

ПОДГРУППА АЛЮМІНІЯ

ПОДГРУППА АЛЮМИНИЯ

Символ элемента	B	Al	Ga	In	Tl
Порядковый номер	5	13	31	49	81
Строение внешнего электронного слоя	$2s^2 2p^1$	$3s^2 3p^1$	$4s^2 4p^1$	$5s^2 5p^1$	$6s^2 6p^1$
Относительная электроотрицательность	2,01	1,61	1,82	1,78	1,44
Степени окисления	+3	+3	+3	+1, +2, +3	+1,+3
Содержание в земной коре, %	7,57%	$2 \cdot 10^{-3}$ %	Редкие рассеянные элементы		

ПОДГРУППА АЛЮМИНИЯ

Простое вещество	B	Al	Ga	In	Tl
$t^{\circ}\text{пл.} (^{\circ}\text{C})$	2075	660,4	29,8	156,6	303,6
$t^{\circ}\text{кип.} (^{\circ}\text{C})$	3700	2500	2203	2024	1457
$\rho, \text{ г/см}^3$	2,34	2,69	5,91	7,31	11,85

ПОДГРУППА АЛЮМИНИЯ

Физические свойства

1. С увеличением атомной массы усиливается металлический характер элементов (В – неметалл; остальные – металлы).
2. Бор значительно отличается по свойствам от других элементов (высокие т.пл., т.кип., твердость; инертность).
Остальные элементы – легкоплавкие металлы, In и Tl – очень мягкие.

ПОДГРУППА АЛЮМИНИЯ

Химические свойства

1. Все элементы трехвалентны, но с повышением атомной массы приобретает значение валентность, равная единице (Tl в основном одновалентен).
2. Основность гидроксидов $R(OH)_3$ возрастает с увеличением атомной массы:
 H_3BO_3 – слабая кислота,
 $Al(OH)_3$ и $Ga(OH)_3$ - амфотерные гидроксиды,
 $In(OH)_3$ и $Tl(OH)_3$ – типичные основания,
 $TlOH$ - сильное основание.

ПОДГРУППА АЛЮМИНИЯ

3. Металлы подгруппы алюминия (Al, Ga, In, Tl) химически достаточно активны (реагируют с кислотами, щелочами (Al, Ga), галогенами).
4. Соли элементов подгруппы алюминия в большинстве случаев подвергаются гидролизу по катиону. Устойчивы лишь соли одновалентного таллия.
5. Al и Ga защищены тонкой оксидной пленкой; Tl разрушается при действии влажного воздуха (хранят в керосине).

БОР

Впервые получен в 1808 году французскими химиками 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 .

Название элемента произошло от арабского слова *бурак* (араб. *بورق*) или персидского *бурах* (перс. *بوره*) которые использовались для обозначения буры:

$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ (декагидрат тетрабората натрия).

В природе встречается в виде боросиликатов (датолит $CaBSiO_4OH$, данбурит $CaB_2Si_2O_8$) или боратов (бура $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, ашарит $MgBO_2(OH)$).



БОР



БОР

В природе бор находится в виде двух изотопов ^{10}B (19,8%) и ^{11}B (80,2 %).

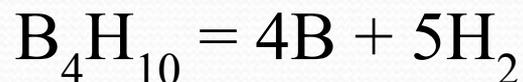
Простое вещество бор имеет несколько модификаций, все они построены из соединенных разным образом группировок атомов бора, представляющих собой икосаэдр B_{12} .

Кристаллы бора серовато-черного цвета (очень чистые — бесцветны) и весьма тугоплавки. Кристаллический бор — полупроводник. По твердости бор среди простых веществ занимает второе (после алмаза) место.

БОР

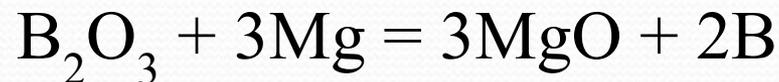
Получение

1. Наиболее чистый бор получают пиролизом бороводородов:



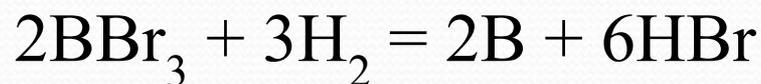
Такой бор используется для производства полупроводниковых материалов и тонких химических синтезов.

