

§1. Бор.

Бор — элемент главной подгруппы третьей группы, второго периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева, с атомным номером 5. Обозначается символом **B** (лаг. Borium). В свободном состоянии бор — бесцветное, серое или красное кристаллическое либо темное аморфное вещество. Известно более 10 аллотропных модификаций бора, образование и взаимные переходы которых определяются температурой. при которой бор был получен

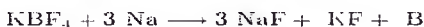
Впервые получен в 1808 году французскими физиками Ж. Гей-Люссаком и Л. Тенаром нагреванием борного ангидрида B_2O_3 с металлическим калием. Через несколько месяцев бор получил Х. Дэви электролизом расплавленного B_2O_3 .

Среднее содержание бора в земной коре 4 г/т. Несмотря на это, известно около 100 собственных минералов бора; в «чужих» минералах он почти не встречается. Это объясняется прежде всего тем, что у комплексных анионов бора (а именно в таком виде он входит в большинство минералов) нет достаточно распространенных аналогов.

Почти во всех минералах бор связан с кислородом, а группа фторсодержащих соединений совсем малочисленна. Элементарный бор в природе не встречается. Он входит во многие соединения и широко распространён, особенно в небольших концентрациях; в виде боросиликатов и боратов, а также в виде изоморфной примеси в минералах входит в состав многих изверженных и осадочных пород. Бор известен в нефтяных и морских водах (в морской воде 4,6 мг/л^[2]), в водах соляных озёр, горячих источников и грязевых вулканов.

Наиболее чистый бор получают пиролизом бороводородов. Такой бор используется для производства полупроводниковых материалов и тонких химических синтезов.

1. Метод металлотермии (чаще восстановление магнием или натрием):



2. Термическое разложение паров бромидов бора на раскалённой (1000—1200 °C) вольфрамовой проволоке в присутствии водорода (метод Ван-Аркеля):



По многим физическим и химическим свойствам неметалл бор напоминает кремний.

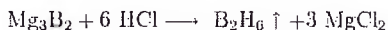
Химически бор довольно инертен и при комнатной температуре взаимодействует только со фтором:



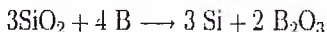
При нагревании бор реагирует с другими галогенами с образованием тригалогенидов, с азотом образует нитрид бора BN, с фосфором — фосфид BP, с углеродом — карбиды различного состава (B_4C , B_{12}C_3 , B_{13}C_2). При нагревании в атмосфере кислорода или на воздухе бор сгорает с большим выделением теплоты, образуется оксид B_2O_3 :



С водородом бор напрямую не взаимодействует, хотя известно довольно большое число бороводородов (боранов) различного состава, получаемых при обработке боридов щелочных или щелочноземельных металлов кислотой:



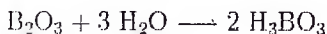
При сильном нагревании бор проявляет восстановительные свойства. Он способен, например, восстановить кремний или фосфор из их оксидов:



Данное свойство бора можно объяснить очень высокой прочностью химических связей в оксиде бора B_2O_3 .

При отсутствии окислителей бор устойчив к действию растворов щелочей. В горячей азотной, серной кислотах и в царской водке бор растворяется с образованием борной кислоты H_3BO_3 .

Оксид бора B_2O_3 — типичный кислотный оксид. Он реагирует с водой с образованием борной кислоты:



При взаимодействии борной кислоты со щелочами возникают соли не самой борной кислоты — бораты (содержащие аннион BO_3^{3-}), а гетрабораты, например:



Биологическая роль бора и его соединений.

Бор — важный микроэлемент, необходимый для нормальной жизнедеятельности растений. Недостаток бора останавливает их развитие, вызывает у культурных растений различные болезни. В основе этого лежат нарушения окислительных и энергетических процессов в тканях, снижение биосинтеза необходимых веществ. При дефиците бора в почве в сельском хозяйстве применяют борные микроудобрения (борная кислота, бура и другие), повышающие урожай, улучшающие качество продукции и предотвращающие ряд заболеваний растений.

Роль бора в животном организме не выяснена. В мышечной ткани человека содержится $(0.33—1) \times 10^{-4} \%$ бора, в костной ткани $(1.1—3.3) \times 10^{-4} \%$, в крови — 0,13 мг/л. Ежедневно с пищей человек получает 1—3 мг бора. Токсичная доза — 4 г.

Один из редких типов дистрофии роговицы связан с геном, кодирующим белок-транспортер, предположительно регулирующий внутриклеточную концентрацию бора.

§2. Алюминий (13Al)

Алюминий — элемент главной подгруппы третьей группы третьего периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева, с атомным номером 13. Обозначается символом Al (лат. *Aluminium*). Относится к группе лёгких металлов. Наиболее распространённый металл и третий по распространённости (после кислорода и кремния) химический элемент в земной коре.

