

**Министерство образования Российской Федерации  
Уральский государственный университет им. А.М. Горького**

**Подготовлено кафедрой неорганической химии**

**Составитель Гусева А.Ф.**

**Неорганическая химия**  
Программа курса  
для студентов 1-го курса химического факультета

**ЕКАТЕРИНБУРГ  
2001**

**© А.Ф. Гусева, составление, 2001**

Утверждено учебно-методической  
Комиссией химического факультета  
20 июня 2001 г.

### **VII A группа. Галогены**

Общая характеристика элементов. Исторические сведения об открытии, происхождение названий элементов. Изотопный состав, распространенность. Строение атомов. Изменение атомных радиусов, ионизационных потенциалов, электроотрицательности по подгруппе. Возможные степени окисления галогенов исходя из строения атомов. Природные соединения и способы получения простых веществ из них.

Строение и физические свойства простых веществ. Изменение энергии химической связи, температур кипения и плавления простых веществ в подгруппе.

Химические свойства простых веществ. Изменение окислительных и восстановительных свойств. Отношение к простым веществам, воде, кислотам, щелочам.

Соединения галогенов в отрицательных степенях окисления. Характеристика галогеноводородов. Изменение термической устойчивости галогеноводородов, их восстановительной способности, растворимости в воде; изменение кислотных свойств галогеноводородных кислот. Способы получения галогеноводородов. Галогениды, их классификация по кислотно-основным свойствам. Качественные реакции на галогенид-ионы.

Химические свойства соединений галогенов в положительных степенях окисления.

Кислородсодержащие кислоты галогенов, их соли: строение, физические и химические свойства; закономерности изменения кислотно-основных, окислительно-восстановительных свойств. Термическая устойчивость солей. Способы получения кислот и солей.

Общая характеристика оксидов галогенов и межгалогенных соединений. Строение, устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Основные способы получения оксидов и межгалогенных соединений. Области применения, вытекающие из физических и химических свойств простых и сложных веществ. Биогенная роль галогенов. Токсичность соединений.

#### **Литература**

*Степин Б.Д., Цветков А.А.* Неорганическая химия. М., 1994. С.320–342.  
*Ахметов Н.С.* Неорганическая химия. М., 1975. С. 295–323.  
*Угай Я.Е.* Неорганическая химия. М., 1989. С. 349–370.

### **Металлы VII B группы**

Исторические сведения об открытии. Изотопный состав, распространенность. Общая характеристика элементов. Строение атомов. Изменение атомных радиусов, ионизационных потенциалов, электроотрицательности по подгруппе. Изменение металлических свойств в подгруппе. Возможные степени окисления элементов VII B группы исходя из строения атомов. Природные соединения и способы получения простых веществ из них.

Строение и физические свойства простых веществ: изменение плотности, температур плавления в подгруппе.

Химические свойства простых веществ. Изменение стандартных электродных потенциалов, восстановительных свойств, благородности металлов. Положение металлов в ряду напряжений. Отличие химических свойств марганца и его более тяжелых аналогов, причины этого явления. Отношение металлов к кислороду, галогенам, азоту, углероду, сере, воде, кислотам, щелочам.

Соединения металлов подгруппы марганца в степени окисления +7: оксиды, гидроксиды, их строение и физические свойства. Закономерности изменения кислотных свойств в подгруппе. Окислительные свойства соединений *Mn*, *Tc*, *Re* в степени окисления +7, закономерности их изменения в подгруппе. Изменение устойчивости максимальной степени окисления в подгруппе, ее причины. Окраска перманганат-, пертехнат-, перренат-ионов. Соединения металлов подгруппы марганца в степенях окисления +6, +5, +4, +3, +2, 0. Закономерности изменения кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов марганца в степенях окисления +7, +6, +5, +4, +3, +2. Получение перманганатов, манганатов, гипоманганатов, манганитов, оксидов марганца в разных степенях окисления. Устойчивость соединений марганца в положительных степенях окисления в водном растворе.

Области применения, вытекающие из физических и химических свойств простых и сложных веществ. Биогенная роль элементов. Токсичность соединений.

#### **Литература**

*Степин Б.Д., Цветков А.А.* Неорганическая химия. М., 1994. С.461–475.  
*Угай Я.Е.* Неорганическая химия. М., 1989. С. 371–386.  
*Ахметов Н.С.* Неорганическая химия. М., 1975. С. 324–335.

