

## ПРОГРАММА КОЛЛОКВИУМА

### «НЕМЕТАЛЛЫ»

Характеристики элементов и их соединений\* рекомендуется рассматривать по следующему плану:

- Положение в периодической системе, распространенность и формы нахождения в природе. Специфика элемента и его соединений.
- Электронные оболочки атомов, радиусы атомов, значения энергии ионизации, и средства к электрону, электроотрицательности, валентные возможности, проявляемые степени окисления, координационные числа.
- Простые вещества: формы существования, физические свойства\*\*, характер и энергия связи, фазовые превращения, реакционная способность, химические свойства\*\*\*, условия протекания реакций, их термодинамические и кинетические характеристики, способы получения (лабораторные и промышленные), важнейшие области применения.
- Бинарные химические соединения: оксиды, водородные соединения, галогениды, халькогениды, пниктогениды, карбиды, силициды, бориды. Классификации по составу и свойствам. Химическая связь, структуры, физические и химические свойства. Прогнозирование химической связи, пространственной структуры, кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств на основании положения компонентов в Периодической системе.
- Сложные химические соединения (содержащие три элемента и более): гидроксиды (кислоты, основания, амфотерные гидроксиды), соли кислородсодержащих кислот, комплексные соединения. Состав, химические связи, структуры. Особенности кислотно-основных и окислительно-восстановительных взаимодействий в зависимости от степени окисления, сравнительная стабильность соединений в разных степенях окисления элемента, их способность к термической и электролитической диссоциации, гидролизу, комплексообразованию.

Области практического применения соединений.

\*Характеристики элементов и их соединений должны основываться на учениях о строении вещества, о термодинамике, кинетике, периодичности.

\*\* В блоке «Физические свойства» необходимо указать:

- агрегатное состояние вещества при различных температурах;
- органолептические свойства (цвет, запах вкус);
- механические свойства твердого вещества (степень твердости хрупкость, пластичность, ковкость и т.д.);
- плотность вещества при различных агрегатных состояниях;
- оптические свойства: отражательная способность (блеск), светопоглощение в различных областях спектра, излучение раскаленных объектов, рассеяние света, светопреломление, поляризация плоскополяризованного света;
- термические свойства: температуры плавления и кипения, сублимация, теплоёмкость, теплопроводность;
- электрические свойства: электропроводность твёрдой фазы, электропроводность расплава, электропроводность растворов;
- магнитные свойства: диамагнитные, парамагнитные, ферромагнитные,
- полярность и поляризуемость связей и молекулярных частиц;
- растворимость в полярных растворителях и их смесях, в неполярных растворителях и смесях;
- термодинамические свойства: энергия Гиббса, энтальпия образования, энтропия образования.

\*\*\*В блоке «Химические свойства» независимо от степени сложности вещества необходимо рассматривать:

- устойчивость (относительная термодинамическая и кинетическая);
- топохимические свойства: способность к структурным перестройкам – изомерия, аллотропия, полиморфизм;
- окислительно-восстановительные свойства;
- кислотно-основные свойства (для сложных веществ);
- уникальные, трудно классифицируемые свойства веществ.

Рекомендуется разделять свойства самих веществ и их водных растворов.

### **Фактологический и теоретический материал для повторения, анализа, сравнения, обобщения**

#### ***Водород, его соединения.***

Водород в природе. Изотопы водорода. Валентные возможности атома и характерные степени окисления. Молекула  $H_2$ . Получение водорода. Физические и химические свойства простого вещества. Взаимодействие кислорода с водородом. Механизм реакции водорода с кислородом. Растворение водорода в металлах. Ионы  $H^+$  и  $H^-$ , ковалентные, ионные и металлоподобные гидриды, гидридные комплексы.

#### ***p-элементы VII группы (галогены).***

Общая характеристика группы, особенности фтора, свойства простых веществ (растворимость в различных растворителях, реакция с водой, химическая активность, термическая устойчивость). Галогеноводороды: строение молекул, физические и химические свойства, термическая устойчивость, сравнительная характеристика, кислотные и восстановительные свойства. Фтороводород, водородная связь в соединениях фтора. Способы получения галогеноводородов. Галогениды металлов и неметаллов.

Вторичная периодичность в ряду кислородных соединений галогенов. Изменения строения, устойчивости, кислотных и окислительных свойств в ряду кислородсодержащих кислот галогенов  $HFO - HFO_2 - HFO_3 - HFO_4$  и их солей. Оксиды галогенов.

Соединения галогенов друг с другом. Формы существования и строение молекул. Химические свойства и методы получения. Взаимодействие с водой.

