ второго; для реакціи съ растворами **E** и $\frac{1}{5}\text{E}$, перваго нужно взять въ 5 разъ меньше, чѣмъ второго.

Въ разобранный выше реакціи между AgNO_3 и KI эквивалентные вѣса этихъ соединений тождественны съ ихъ частичными вѣсами, но такое совпаденіе не всегда имѣетъ мѣсто. Для кислотъ одноосновныхъ эквивалентный вѣсъ равенъ частичному, для кислотъ же многоосновныхъ эквивалентъ равенъ частичному вѣсу, дѣленному на число, выражающее основность кислоты; напр. эквивалентъ H_2SO_4 равенъ частичному вѣсу, дѣленному на 2, т. е. $\frac{98}{2} = 49$. Что касается солей, то ихъ эквивалентъ равенъ частичному вѣсу, дѣленному на число, выражающее атомность металла, образующаго данную соль; напр. эквивалентъ FeCl_3 , гдѣ Fe—трех-атомно, равенъ $\frac{162,5}{3}$; если же въ частицѣ соли содержится нѣсколько атомовъ металла, то для опредѣленія эквивалента частичный вѣсъ долженъ быть раздѣленъ и на атомность металла, и на число атомовъ его; напр. эквивалентъ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = \frac{400}{3 \times 2}$.

Въ таблицѣ данъ списокъ важнѣйшихъ реактивовъ, приведены ихъ формулы, частичный вѣсъ (M), эквивалентный вѣсъ (E), концентрація, въ которой они примѣняются въ анализѣ, способъ приготовленія растворовъ и, наконецъ, указаны обычныя примѣси, содержащіяся въ продажныхъ реактивахъ.

Названіе	Формула	M	E	Конц.	Способъ приготовленія	Примѣси
Сѣрная кислота	H_2SO_4	98	49			
a) крѣпкая				36 E	Продажная (англійская) сѣрная кислота уд. в. 1,8427 при 15,5° C.	} Pb, As, Fe, Ca, HNO ₃ , NO ₂
b) разбавленная				5 E	Крѣпкую сѣрную кисл. разбавляютъ водой до уд. в. 1,1527 при 15,5° C.	
Азотная кислота	HNO_3	63	63			
a) крѣпкая				24 E—16 E	Продажная азотная кислота уд. в. 1,50—1,42 при 15,5° C.	} H ₂ SO ₄ , HCl
b) разбавленная				5 E	Крѣпкую HNO ₃ разбавляютъ водой до уд. в. 1,1656 при 15,5° C.	
Соляная кислота	HCl	36,5	36,5			
a) крѣпкая				10 E	Продажную HCl разб. водой до уд. в. 1,1611 при 15,5° C.	} Cl, Fe, H ₂ SO ₄ , SO ₂ , As.
b) разбавленная				5 E	Продажную HCl разбавляютъ водой до уд. в. 1,0843 при 15,5° C.	
Царская водка					1 часть кр. HNO ₃ смѣшиваютъ съ 3—4 частями крѣпкой HCl.	