## VI A группа. Кислород и халькогены

Общая характеристика элементов. Исторические сведения об открытии, происхождение названий элементов. Изотопный состав, распространенность. Строение атомов. Изменение атомных радиусов, ионизационных потенциалов, электроотрицательности по подгруппе. Возможные степени окисления кислорода и халькогенов исходя из строения атомов. Природные соединения и способы получения простых веществ из них.

Строение и физические свойства простых веществ: аллотропные модификации кислорода, серы, селена, теллура. Изменение типа проводимости и температур плавления в ряду  $O-S-Se-Te$ .

Химические свойства простых веществ. Изменение окислительных и восстановительных свойств. Отношение к простым веществам, воде, кислотам, щелочам.

Соединения кислорода, серы, селена и теллура в отрицательных степенях окисления. Характеристика оксидов, пероксидов, надпероксидов, озонидов. Характеристика халькогеноводородов, сульфидов и полисульфидов, селенидов и теллуридов. Изменение термической устойчивости халькогеноводородов, их восстановительной способности, растворимости в воде; изменение кислотных свойств халькогеноводородных кислот. Классификация сульфидов по отношению к воде и водным растворам кислот, полисульфидов и сульфидов щелочных металлов и аммония.

Химические свойства соединений кислорода и халькогенов в положительных степенях окисления. Фториды кислорода.

Соединения халькогенов в характеристических степенях окисления: +6 и +4. Закономерность изменения устойчивости максимальной степени окисления и ее причины. Оксиды, кислоты, халькогенаты и халькогениты, галогениды и оксогалогениды: их строение, физические и химические свойства: закономерности изменения кислотно-основных, окислительно-восстановительных свойств. Термическая устойчивость солей. Способы получения оксидов, кислот, солей, галогенидов и оксогалогенидов халькогенов в с. о. +4 и +6.

Соединения халькогенов в положительных нехарактеристических степенях окисления: оксиды серы (I) и (II), сульфоксиловая, тиосульфидная, дитионидная, тиосульфидная, полисульфидная кислоты и их соли: строение, получение, физические и химические свойства.

Пероксосоединения: пероксомоносерная и пероксодисерная кислоты: строение, окислительно-восстановительные свойства.

Области применения, вытекающие из физических и химических свойств простых и сложных веществ. Биогенная роль элементов. Токсичность соединений.

### Литература

Степин Б.Д., Цветков А.А. Неорганическая химия. М., 1994. С.297–298, 303–318.

Угай Я.Е. Неорганическая химия. М., 1989. С. 313–332.

Ахметов Н.С. Неорганическая химия. М., 1975. С. 336–371.

## V A группа. Пниктогены, мышьяк, сурьма, висмут

Исторические сведения об открытии, происхождение названий элементов. Изотопный состав, распространенность. Общая характеристика элементов. Строение атомов. Изменение атомных радиусов, ионизационных потенциалов, электроотрицательности по подгруппе. Возможные степени окисления элементов V A группы исходя из строения атомов. Природные соединения и способы получения простых веществ из них.

Строение и физические свойства простых веществ: аллотропные модификации фосфора, мышьяка, сурьмы, висмута. Изменение типа проводимости и температур плавления в ряду  $N-P-As-Sb-Bi$ .

Химические свойства простых веществ. Изменение окислительных и восстановительных свойств. Отношение к простым веществам, воде, кислотам с неокисляющим и окисляющим анионом, щелочам.

Соединения в отрицательных степенях окисления. Характеристика водородных соединений. Изменение термической устойчивости  $\text{ЭH}_3$ , их восстановительной способности, растворимости в воде; изменение основных свойств водных растворов, способности к комплексообразованию. Характеристика пниктогенидов.

Соединения азота в отрицательных нехарактеристических степенях окисления: гидразин, гидроксилламин, азид водорода. Их строение, физические и химические свойства. Сравнение окислительно-восстановительных, основных свойств аммиака, гидразина и гидроксилламина, их способности к комплексообразованию. Соли аммония, гидразиния, гидроксилламиния, их термическая устойчивость.

Соединения элементов VA группы в положительных степенях окисления.