Общие свойства псевдогалогенов.

#### ***p-элементы VI группы (халькогены).***

Общая характеристика группы, особенности кислорода. Кислород в природе. Валентные возможности атома и характерные степени окисления. Строение молекулы  $O_2$  (метод МО), парамагнетизм кислорода. Получение кислорода. Физические и химические свойства простого вещества. Аллотропия кислорода, озон. Оксиды и их классификация. Вода: строение молекулы, межмолекулярное взаимодействие и структура воды в жидком и твердом состоянии, аномалии воды, химические свойства. Перекись водорода: строение и свойства. Ионы  $O^{2-}$ ,  $O_2^{2-}$ ,  $O_2^-$ ,  $O_3^-$ . . Супероксиды, озониды, их взаимодействие с водой.

Модификации серы, фазовая диаграмма серы. Химические свойства простых веществ элементов подгруппы серы. Гидриды серы, селена, теллура: сравнение устойчивости, восстановительных свойств, кислотных свойств водных растворов. Сульфиды металлов, сульфаны и полисульфиды.

Кислородные соединения серы, селена, теллура: вторичная периодичность, изменение кислотных и окислительно-восстановительных свойств в рядах оксидов ( $\text{SO}_2$  -  $\text{SeO}_2$  -  $\text{TeO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  -  $\text{SeO}_3$  -  $\text{TeO}_3$ ) и соответствующих кислот. Электронное строение сульфит, бисульфит и сульфат-ионов. Серная кислота и ее соли. Тиосерная кислота и ее соли (тиосульфаты). Продукты замещения в серной кислоте: полисульфаты, галогенангидриды, пероксо-кислоты. Политионовые кислоты, строение политионат-ионов.

Галогениды серы, селена, теллура.

***p-элементы V группы.***

Общая характеристика группы, особенности азота. Склонность атомов к образованию цепей, кратных связей.

Простые вещества: строение молекулы азота, его физические и химические свойства, проблема связывания атмосферного азота; модификации фосфора, мышьяка, сурьмы, висмута.

Общая характеристика гидридов: строение молекул, термическая устойчивость, восстановительные свойства, кислотно-основные свойства. Аммиак: физические и химические свойства, свойства жидкого аммиака, свойства солей аммония. Гидразин, гидроксилламин, азотистоводородная кислота, азид-ион: строение и свойства.

Кислородные соединения азота. Закись азота и азотноватистая кислота: строение молекул и свойства. Оксид азота (II) – строение молекулы в рамках методов МО и ВС, устойчивость иона нитрозония. Оксид азота (III) и азотистая кислота, нитриты. Оксиды азота (IV): равновесие в системе  $\text{NO}_2$  –  $\text{N}_2\text{O}_4$ . Оксид азота (V), азотная кислота: строение молекул, окислительные свойства; нитраты: строение нитрат-иона, свойства нитратов.

Оксиды фосфора, мышьяка, сурьмы, висмута: устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Строение оксидов фосфора, строение кислородсодержащих кислот фосфора, кислотные и окислительно-восстановительные свойства.

Галогениды элементов VA группы.

***p-элементы IV группы.***

Общая характеристика группы, особенности углерода. Склонность атомов к образованию цепей, кратных связей. Валентности, степени окисления и координационные числа, характерные для атомов элементов.

Простые вещества: типы кристаллических структур углерода (алмаз, графит, карбин), кремния, олова ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -формы), свинца; химические свойства.

Водородные соединения углерода и кремния: строение, различия в реакционной способности.

Оксиды углерода: строение, физические и химические свойства (взаимодействие с водой, окислительно-восстановительные свойства), карбонилы металлов. Угольная

кислота и ее соли. Оксид кремния, кремниевые кислоты, силикаты. Закономерности в изменении строения и химических свойств оксидов и гидроксидов Ge, Sn, Pb: кислотные и окислительно-восстановительные свойства.

***p-элементы III группы.***

Закономерности в изменении электронной конфигурации, радиусов атомов, электроотрицательности элементов. Особенности бора. Валентности, степени окисления и координационные числа, характерные для атомов элементов. Кристаллическая структура, физические и химические свойства бора.

Получение, строение и свойства диборана: восстановительные свойства, реакция с водой, образование боргидридных комплексов, их строение. Высшие бораны: строение (элементы структуры), закономерности в изменении свойств. Бориды.

Строение оксида бора и борных кислот. Равновесия в растворах борной кислоты и ее солей, зависимость от pH. Диагональное сходство бора и кремния на примере гидридов, галогенидов, оксидов и оксокислот. Соединения бора с азотом: аналогия с алмазом и графитом.