Название	Формула	М	Е	Конц.	Способъ приготовления	Примѣси
Уксусная кислота	$C_2H_4O_2$	60	60	17 Е	Ледяная (крист.) уксусная кислота.	} $H_2SO_4, HCl,$ $Cu, Pb, Fe, Ca.$
разбавленная				5 Е	294 к. сант. ледяной укс. кислоты разбавляют до 1 L. ¹⁾	
Винная кислота	$C_4H_6O_6$	150	75	5 Е	375 гр. кристалл. кисл. $C_4H_6O_6$ раств. въ водѣ и разбавл. до 1 L. (лучше каждый разъ готовить свѣжій растворъ).	} $Ca, H_2SO_4.$
Сѣроводородъ	H_2S	34	17	$\frac{1}{4}$ Е	Вода при 15,5° насыщенная H_2S ²⁾ .	
Ѣдкій калий	KOH	56	56	5 Е	280 гр. твердаго KOH раств. въ водѣ и разбавляют до 1 L. ³⁾ .	
Цианистый калий	KCN	65	65	Е	65 гр. твердаго KCN раств. въ водѣ и разбавляют до 1 L.	K_2CO_3 и $KCNO$
Сѣрнокислый калий	K_2SO_4	174	87	Е	87 гр. крист. соли K_2SO_4 раств. въ водѣ и разбавляют до 1 L.	$KNO_3.$
Иодистый калий	KI	166	166	Е	166 гр. крист. соли KI раств. въ водѣ и разбавляют до 1 L.	
Желтая соль Гмелина	$K_4Fe(CN)_6$	368	92	Е	105,5 гр. крист. соли $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ раств. въ водѣ и разбавляют до 1 L.	
Красн. соль Гмелина	$K_3Fe(CN)_6$	329	109,7	Е	109,7 гр. крист. соли $K_3Fe(CN)_6$ раств. въ водѣ и разбавляют до 1 L.	
Роданистый калий	KCNS	97	97	Е	97 гр. крист. соли KCNS раств. въ водѣ и разбавляют до 1 L.	
Ѣдкій натрій	NaOH	40	40	5 Е	200 гр. твердаго NaOH ³⁾ раств. въ водѣ и разбавляют до 1 L.	} $Al_2O_3, SiO_2, CO_2,$ $H_2BO_3, H_3PO_4,$ $Na_2SO_4, NaCl.$
Сѣрнистый натрій	Na_2S	78	39	5 Е	200 гр. твердаго NaOH растворяютъ въ 800 к. сант. воды; половину раствора насыщаютъ H_2S , затѣмъ сливаютъ съ другой половиной и разбавляютъ водой до 1 L.	
Углекислый натрій	Na_2CO_3	106	53	Е	143 гр. крист. соли $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ растворяютъ въ водѣ и разбавляютъ до 1 L.	$HCl, H_3PO_4,$ $H_2SO_4, SiO_2.$
Фосфорно-кислый натрій	Na_2HPO_4	142	47,3	Е	119,3 гр. крист. соли $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ растворяютъ въ водѣ и разбавляютъ до 1 L.	$H_2SO_4, HCl, CaO.$
Уксусно-кислый натрій	$NaC_2H_3O_2$	82	82	4 Е	544 гр. крист. соли $NaC_2H_3O_2 \cdot 3H_2O$ растворяютъ въ водѣ и разбавляютъ до 1 L.	
Сѣрноватисто-кислый натрій	$Na_2S_2O_3$	158	79	Е	124 гр. крист. соли $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ раств. въ водѣ и разбавляютъ до 1 L.	
Ѣдкій аммоній	$(NH_4)OH$	35	35			
а) крѣпкій				20 Е	Ѣдкій аммоній уд. в. 0,880.	} $CO_2, Ca,$
б) разбавленный				5 Е	Крѣпкій Ѣдкій аммоній разбавляютъ водой до уд. в. 0,9643 при 15,5° С.	

¹⁾ L. обозначаетъ 1 литръ.

²⁾ Сохранять въ крѣпко закрытыхъ стеклянкахъ.

³⁾ Такъ какъ препаратъ содержитъ много воды, то берутъ его на $\frac{1}{10}$ больше показаннаго количества.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда нужно имѣть чистый KOH или NaOH, употребляютъ препаратъ, кристаллизованный изъ алкоголя.

Название	Формула	М	Е	Конц.	Способъ приготовления	Примѣн
Сѣрнистый аммоній	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$	68	34	5 Е	600 к. сент. 5Е $(\text{NH}_4)\text{OH}$ насыщаютъ H_2S , затѣмъ прибавляютъ 400 к. см. 5Е $(\text{NH}_4)\text{OH}$. Желтый сѣрнистый аммоній готовятъ, настаивая сѣрнистый аммоній съ сѣрнымъ цвѣтомъ.	При нагреваніи не долженъ давать осадка съ MgSO_4 . $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ и $(\text{NH}_4)\text{OH}$.
Щавелево-кислый аммоній	$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$	124	62	$\frac{2}{3}$ Е	42,6 гр. крист. соли $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ раств. въ водѣ и разбавляютъ до 1 L.	
Уксусно-кислый аммоній	$\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$	77	77	5 Е	294 к. сент. 17 Е уксусной кислоты нейтрализуютъ крѣпкимъ $(\text{NH}_4)\text{OH}$ и разбавляютъ водой до 1 L.	
"				Е	200 к. сент. 5Е уксусно-кисл. аммонія разбавляютъ водой до 1 L.	
Углекислый аммоній	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	96	48	5 Е	196,7 гр. кислаго углекислаго аммонія растворяютъ въ 333,3 к. см. 5Е $(\text{NH}_4)\text{OH}$ и разводятъ водой до 1 L.	Органич. основ.
Хлористый аммоній	NH_4Cl	53,5	53,5	5 Е	267,5 гр. крист. соли NH_4Cl раств. въ водѣ и разбавляютъ до 1 L.	$(\text{NH}_4)\text{CN}$, органич. основанія.
Сѣрнокислый аммоній	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	152	66	Е	66 гр. крист. соли $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ раств. въ водѣ и разбавляютъ до 1 L.	
Ѣдкій баритъ	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	171	85,5	$\frac{1}{3}$ Е	52,5 гр. крист. $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ раств. въ водѣ и разбавляютъ до 1 L.	
Хлористый барій	BaCl_2	208	104	Е	122 гр. крист. соли, $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ растворяютъ въ водѣ и разбавляютъ до 1 L.	
Азотнокислый барій	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	261	130,5	$\frac{1}{2}$ Е	65,25 гр. крист. соли $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ раств. въ водѣ и разбавляютъ до 1 L.	
Сѣрнокисл. стронцій	SrSO_4	183,5	91,75	$\frac{1}{500}$ Е	Вода, насыщенная при 15,5° С. сѣрностронціевой солью.	
Известковая вода ¹⁾	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	74	37	$\frac{1}{20}$ Е	Вода, насыщенная при 15,5°С. ѣдкой известью.	
Хлористый кальцій	CaCl_2	111	55,5	Е	109,5 гр. крист. соли $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ раств. въ водѣ и разбавляютъ до 1 L.	$\text{Fe}, \text{Sr}, (\text{NH}_4)$.
Сѣрнокислый кальцій	CaSO_4	136	68	$\frac{1}{30}$ Е	Вода, насыщенная при 15,5°С. сѣрнокальціевой солью.	
Хлористый магній	MgCl_2	95	47,5	Е	101,5 гр. крист. соли $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ растворяютъ въ водѣ и разбавляютъ до 1 L.	
Сѣрнокислый магній	MgSO_4	120	60	Е	123 гр. крист. соли $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ раств. въ водѣ и разбавляютъ до 1 L.	Ca.
Хлорное желѣзо	FeCl_3	162,5	54,17	Е	18,67 гр. металл. желѣза (въ видѣ фортепیانной проволоки) раств. въ 5Е HCl , въ растворъ пропускаютъ газообр. хлоръ, пока FeCl_2 нацѣло перейдетъ въ FeCl_3 , кипятятъ для удаленія избытка хлора и разбавляютъ до 1 L.	
Свинцовый сахаръ	$\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$	325	162,5	Е	189,5 гр. крист. соли $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ раств. въ водѣ и разбавляютъ до 1 L.	Cu.