Соединения элементов в характеристических степенях окисления: +5 и +3. Закономерность изменения устойчивости максимальной степени окисления и ее причины. Оксиды, кислоты, соли, галогениды и халькогениды: их строение, физические и химические свойства: закономерности изменения кислотно-основных, окислительно-восстановительных свойств. Мета-, орто-, полифосфорная кислоты, мета-, орто- и полифосфаты. Способы получения оксидов, кислот, солей, галогенидов, халькогенидов элементов в степени окисления +3 и +5.

Соединения элементов VA группы в положительных нехарактеристических степенях окисления: оксиды азота (I), (II) и (IV), фосфорноватистая кислота и гипофосфиты: строение, получение, физические и химические свойства.

Области применения, вытекающие из физических и химических свойств простых и сложных веществ. Биогенная роль элементов. Токсичность соединений.

#### Литература

*Угай Я.Е.* Неорганическая химия. М., 1989. С. 245–299.

*Ахметов Н.С.* Неорганическая химия. М., 1975. С. 389–435.

*Степин Б.Д., Цветков А.А.* Неорганическая химия. М., 1994. С.263–290.

### IV А группа. Углерод, кремний, германий, олово, свинец

Исторические сведения об открытии, происхождение названий элементов. Изотопный состав, распространенность. Общая характеристика элементов. Строение атомов. Изменение атомных радиусов, ионизационных потенциалов, электроотрицательности по подгруппе. Изменение неметаллических и металлических свойств в подгруппе. Возможные степени окисления элементов IV А группы исходя из строения атомов. Природные соединения и способы получения простых веществ из них.

Строение и физические свойства простых веществ: аллотропные модификации углерода, кремния, германия, олова. Изменение типа проводимости и температур плавления в ряду *C–Si–Ge–Sn–Pb*.

Химические свойства простых веществ. Изменение окислительных и восстановительных свойств. Отношение к простым веществам и сложным веществам: воде, кислотам с неокисляющим и окисляющим анионом, щелочам.

Характеристика водородных соединений. Изменение термической устойчивости  $\text{ЭН}_4$ , их восстановительной способности.

Соединения элементов в отрицательных степенях окисления. Характеристика строения и свойств карбидов, силицидов, германидов.

Строение, физические и химические свойства соединений элементов IVA группы в положительных степенях окисления.

Соединения элементов в характеристических степенях окисления: +4 и +2. Закономерность изменения устойчивости максимальной степени окисления и ее причины. Оксиды, кислоты, соли, галогениды и халькогениды: их строение, физические и химические свойства: закономерности изменения кислотно-основных, окислительно-восстановительных свойств. Способы получения оксидов, кислот, солей, галогенидов, халькогенидов элементов в степени окисления +2 и +4. Силикатные стекла: состав, получение. Цемент: состав, получение. Карбонилы металлов.

Углерод-азотные соединения: мочевина, цианаты и тиоцианаты, циановодород и цианиды: их строение, получение, краткая характеристика физических и химических свойств.

Области применения, вытекающие из физических и химических свойств простых и сложных веществ. Биогенная роль элементов. Токсичность соединений.

#### Литература

*Угай Я.Е.* Неорганическая химия. М., 1989. С. 179–229.

*Ахметов Н.С.* Неорганическая химия. М., 1975. С. 447–492.

*Степин Б.Д., Цветков А.А.* Неорганическая химия. М., 1994. С. 228–259.

### III А группа. Бор, алюминий, галлий, индий, таллий

Исторические сведения об открытии, происхождение названий элементов. Изотопный состав, распространенность. Общая характеристика элементов. Строение атомов. Изменение атомных радиусов, ионизационных потенциалов, электроотрицательности по подгруппе. Изменение неметаллических и металлических свойств в подгруппе. Возможные степени окисления элементов III А группы исходя из строения атомов. Природные соединения и способы получения простых веществ из них.

Строение и физические свойства простых веществ: изменение типа проводимости и температур плавления в ряду *B–Al–Ga–In–Tl*.

Химические свойства простых веществ. Изменение окислительных и восстановительных свойств. Отношение к простым

веществам, воде, кислотам с неокисляющим и окисляющим анионом, щелочам.

Строение, физические и химические свойства соединений элементов III A группы в положительных степенях окисления.

Соединения элементов в степени окисления +3. Закономерность изменения устойчивости максимальной степени окисления и ее причины. Оксиды, гидроксиды, кислородсодержащие соли, галогениды и халькогениды: их строение, физические и химические свойства: закономерности изменения кислотно-основных, окислительно-восстановительных свойств. Соли металлов в катионной и анионной форме, условия их получения. Способы получения оксидов, гидроксидов, солей, галогенидов, халькогенидов элементов в степени окисления +3.

