

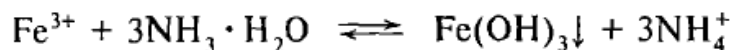
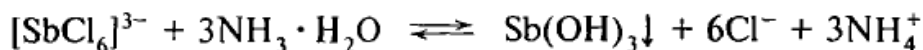
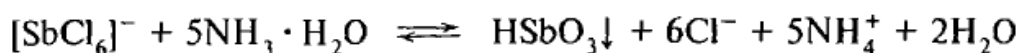
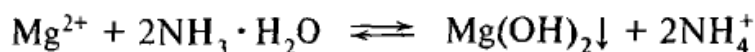
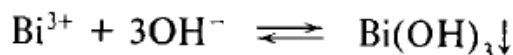
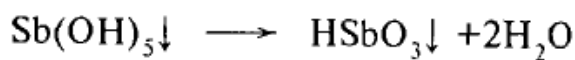
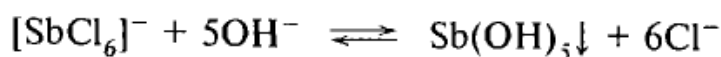
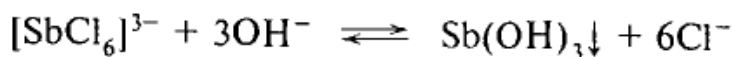
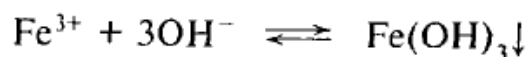
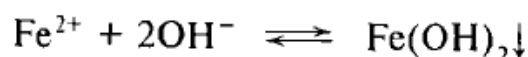
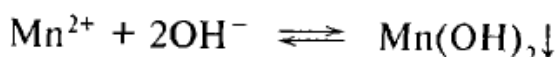
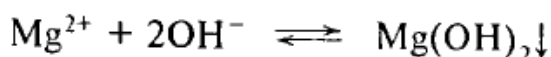
## Лекция 6. Катионы V и VI аналитической группы

### План лекции:

1. Характеристика катионов V аналитической группы
2. Характеристика катионов VI аналитической группы

### 1. Характеристика катионов V аналитической группы

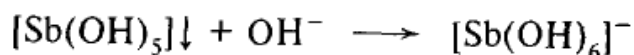
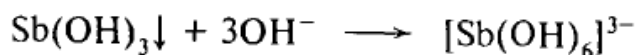
К катионам V аналитической группы относят: катионы магния  $Mg^{2+}$ , сурьмы  $Sb^{3+}$  и  $Sb^{5+}$ , висмута  $Bi^{3+}$ , марганца  $Mn^{2+}$ , железа  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$ . Групповой реактив на катионы V АГ – раствор NaOH, KOH или 25%-й раствор  $NH_3$ . Эти реактивы образуют белые аморфные осадки гидроксидов с катионами магния, висмута и сурьмы; зеленые – гидроксидов железа (II) и красно-бурые – гидроксидов железа (III):



Образующиеся таким образом гидроксиды растворимы в кислотах:



Гидроксиды олова обладают амфотерными свойствами и растворяются в избытке щелочей:

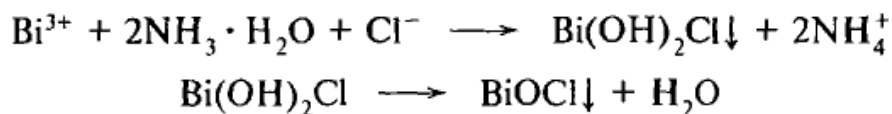


Гидроксиды магния, марганца (II) и железа (II) растворимы также в насыщенном растворе  $NH_4Cl$ :

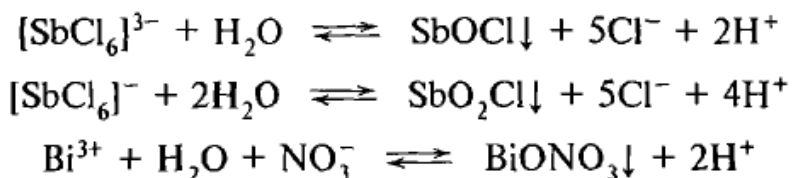


Эти особенности катионов V аналитической группы используют в систематическом анализе их смеси для разделения.

Катионы висмута при действии раствора аммиака образуют белый осадок основной соли, состав которой изменяется в зависимости от концентрации раствора, температуры:



Соли сурьмы (III), (V) и висмута гидролизуются с образованием белых осадков основных солей:



Все образующиеся осадки растворимы в кислотах.

Все катионы, кроме магния, могут принимать участие в реакциях окисления-восстановления, а также способны образовывать комплексные и внутрикомплексные соединения с органическими веществами: комплексоном III, оксихинолином, купферроном и т.д.

Железо, марганец и сурьма образуют окрашенные соединения. Соединения двухвалентного марганца – розовые, четырехвалентного – черно-бурые, шестивалентного (манганаты) – зеленые, семивалентного (перманганаты) – красно-фиолетовые. Соли железа имеют следующую окраску: ацетат железа (III) – красно-чайного цвета; бромид железа (II) – красный; хлорид железа (III) – коричнево-желтый; гексацианоферрат (II) железа (III) – синий (берлинская лазурь), гексацианоферрат (III) железа (II) – синий (турнбулева синь) роданид железа (III) – красный. Окрашены также почти все сульфиды.