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



БОР

3. Термическое разложение паров бромиды бора на раскаленной (1000—1200 °С) вольфрамовой проволоке в присутствии водорода (метод Ван-Аркеля):



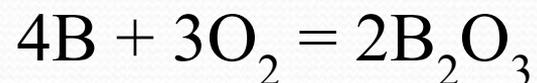
Химические свойства

1. Химический бор довольно инертен и при комнатной температуре взаимодействует только со фтором:



БОР

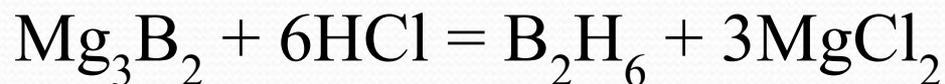
2. При нагревании бор сгорает с большим выделением теплоты, образуется прочный оксид B_2O_3 :



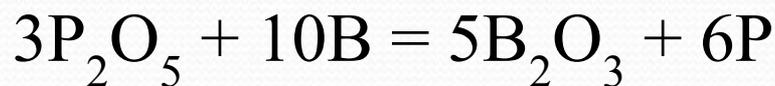
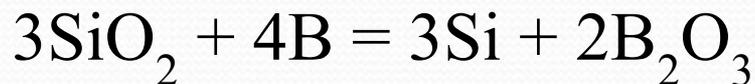
3. При нагревании бор реагирует с другими галогенами с образованием галогенидов, с азотом образует нитрид бора BN , с фосфором - фосфид BP , с углеродом - карбиды различного состава: B_4C , $B_{12}C_3$, $B_{13}C_2$.

БОР

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



4. При сильном нагревании бор проявляет восстановительные свойства:



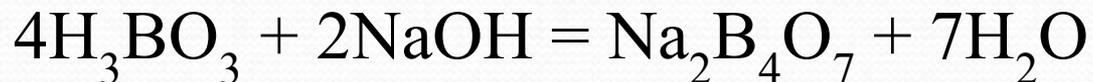
БОР

5. 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 анион BO_3^{3-}), а тетрабораты:



БОР

Применение: бор находит применение в виде добавки при получении коррозионно-устойчивых и жаропрочных сплавов. Поверхностное насыщение стальных деталей бором (борирование) повышает их механические и антикоррозийные свойства. Карбиды бора (B_4C и $B_{13}C_2$) обладают высокой твердостью, это хорошие абразивные материалы. Ранее их широко использовали для изготовления сверл, применяемых зубными врачами (отсюда название бормашина).

Бор служит упрочняющим веществом многих композиционных материалов. Сам бор и его соединения (нитрид BN и другие) используются как полупроводниковые материалы и диэлектрики. Газообразный BF_3 используют в счетчиках тепловых нейтронов.

АЛЮМИНИЙ

Впервые алюминий был получен датским физиком Хансом Эрстедом в 1825г. действием амальгамы калия на хлорид алюминия с последующей отгонкой ртути. Название элемента образовано от лат. *alumen* — квасцы.

До развития промышленного электролитического способа получения алюминия этот металл был дороже золота. В 1889 году британцы, желая почтить богатым подарком великого русского химика Д. И. Менделеева, подарили ему аналитические весы, у которых чашки были изготовлены из золота и алюминия.

АЛЮМИНИЙ

Природный алюминий состоит практически полностью из единственного стабильного изотопа ^{27}Al с ничтожными следами ^{26}Al , наиболее долгоживущего радиоактивного изотопа с периодом полураспада 720 тыс. лет, образующегося в атмосфере при расщеплении ядер аргона ^{40}Ar протонами космических лучей с высокими энергиями.

АЛЮМИНИЙ

Нахождение в природе

Алюминий — самый распространенный металл в природе, и 3-й по распространенности среди всех элементов (после кислорода и кремния).