Алюмосиликаты, их строение. Элементы в с.о. +3 как комплексобразователи. Криолит, квасцы, гидроксо- и гидридо-комплексы. Нитрид бора, его полиморфные модификации, их строение. Боразол, его сходство с бензолом. Особенности строения и свойств орта-, мета- и полиборных кислот. Тетраборная кислота и тетрабораты. Бура. Боросиликатные стекла. Оксид алюминия, особенности строения и свойств. Корунд, производство монокристаллов корунда и рубина.

Водородные соединения бора (бораны). Строение бороводородов, трехцентровая «банановая» связь, физические и химические свойства, получение. Причины реакционной способности и склонности к комплексобразованию. Полимерные гидриды алюминия, галлия, индия, таллия. Алюмогидрид лития, его использование в качестве восстановителя.

Краткая характеристика соединений элементов IIIA группы в степени окисления +1. Закономерность изменения устойчивости с.о. +1 в подгруппе. Характеристика свойств оксида и гидроксида таллия (+1), их сходство с соединениями щелочных металлов. Соли таллия (+1), их сходство с соединениями щелочных металлов и серебра.

Области применения, вытекающие из физических и химических свойств простых и сложных веществ. Биогенная роль элементов. Токсичность соединений.

### Литература

- Угай Я.Е. Неорганическая химия. М., 1989. С. 137–166.  
Ахметов Н.С. Неорганическая химия. М., 1975. С. 508–543.  
Степин Б.Д., Цветков А.А. Неорганическая химия. М., 1994. С. 212–227.

## S-металлы II A и I A группы

Исторические сведения об открытии, происхождение названий элементов. Изотопный состав, распространенность. Общая характеристика элементов. Строение атомов. Особенности электронного строения атомов лития и бериллия. Изменение атомных радиусов, ионизационных потенциалов, электроотрицательности по подгруппе. Изменение металлических свойств в подгруппе. Возможные степени окисления элементов II A и I A группы исходя из строения атомов. Природные соединения и способы получения простых веществ из них.

Строение и физические свойства простых веществ: изменение плотности, температур плавления с увеличением атомного номера по подгруппе.

Химические свойства простых веществ. Изменение стандартных электродных потенциалов, изменение восстановительных свойств. Отношение к простым веществам. Отношение металлов к водороду, кислороду, галогенам, азоту, углероду, сере, металлам, воде. Отношение бериллия и магния к кислотам и щелочам. Диагональное сходство лития и магния, бериллия и алюминия.

Кислородные соединения металлов: оксиды, пероксиды и надпероксиды щелочных и щелочноземельных металлов, озониды щелочных металлов. Их получение, строение и характер химических связей, свойства, применение. Изменение термической устойчивости и состава кислородных соединений по подгруппе. Отношение к воде.

Соединения с неметаллами (гидриды, нитриды, галогениды, сульфиды). Получение, строение и свойства. Изменение температуры плавления и электропроводности галогенидов в рядах литий–цезий и бериллий–барий.

Гидроксиды. Получение, свойства, строение, применение. Диссоциация гидроксидов. Изменение силы оснований в ряду гидроксид лития – гидроксид цезия; гидроксид бериллия - гидроксид бария. Изменение термической устойчивости. Общие принципы промышленного получения.

Соли. Галогениды. Особенности строения галогенидов бериллия. Растворимые и нерастворимые соли металлов. Бериллаты, их получение. Магнезиальный цемент. Изменение термической устойчивости карбонатов, сульфатов, нитратов в подгруппах. Двойные соли. Кристаллогидраты. Комплексообразующая способность ионов металлов. Жесткость воды и методы ее устранения. Переработка и использование природных соединений кальция (известь, мел, мрамор).

Сода. Способы ее получения в промышленности. Особенности химии лития и бериллия.

Области применения, вытекающие из физических и химических свойств простых и сложных веществ. Биогенная роль элементов. Токсичность соединений.

#### Литература

*Угай Я.Е.* Неорганическая химия. М., 1989. С. 111–119, 125–133.

*Ахметов Н.С.* Неорганическая химия. М., 1975. С. 564–579, 587–596.

*Степин Б.Д., Цветков А.А.* Неорганическая химия. М., 1994. С. 195–212.