## 2. Характеристика катионов VI аналитической группы

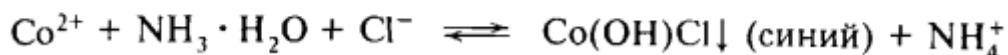
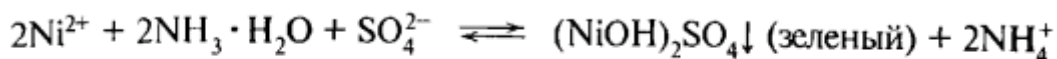
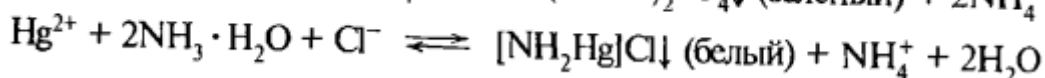
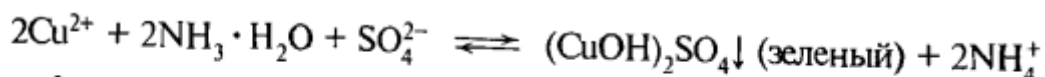
К катионам VI аналитической группы относят: катионы меди  $\text{Cu}^{2+}$ , кадмия  $\text{Cd}^{2+}$ , ртути  $\text{Hg}^{2+}$ , кобальта  $\text{Co}^{2+}$ , никеля  $\text{Ni}^{2+}$ . Все они относятся к d-элементам, поэтому вся группа характеризуется выраженной способностью к комплексообразованию и имеют переменную валентность, что используется для систематического анализа.

Групповым реагентом на VI аналитическую группу является концентрированный раствор аммиака, образующий с ее катионами растворимые аммиачные комплексы. Дальнейший ход анализа основан на разрушении этих комплексов действием 6M раствором серной кислоты, осаждении сульфидов Cu (I),  $\text{Hg}^{2+}$  действием кристаллического натрия тиосульфата и различной растворимости этих сульфидов в азотной кислоте и бромной воде.

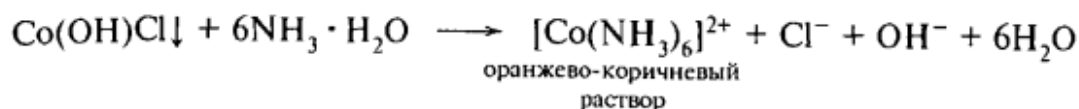
Большинство соединений (сульфаты, хлориды, нитраты, ацетаты и др.) хорошо растворимы в воде, а гидроксиды, карбонаты, фосфаты в воде нерастворимы. Все катионы VI аналитической группы (за исключением  $\text{Hg}^{2+}$ ) окрашены и образуют окрашенные соединения.

**Действие раствора аммиака.**

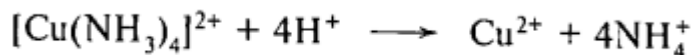
Водный раствор аммиака, если его прибавить в небольшом количестве, образует с катионами VI аналитической группы основные соли или амидосоединения с различной окраской:



При добавлении избытка аммиака основные соли и амидосоединения катионов VI аналитической группы растворяются с образованием аммиачных комплексов:

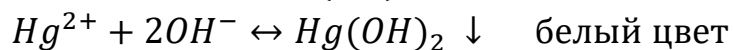


При действии кислот эти аммиачные комплексы катионов VI аналитической группы разрушаются:

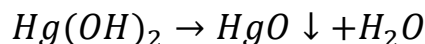


#### Действие щелочей.

Растворы NaOH или KOH с катионами VI аналитической группы образуют окрашенные гидроксиды:



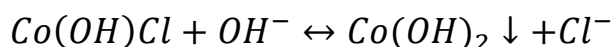
Гидроксид ртути постепенно приобретает жёлтый цвет вследствие произвольного разложения:



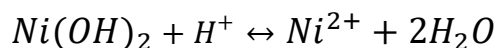
Катионы кобальта  $\text{Co}^{2+}$  образуют с щелочами осадок основной соли:



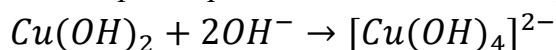
Осадок основной соли растворяется в избытке щёлочи с образованием гидроксида розового цвета:



Все гидроксиды катионов VI группы растворяются в кислотах:

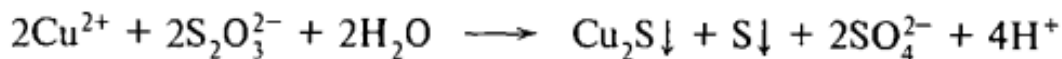
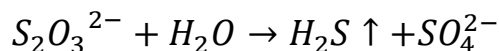


Гидроксид меди частично растворяется в избытке концентрированной щёлочи:

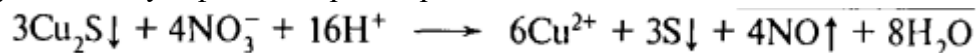


### Действие тиосульфата натрия.

Катионы меди (II) и ртути (II) образуют с тиосульфатом в подкисленных растворах осадки меди (I) и ртути (II) за счёт образования сульфида водорода при гидролизе тиосульфатов:



Образующийся сульфид меди растворяется в кислотах:



Сульфид ртути растворяется в бромной воде в присутствии хлороводородной кислоты с образованием комплекса:



Реакция с тиосульфатами используется для отделения катионов ртути и меди от других катионов группы. Растворение в кислотах и бромной воде – для отделения меди и ртути друг от друга.