Простое вещество *алюминий* — лёгкий, парамагнитный металл серебристо-белого цвета, легко поддающийся формовке, литью, механической обработке. Алюминий обладает высокой тепло- и электропроводностью, стойкостью к коррозии за счёт быстрого образования прочных оксидных плёнок, защищающих поверхность от дальнейшего взаимодействия.

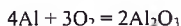
Химические свойства

При нормальных условиях алюминий покрыт тонкой и прочной оксидной плёнкой и потому не реагирует с классическими окислителями: с H_2O (0°): O_2 , HNO_3 (без нагревания). Благодаря этому алюминий практически не подвержен коррозии и потому широко востребован современной индустрией. Однако при разрушении оксидной плёнки (например, при кон-

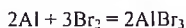
также с растворами солей аммония NH_4^+ , горячими щелочами или в результате амальгамирования), алюминий выступает как активный металл-восстановитель.

Легко реагирует с простыми веществами:

- с кислородом:

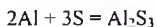


- с галогенами:

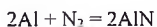


- с другими неметаллами реагирует при нагревании:

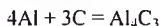
- с серой, образуя сульфид алюминия:



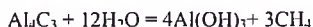
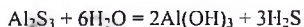
- с азотом, образуя нитрид алюминия:



- с углеродом, образуя карбид алюминия:

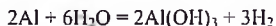


Сульфид и карбид алюминия полностью гидролизуются:

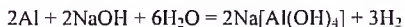


Со сложными веществами:

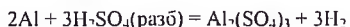
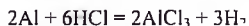
- с водой (после удаления защитной оксидной пленки, например, амальгамированием или растворами горячей щелочи):



- со щелочами (с образованием тетрагидроксоалюминатов и других алюминатов):



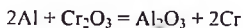
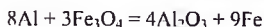
- Легко растворяется в соляной и разбавленной серной кислотах:



- При нагревании растворяется в кислотах — окислителях, образующих растворимые соли алюминия:



восстанавливает металлы из их оксидов (алюминотермия):

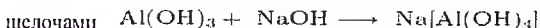
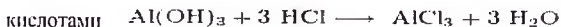


Гидроксид алюминия, вещество с формулой $\text{Al}(\text{OH})_3$ (а также H_3AlO_3 , HAlO_2 и $[\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$) — соединение оксида алюминия с водой. Белое студенистое вещество, плохо растворимое в воде, обладает амфотерными свойствами.

Получают при взаимодействии солей алюминия с водными растворами щелочи, избегая их избытка:



Свежесозданный гидроксид алюминия способен взаимодействовать с:



Высушенный гидроксид алюминия — представляет собой белое кристаллическое вещество, нерастворимое в кислотах и щелочах.

§4. Применение соединений алюминия в медицине.

Используется при очистке воды, так как обладает способностью поглощать (адсорбировать) различные вещества. в медицине, в качестве антацидного средства, в качестве адьюванта при изготовлении вакцин. Применяется в качестве антипирена (подавителя горения) в пластиках и других материалах.

Алюминию принадлежит первое место среди металлов по содержанию в земной коре (8.8 % по массе). Однако в организме человека он является примесным микроэлементом (примерно 10^{-5} % от массы тела). Алюминий концентрируется главным образом в сыворотке крови, легких, печени, костях, ногтях, нервных оболочках головного мозга. Суточное потребление алюминия человеком составляет 45—50 мг. Биологическая роль алюминия изучена мало.

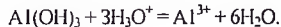
В медицине используется довольно много препаратов, содержащих алюминий.

Оксид алюминия Al_2O_3 — составная часть зубоврачебных цементов — «цемента для фиксации несъемных протезов», силикатного цемента «силицин», применяемого для пломбирования зубов и т. д.

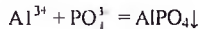
В стоматологической и ортопедической практике используется также белая глина (каолин) $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Широкое применение в медицине нашли препараты, содержащие гидроксид алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$ и используемые как антацидные средства при повышенной кислотности желудочного

сока (например, альмагель, фосфалгогель и др.)- В желудке гидроксид алюминия образует гель, который нейтрализует избыточные ионы водорода (точнее, ионы гидроксония):

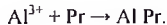


Перешедшие в раствор ионы алюминия в кишечнике связываются с фосфат-ионами и образуют малорастворимый фосфат алюминия:



который выводится из организма.

Уже давно в медицине используют алюмокалиевые квасцы $\text{KAl}(\text{SO}_3)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$. Эта растворимая двойная соль диссоциирует в водном растворе с образованием ионов алюминия, которые образуют с белками (Pr) достаточно прочные комплексы, выпадающие в виде гелей:



Это приводит к гибели клеток микроорганизмов и снижает воспалительную реакцию.

Квасцы применяют для полосканий, промываний и примочек при воспалительных заболеваниях слизистых оболочек и кожи. Содержащие квасцы кровоостанавливающие карандаши используют при порезах.

Как вяжущее средство используют 8% раствор ацетата алюминия $\text{Al}(\text{CH}_3\text{COO})_3$.