### Металлы VI В группы

Исторические сведения об открытии, происхождение названий элементов. Изотопный состав, распространенность. Общая характеристика элементов. Строение атомов. Изменение атомных радиусов, ионизационных потенциалов, электроотрицательности по подгруппе. Изменение металлических свойств в подгруппе. Возможные степени окисления элементов VI В группы исходя из строения атомов. Природные соединения и способы получения простых веществ из них.

Строение и физические свойства простых веществ: изменение плотности, температур плавления в подгруппе.

Химические свойства простых веществ. Изменение стандартных электродных потенциалов, восстановительных свойств, благородности металлов. Положение металлов в ряду напряжений. Отличие химических свойств хрома и его более тяжелых аналогов, причины этого явления. Причины инертности молибдена и вольфрама. Отношение металлов к водороду, кислороду, галогенам, азоту, углероду, сере, воде, кислотам, щелочам, смеси плавиковой и азотной кислот.

Соединения металлов подгруппы хрома в степени окисления +6: оксиды, гидроксиды, их строение и физические свойства. Закономерности изменения кислотных свойств в подгруппе. Изо- и гетерополи-соединения *Cr*, *Mo*, *W* в степени окисления +6. Окислительные свойства соединений *Cr*, *Mo*, *W* в степени окисления +6, закономерности их изменения в подгруппе. Изменение устойчивости максимальной степени окисления в подгруппе, ее причины. Растворимые и нерастворимые хроматы, молибдаты, вольфраматы. Окраска соединений в с.о. +6. Пероксосоединения *Cr*, *Mo*, *W* в степени окисления +6, их получение и окраска, возможность их использования для идентификации металлов.

Соединения металлов подгруппы хрома в более низких степенях окисления. Соединения молибдена и вольфрама в с.о. +4 и +5 (молибденовые и вольфрамовые сини), их получение. Оксид и гидроксид хрома (III), их отношение к кислотам и щелочам. Соли хрома (III) в катионной и анионной форме. Окислительная и восстановительная способность соединений хрома (III). Окраска соединений хрома (III). *Cr* (+3) как комплексообразователь. Причина различной окраски водных растворов *Cr* (+3).

Соединения хрома в с.о. +2: оксиды, гидроксиды, соли. Физические и химические свойства: кислотно-основные, окислительно-восстановительные, способность к комплексообразованию. Окраска соединений хрома (+2).

Галогениды и халькогениды хрома, молибдена и вольфрама в разных степенях окисления. Получение, отношение к воде.

Области применения, вытекающие из физических и химических свойств простых и сложных веществ. Биогенная роль элементов. Токсичность соединений.

#### Литература

*Угай Я.Е.* Неорганическая химия. М., 1989. С. 334–349.

*Ахметов Н.С.* Неорганическая химия. М., 1975. С. 371–388.

*Степин Б.Д., Цветков А.А.* Неорганическая химия. М., 1994. С. 444–459.

### Металлы V В группы

Исторические сведения об открытии, происхождение названий элементов. Изотопный состав, распространенность. Общая характеристика элементов. Строение атомов. Изменение атомных радиусов, ионизационных потенциалов, электроотрицательности по подгруппе. Изменение металлических свойств в подгруппе. Возможные степени окисления элементов V В группы исходя из строения атомов. Природные соединения и способы получения простых веществ из них.

Строение и физические свойства простых веществ: изменение плотности, температуры плавления с увеличением атомного номера по подгруппе.

Химические свойства простых веществ. Изменение стандартных электродных потенциалов, восстановительных свойств, благородности металлов. Положение металлов в ряду напряжений. Отличие химических свойств ванадия от химических свойств его более тяжелых аналогов. Причины инертности ниобия и тантала. Отношение

к водороду, кислороду, галогенам, азоту, углероду, сере, воде, кислотам, щелочам, смеси плавиковой и азотной кислот.

Соединения металлов подгруппы ванадия в с.о. +5: оксиды, гидроксиды, их строение и физические свойства. Закономерности изменения кислотных свойств оксидов и гидроксидов в под-группе. Изополисоединения *V* в степени окисления +5. Окислительные свойства соединений *V*, *Nb*, *Ta* в степени окисления +5, закономерности их изменения в подгруппе. Изменение устойчивости максимальной степени окисления в подгруппе, ее причины. Окраска соединений в с.о. +5. Пероксосоединения *V* в степени окисления +5, их получение и окраска. Возможность использования пероксосоединений для идентификации соединений ванадия.