Массовая концентрация алюминия в земной коре, по данным различных исследователей, оценивается от 7,45 до 8,14 %.

АЛЮМИНИЙ

Нахождение в природе

Бокситы – $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (с примесями SiO_2 , Fe_2O_3 , CaCO_3).

Нефелины – $\text{KNa}_3[\text{AlSiO}_4]_4$.

Алуниты - $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3$.

Глиноземы - смеси каолинов с песком SiO_2 , известняком CaCO_3 , магнезитом MgCO_3 .

Полевые шпаты — $(\text{K,Na})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$, $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$

Каолинит — $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Берилл (изумруд, аквамарин) — $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$

Хризоберилл (александрит) — BeAl_2O_4 .

АЛЮМИНИЙ

Корунд Al_2O_3

Красный корунд (примесь хрома) называют рубином, синий корунд (примесь титана и железа) называют сапфиром.



АЛЮМИНИЙ

Физические свойства

Серебристо-белый металл, ($\rho=2,7 \text{ г/см}^3$), пластичный, высокая тепло- и электропроводность, $t^{\circ}\text{пл.} = 660^{\circ}\text{C}$.

Алюминий образует сплавы почти со всеми металлами. Наиболее известны сплавы с медью и магнием (дюралюминий) и кремнием (силумин).

АЛЮМИНИЙ

Получение

Современный метод получения, процесс Холла — Эру, был разработан независимо американцем Чарльзом Холлом и французом Полем Эру в 1886г. Он заключается в растворении оксида алюминия Al_2O_3 в расплаве криолита Na_3AlF_6 с последующим электролизом с использованием расходуемых коксовых или графитовых анодных электродов. Такой метод получения требует очень больших затрат электроэнергии и поэтому получил промышленное применение только в XX веке:



АЛЮМИНИЙ

Получение

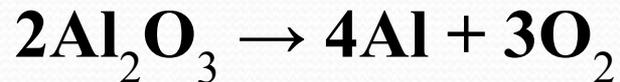
На катоде происходит восстановление ионов алюминия:



На аноде происходит окисление алюминат-ионов:



Суммарное уравнение электролиза расплава оксида алюминия:



АЛЮМИНИЙ

Химические свойства

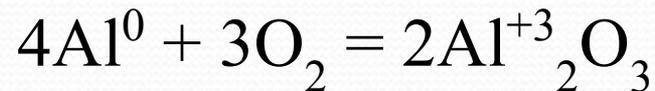
Al – покрыт тонкой и прочной оксидной пленкой (не реагирует с $\text{H}_2\text{O}(t^\circ)$; O_2 , HNO_3 (без нагревания)).

Благодаря этому Al практически не подвержен коррозии и потому широко востребован современной промышленностью. Однако при разрушении оксидной плёнки (например, при контакте с растворами солей аммония NH_4^+ , горячими щелочами или в результате амальгамирования), Al выступает как активный металл-восстановитель. Не допустить образования оксидной плёнки можно, добавляя к алюминию такие металлы, как галлий, индий или олово.

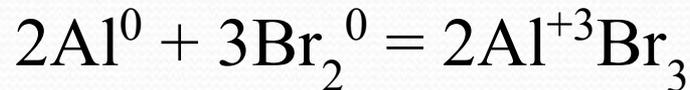
АЛЮМИНИЙ

Легко реагирует *с простыми веществами*.