¹⁾ Известковымъ молокомъ наз. гидратъ извести, разболтанный въ водѣ.

Названіе	Формула	М	Е	Конц.	Способъ приготоуленія	Примѣси
Азотнокислое серебро	AgNO_3	170	170	Е	170 гр. твердой соли AgNO_3 раств. въ водѣ и разбавляютъ до 1 L.	
Азотнокислая ртуть (закисная)	HgNO_3	262	262	$\frac{1}{2}\text{E}$	56 гр. крист. соли $\text{HgNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ раств. въ 40 к. сант. $\frac{1}{2}\text{E}$ HNO_3 и разбавл. водой до 1 L.; въ растворъ прибавляютъ небольшое количество металл. ртути.	
Хлорная ртуть (Сулема)	HgCl_2	271	135,5	$\frac{2}{3}\text{E}$	54,2 гр. твердой соли HgCl_2 раств. въ водѣ и разбавляютъ до 1 L.	
Сернокислая мѣдь (мѣдный купоросъ)	CuSO_4	159,5	79,75	Е	124,75 гр. крист. соли $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ раств. въ водѣ и разбавляютъ до 1 L.	Fe, Zn .
Хлористое олово	SnCl_2	189	94,5	Е	112,5 гр. твердой соли $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ раств. въ 200 к. сант. $\frac{1}{2}\text{E}$ HCl и разбавл. водой до 1 L. Въ растворъ кладутъ немного металл. олова.	
Хлорная платина	PtCl_4	339	84,8	Е	49,3 гр. металл. платины, превращенной въ PtCl_4 , раств. въ водѣ и разбавляютъ до 1 L.	
Хлорная вода	Cl_2	71	35,5	$\frac{1}{2}\text{E}$	Вода при $15,5^\circ$ насыщенная хлоромъ.	
Бромная вода	Br_2	160	80	$\frac{1}{2}\text{E}$	Вода при $15,5^\circ$ насыщенная бромомъ.	
Магнезіальная смѣсь				Е	68 гр. крист. соли $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ раств. въ 500 к. сант. воды, прибавляютъ 165 гр. NH_4Cl , затѣмъ 300 к. сант. $\frac{1}{2}\text{E}$ $(\text{NH}_4)\text{OH}$, и разбавл. смѣсь до 1 L.	
Молибденовая жидкость					150 гр. молибденово-кислаго аммонія растворяютъ при нагрѣваніи въ 1 L. воды и этотъ растворъ смѣшиваютъ съ 1 L. азотной кислоты уд. в. 1, 2. Растворъ оставляютъ стоять въ тепломъ мѣстѣ нѣсколько дней и сливаютъ безцвѣтную жидкость съ образовавшагося осадка (фосфорно-молибденово-кислый аммоній).	
Реактивъ Несслера					7 гр. KJ растворяютъ въ 20 к. сант. воды, 3,2 гр. HgCl_2 —въ 60 к. сант. воды; послѣдній растворъ при частомъ взбалтываніи приливаютъ къ первому до тѣхъ поръ, пока образуется неизчезающій осадокъ, затѣмъ прибавляютъ 120 к. сант. раствора KOH и фильтруютъ.	



Печатать разрѣшается. 20 января 1899 года.

Деканъ физико-математическаго факультета Н. Бобрецкій.