Соединения металлов подгруппы ванадия в более низких степенях окисления. Оксиды и гидроксиды ванадия (IV), (III), (II), их отношение к кислотам и щелочам. Изменение кислотных свойств оксидов и гидроксидов ванадия с увеличением степени окисления от +2 до +5. Соли ванадия в катионной и анионной форме. Окраска ионов  $V^{2+}$ ,  $V^{3+}$ ,  $VO^{2+}$  в водном растворе. Окислительно-восстановительные свойства соединений ванадия (IV), (III), (II). Способность к комплексообразованию. Получение соединений ванадия в с.о. +4, +3, +2. Понятие о кластерных соединениях ниобия и тантала в низких степенях окисления.

Галогениды и халькогениды ванадия. Способность к образованию тиосолей.

Области применения, вытекающие из физических и химических свойств простых и сложных веществ. Биогенная роль элементов. Токсичность соединений.

#### Литература

- Угай Я.Е. Неорганическая химия. М., 1989. С. 299–310.  
Ахметов Н.С. Неорганическая химия. М., 1975. С. 435–445.  
Степин Б.Д., Цветков А.А. Неорганическая химия. М., 1994. С. 433–443.

#### Металлы IV В группы

Исторические сведения об открытии, происхождение названий элементов. Изотопный состав, распространенность. Общая характеристика элементов. Строение атомов. Изменение атомных радиусов, ионизационных потенциалов, электроотрицательности по подгруппе. Изменение металлических свойств в подгруппе. Возможные

степени окисления элементов IV В группы исходя из строения атомов. Природные соединения и способы получения простых веществ из них.

Строение и физические свойства простых веществ: изменение плотности, температур плавления с увеличением атомного номера по подгруппе.

Химические свойства простых веществ. Изменение стандартных электродных потенциалов, восстановительных свойств, благородности металлов в подгруппе. Положение металлов в ряду напряжений. Отличие химических свойств титана от химических свойств его более тяжелых аналогов. Причины инертности ниобия и тантала. Отношение к водороду, кислороду, галогенам, азоту, углероду, сере, воде, кислотам, щелочам, смеси плавиковой и азотной кислот.

Соединения металлов подгруппы титана в с.о. +4: оксиды, гидроксиды, их строение и физические свойства. Закономерности изменения кислотных свойств оксидов и гидроксидов в подгруппе. Окислительные свойства соединений *Ti*, *Zr*, *Hf* в степени окисления +4, закономерности их изменения в подгруппе. Изменение устойчивости максимальной степени окисления в подгруппе, ее причины. Пероксосоединения *Ti* в с.о. +4, их получение и окраска. Возможность использования пероксосоединений для идентификации соединений титана.

Соединения металлов подгруппы титана в более низких степенях окисления. Оксиды и гидроксиды титана (III), (II), их отношение к кислотам и щелочам. Изменение кислотных свойств оксидов и гидроксидов титана с увеличением степени окисления от +2 до +4. Соли титана в катионной и анионной формах. Окраска ионов  $Ti^{3+}$ ,  $Ti^{2+}$  в водном растворе. Окислительно-восстановительные свойства соединений титана (III), (II). Способность к комплексообразованию. Получение соединений титана в с.о. +3, +2. Галогениды и халькогениды титана.

Области применения, вытекающие из физических и химических свойств простых и сложных веществ. Биогенная роль элементов. Токсичность соединений.

#### Литература

- Угай Я.Е. Неорганическая химия. М., 1989. С. 232–245.  
Ахметов Н.С. Неорганическая химия. М., 1975. С. 497–507.  
Степин Б.Д., Цветков А.А. Неорганическая химия. М., 1994. С. 424–432.

## Металлы III В группы

Исторические сведения об открытии, происхождение названий элементов. Изотопный состав, распространенность. Общая характеристика элементов. Строение атомов. Изменение атомных радиусов, ионизационных потенциалов, электроотрицательности в подгруппе. Изменение металлических свойств в подгруппе. Сходство закономерностей изменения свойств изолированных и связанных атомов III В группы с металлами главных подгрупп и причины этого явления. Возможные степени окисления элементов III В группы исходя из строения атомов. Природные соединения и способы получения простых веществ

Общая характеристика строения, физических и химических свойств простых и сложных веществ элементов подгруппы скандия. Области применения, вытекающие из физических и химических свойств простых и сложных веществ. Биогенная роль элементов. Токсичность соединений.