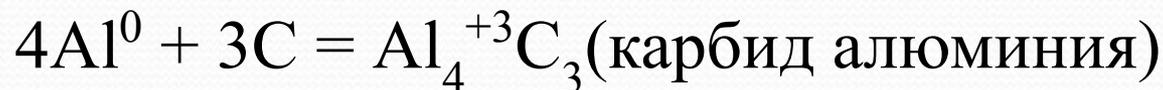
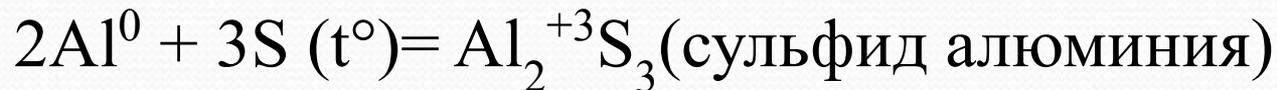
1. С кислородом:



2. С галогенами:

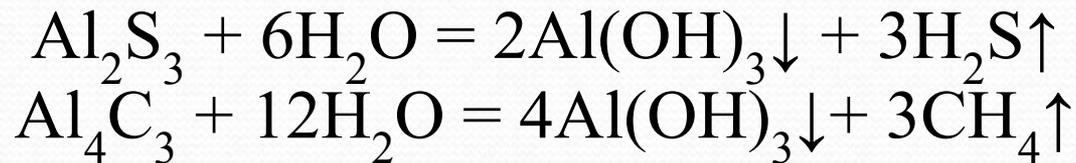


3. С другими неметаллами (серой, азотом, углеродом) реагирует при нагревании:



АЛЮМИНИЙ

Сульфид и карбид алюминия полностью гидролизуются:



Со сложными веществами:

4. С водой (после удаления защитной оксидной пленки):

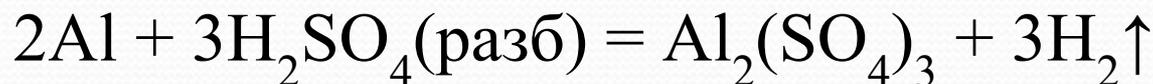
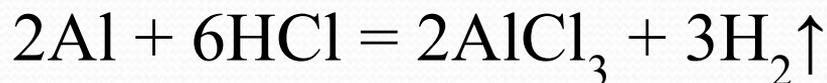


АЛЮМИНИЙ

5. Со щелочами:



6. Легко растворяется в соляной и разбавленной серной кислотах:

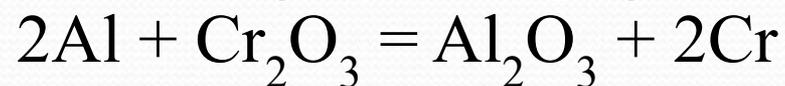
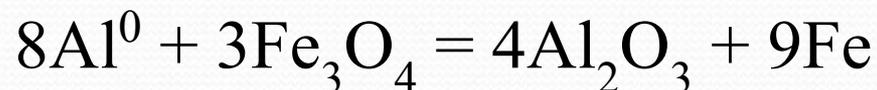


При нагревании растворяется в кислотах - окислителях:



АЛЮМИНИЙ

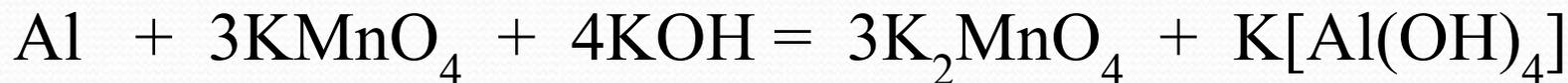
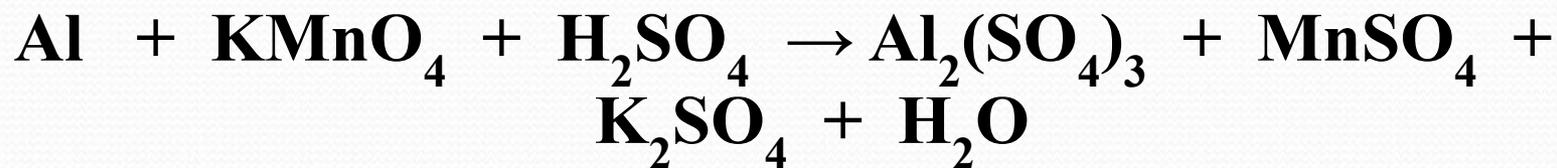
7. Восстанавливает металлы из их оксидов (алюминотермия):