### Литература

Угай Я.Е. Неорганическая химия. М., 1989. С. 167–179.  
Ахметов Н.С. Неорганическая химия. М., 1975. С. 544–547.  
Степин Б.Д., Цветков А.А. Неорганическая химия. М., 1994. С. 420–423.

## Металлы II В группы

Исторические сведения об открытии, происхождение названий элементов. Изотопный состав, распространенность. Общая характеристика элементов. Строение атомов. Изменение атомных радиусов, ионизационных потенциалов, электроотрицательности по подгруппе. Изменение металлических свойств в подгруппе. Возможные степени окисления элементов II В группы исходя из строения атомов. Природные соединения и способы получения простых веществ из них.

Строение и физические свойства простых веществ: изменение плотности, температуры плавления с увеличением атомного номера по подгруппе.

Химические свойства простых веществ. Изменение стандартных электродных потенциалов, изменение металлической активности. Положение металлов в ряду напряжений. Отношение к простым веществам. Отношение металлов к кислороду, галогенам, азоту, углероду, сере, металлам. Отношение к сложным веществам: кислотам

и щелочам. Сходства и различия химических свойств металлов IIА и IIВ группы.

Соединения металлов в с.о. +2. Строение, физические и химические свойства оксидов и гидроксидов. Изменение кислотно-основных свойств гидроксидов в подгруппе, изменение их термической устойчивости. Соли металлов (+2). Изменение кислотных и окислительных свойств  $Me^{2+}$  по подгруппе. Растворимые и нерастворимые соли металлов (+2). Галогениды и халькогениды металлов (+2). Их растворимость в воде, кислотах с окисляющим и неокисляющим анионом.

Комплексные соединения металлов (+2). Их строение. Окраска, магнитные свойства, изменение устойчивости в подгруппе.

Соединения ртути (+1). Валентность ртути в этих соединениях, характер химической связи. Получение солей ртути (+1), их устойчивость в водном растворе, склонность к реакциям диспропорционирования.

Области применения, вытекающие из физических и химических свойств простых и сложных веществ. Биогенная роль элементов. Токсичность соединений.

### Литература

Угай Я.Е. Неорганическая химия. М., 1989. С. 133–137.  
Ахметов Н.С. Неорганическая химия. М., 1975. С. 579–587.  
Степин Б.Д., Цветков А.А. Неорганическая химия. М., 1994. С. 409–419.

## Металлы I В группы

Исторические сведения об открытии, происхождение названий элементов. Изотопный состав, распространенность. Общая характеристика элементов. Строение атомов. Изменение атомных радиусов, ионизационных потенциалов, электроотрицательности по подгруппе. Изменение благородности металлов в подгруппе. Возможные степени окисления элементов I В группы исходя из строения атомов. Природные соединения и способы получения простых веществ из них.

Строение и физические свойства простых веществ: изменение плотности, температуры плавления с увеличением атомного номера по подгруппе.

Химические свойства простых веществ. Изменение стандартных электродных потенциалов, изменение металлической активности. Положение металлов в ряду напряжений. Отношение к кислороду,



галогенам, азоту, углероду, сере, металлам, кислотам, щелочам, царской водке. Способы растворения золота, меди и серебра, основанные на их высокой способности к комплексообразованию, и их применение для отделения металлов от пустой породы.

Наиболее устойчивые степени окисления для меди, серебра, золота. Объяснение их устойчивости исходя из положения элементов в периодической системе. Строение, физические и химические свойства оксидов и гидроксидов меди, серебра и золота в с.о. +1, +2, +3. Изменение кислотно-основных свойств гидроксидов в подгруппе, изменение их термической устойчивости. Изменение кислотно-основных свойств гидроксидов с увеличением степени окисления. Соли металлов. Окислительные свойства ионов металлов подгруппы меди, изменение окислительных свойств ионов металлов в подгруппе. Растворимые и нерастворимые соли металлов подгруппы меди.

Галогениды и халькогениды металлов. Их растворимость в воде, кислотах с окисляющим и неокисляющим анионом.

Комплексные соединения металлов. Их строение, окраска, магнитные свойства, изменение устойчивости в подгруппе. Применение комплексных соединений для отделения от других металлов.