8. Восстановительные свойства алюминия также проявляются при взаимодействии его с сильными окислителями: пероксидом натрия, нитратами и нитритами в щелочной среде, перманганатами, соединениями хрома (VI):



АЛЮМИНИЙ



АЛЮМИНИЙ

Применение

Еще Д.И.Менделеев писал, что «металлический алюминий, обладая большою легкостью и прочностью и малою изменчивостью на воздухе, очень пригоден для некоторых изделий». Алюминий – один из самых распространенных и дешевых металлов. Без него трудно представить себе современную жизнь. Недаром алюминий называют металлом 20 века. Он хорошо поддается обработке: ковке, штамповке, прокату, волочению, прессованию.

АЛЮМИНИЙ

Применение

Чистый алюминий – довольно мягкий металл; из него делают электрические провода, детали конструкций, фольгу для пищевых продуктов, кухонную утварь и «серебряную» краску.

Основа легких и прочных сплавов. Используется для получения ряда металлов алюминиотермией.

Этот красивый и легкий металл широко используют в строительстве и авиационной технике.

Алюминий очень хорошо отражает свет. Поэтому его используют для изготовления зеркал – методом напыления металла в вакууме.

АЛЮМИНИЙ

В авиа- и машиностроении, при изготовлении строительных конструкций, используют значительно более твердые сплавы алюминия. Один из самых известных – сплав алюминия с медью и магнием (дуралюмин, или просто «дюраль»); название происходит от немецкого города Дюрена). Этот сплав после закалки приобретает особую твердость и становится примерно в 7 раз прочнее чистого алюминия. В то же время он почти втрое легче железа. Его получают, сплавляя алюминий с небольшими добавками меди, магния, марганца, кремния и железа. Широко распространены силумины – литейные сплавы алюминия с кремнием. Производятся также высокопрочные, криогенные (устойчивые к морозам) и жаропрочные сплавы. На изделия из алюминиевых сплавов легко наносятся защитные и декоративные покрытия.

АЛЮМИНИЙ

В настоящее время четвертая часть всего алюминия идет на нужды строительства, столько же потребляет транспортное машиностроение, примерно 17% часть расходуется на упаковочные материалы и консервные банки, 10% – в электротехнике.

Алюминий нашел также практическое применение в качестве ракетного топлива. Для полного сжигания 1 кг алюминия требуется почти вчетверо меньше кислорода, чем для 1 кг керосина. Кроме того, алюминий может окисляться не только свободным кислородом, но и связанным, входящим в состав воды или углекислого газа.

АЛЮМИНИЙ

Широкое применение находят и соединения алюминия.

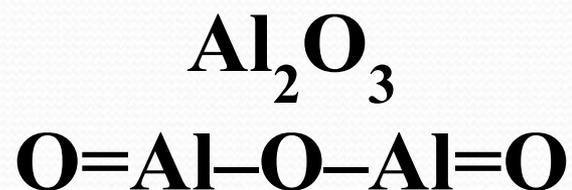
Сульфат алюминия применяют для очистки воды; реагируя с содержащимся в ней гидрокарбонатом кальция:



он образует хлопья оксида-гидроксида, которые, оседая, захватывают, а также сорбируют на поверхности находящиеся в воде взвешенные примеси и даже микроорганизмы.

Кроме того, сульфат алюминия применяют как протраву при крашении тканей, для дубления кожи, консервирования древесины, проклеивания бумаги.

ОКСИД АЛЮМИНИЯ

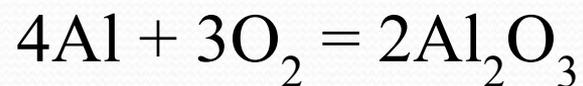


Глинозем, корунд, окрашенный – рубин (красный), сапфир (синий).

Твердое тугоплавкое ($t^{\circ}\text{пл.}=2050^{\circ}\text{C}$) вещество; существует в нескольких кристаллических модификациях ($\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$, $\gamma - \text{Al}_2\text{O}_3$).