Области применения, вытекающие из физических и химических свойств простых и сложных веществ. Биогенная роль элементов. Токсичность соединений.

#### Литература

Угай Я.Е. Неорганическая химия. М., 1989. С. 119–125.

Ахметов Н.С. Неорганическая химия. М., 1975. С. 597–608.

Степин Б.Д., Цветков А.А. Неорганическая химия. М., 1994. С. 393–409.

### Металлы VIII В группы. Триада железа

Исторические сведения об открытии, происхождение названий элементов. Изотопный состав, распространенность. Общая характеристика элементов. Строение атомов. Изменение атомных радиусов, ионизационных потенциалов, электроотрицательности в ряду *Fe–Co–Ni*. Возможные степени окисления элементов триады железа исходя из строения атомов. Природные соединения и способы получения простых веществ из них. Производство чугуна и стали.

Строение и физические свойства простых веществ: изменение плотности, температур плавления с увеличением атомного номера в триаде железа.

Химические свойства простых веществ. Изменение стандартных электродных потенциалов, изменение активности металлов в триаде железа. Положение металлов в ряду напряжений. Отношение металлов к водороду, кислороду, галогенам, азоту, углероду, сере, воде, кислотам, щелочам.

Соединения металлов триады железа в с.о. +3 и +2: оксиды, гидроксиды, их строение и физические свойства. Изменение устойчивости с.о. +3 и +2 от железа к никелю. Окислительные и восстановительные свойства соединений *Fe*, *Co*, *Ni* в с.о. +3 и +2, закономерности их изменения в триаде. Причины более высокой окислительной способности соединений *Co* (+3) и *Ni* (+3) по сравнению с *Fe* (+3). Окраска соединений в с.о. +3 и +2. Способность к комплексообразованию элементов триады железа. Изменение устойчивости комплексных соединений в ряду *Fe – Co – Ni*. Сравнение устойчивости комплексных соединений металлов в с.о. +2 и +3.

Соединения металлов триады железа в более высоких с.о. (+6, +5, +4). Ферраты, их сходство по растворимости с сульфатами, окислительные свойства, получение.

Области применения, вытекающие из физических и химических свойств простых и сложных веществ. Биогенная роль элементов. Токсичность соединений.

#### Платиновые металлы

Исторические сведения об открытии, происхождение названий элементов. Изотопный состав, распространенность. Общая характеристика элементов. Строение атомов. Изменение атомных радиусов, ионизационных потенциалов, электроотрицательности в триадах *Ru* и *Os* (по горизонтали), а также в подгруппах *Fe*, *Co*, *Ni* (по вертикали). Возможные степени окисления платиновых металлов. Нахождение в природе и получение металлов.

Строение и физические свойства простых веществ: изменение плотности, температуры плавления с увеличением атомного номера по горизонтали и по вертикали.

Химические свойства простых веществ. Изменение стандартных электродных потенциалов, благородности металлов в подгруппах и в триадах. Положение металлов в ряду напряжений. Отношение к простым веществам: водороду, кислороду, галогенам, сере; сложным веществам: кислотам, щелочам; отношению к царской водке.

Изменение устойчивости максимальной степени окисления (+8) в триадах и в подгруппах. Оксиды и гидроксиды платиновых металлов, их кислотно-основные свойства, окислительные свойства, устойчивость, получение. Соли платиновых металлов в катионной и анионной формах. Комплексные соединения. Их получение, устойчивость, строение, окраска.

Области применения, вытекающие из физических и химических свойств простых и сложных веществ. Биогенная роль элементов. Токсичность соединений.

#### **Литература**

*Угай Я.Е.* Неорганическая химия. М., 1989. С. 398–426.

*Ахметов Н.С.* Неорганическая химия. М., 1975. С. 618–657.

*Степин Б.Д., Цветков А.А.* Неорганическая химия. М., 1994. С. 475–492.

## **Неорганическая химия** **Программа курса** **для студентов 1-го курса химического факультета**

Редактор **В.И.Попова**

---

Подписано в печать . Формат 60×84 1/16.  
Бумага для множительных аппаратов. Печать офсетная.  
Уч.-изд. л. . Усл. печ. л. . Тираж 150 экз.  
Уральский государственный университет им. А.М.Горького  
Екатеринбург, пр.Ленина, 51

---

Типолаборатория УрГУ. Пр. Ленина, 51