ОКСИД АЛЮМИНИЯ

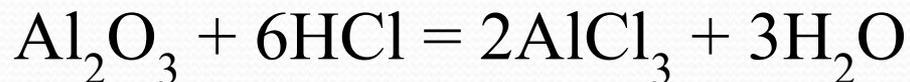
Получение



Амфотерный оксид с преобладанием основных свойств; с водой не реагирует.

1. Реагирует с кислотами и растворами щелочей:

Как основной оксид:

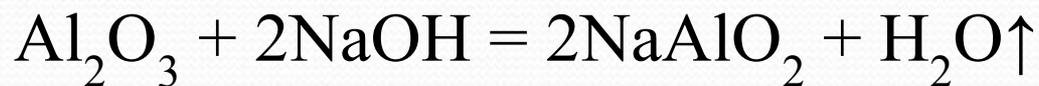
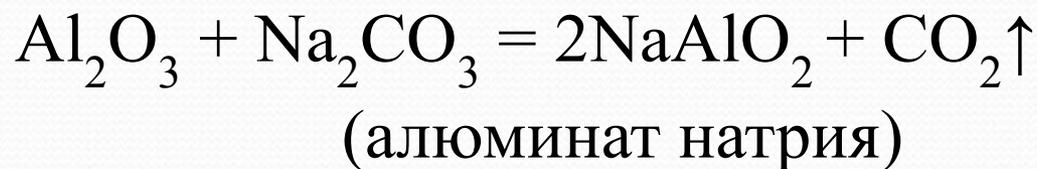


Как кислотный оксид:



ОКСИД АЛЮМИНИЯ

2. Сплавляется со щелочами или карбонатами щелочных металлов:

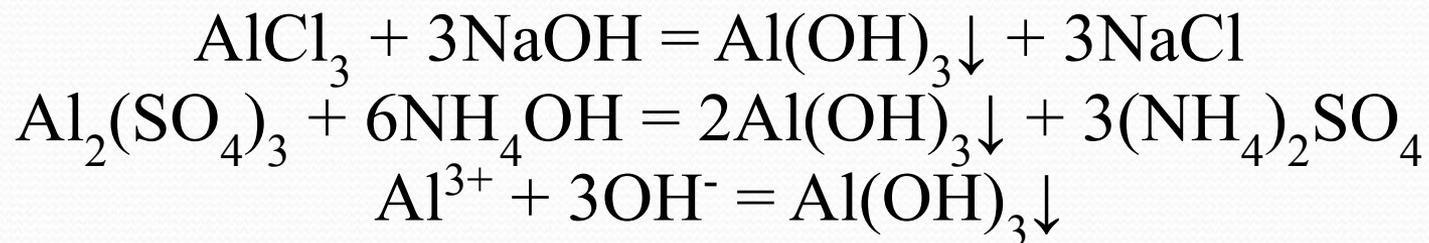


ГИДРОКСИД АЛЮМИНИЯ



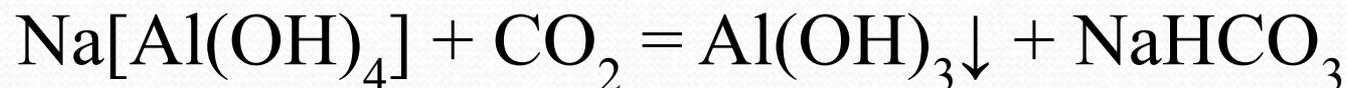
Получение

1. Осаждением из растворов солей щелочами или гидроксидом аммония:



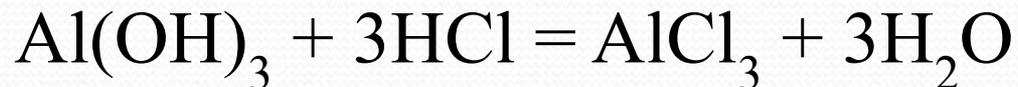
ГИДРОКСИД АЛЮМИНИЯ

2. Слабым подкислением растворов алюминатов:



Амфотерный гидроксид:

Как основание:



Как кислота:

