

Металлы *p*-семейства

Al, Sn, Pb, Bi

Автор: к.х.н., доцент

Мартынова Т.В.

Электронное строение

Металл	Валентные e ⁻	Проявляемые СО	Координационные числа
Al	$3s^2p^1$	+3	4, 6
Sn	$5s^2p^2$	+2, +4	4, 6
Pb	$6s^2p^2$	+2, +4	4, 6
Bi	$6s^2p^3$	+3, +5	3

Нахождение в природе, получение

Металл	Природные минералы	Получение
Al	<p>Бокситы содержат 32-60% Al_2O_3 (глинозема)</p> <p>Анулит $-K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$</p> <p>Нефелин – $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_3$</p>	<p>Электролиз расплава смеси $Na_3[AlF_6]$ -криолита и 10% Al_2O_3 при $950^\circ C$ и 4,5 В.</p>
Sn	<p>Оловянный камень – SnO_2</p>	$SnO_2 + 2C = 2CO + Sn$
Pb	<p>Свинцовый блеск - PbS</p>	$PbS + 3O_2 = 2PbO + 2SO_2$ $PbO + C = Pb + CO$
Bi	<p>Висмутовая охра - Bi_2O_3</p> <p>Висмутовый блеск – Bi_2S_3</p>	$Bi_2O_3 + 3C = 2Bi + 3CO$ $2Bi_2S_3 + 9O_2 = 2Bi_2O_3 + 6SO_2$

Физические и химические свойства

Металл	Физические свойства металла	Хим. активность при стандартных условиях
Al	Серебристо-белый легкий, вытягивается в проволоку, прокатывается в фольгу.	Инертен, т.к. покрыт тонкой защитной пленкой оксида.
Sn	Серебристо-белый мягкий, прокатывается в фольгу (станиоль). Модификации олова: белое(при $t > 13^{\circ}\text{C}$), серое($< 13,2^{\circ}\text{C}$)	Не окисляется на воздухе, не реагирует с водой и медленно с разбавл. кислотами
Pb	Голубовато-белый тяжелый, очень мягкий, режется ножом.	На воздухе покрыт тонким защитным слоем оксида.
Bi	Блестящий красновато-белый хрупкий, $\rho = 9,8 \text{ г/см}^2$.	Не окисляется O_2 воздуха и кислотами-неокислителями.

Химические свойства

Me	с O ₂ (прокаливание), с H ₂ O	кислотами	щелочами
Al	$4Al+3O_2=2Al_2O_3$ $2Al$ (без пленки) + $6H_2O$ $=2Al(OH)_3+3H_2$	$2Al+6HCl=2AlCl_3+H_2$ Пассивация в HNO ₃	$2Al+2NaOH+6H_2O$ $=2Na[Al(OH)_4]+3H_2$
Sn	$Sn+O_2=SnO_2$ при ($t^0 > t^0_{пл}$) -	$Sn+2HCl_k=SnCl_2+H_2$ $Sn+4H_2SO_{4(к)}=Sn(SO_4)_2$ $+2SO_2+4H_2O$ $Sn+4HNO_{3к}=4NO_2+H_2O$ $+H_2SnO_3 \downarrow$ (β-оловянная к-та)	$Sn+2NaOH_{кр} \stackrel{t}{=} H_2+$ Na_2SnO_2 (станнит натрия) $Na_2SnO_2+2H_2O$ $=Na_2[Sn(OH)_4]$
Pb	$2Pb+O_2 \stackrel{t}{=} 2PbO$ $2Pb+O_2+2H_2O=2Pb(OH)_2$	$Pb + 2CH_3COOH$ $=Pb(CH_3COOH)_2 + H_2 \uparrow,$ $Pb+4HNO_{3к}=2NO_2+$ $Pb(NO_3)_2+2H_2O$	$Pb+4KOH+2H_2O=$ $H_2+K_4[Pb(OH)_6]$ (гидроксоплюмбит)
Bi	$4Bi+3O_2=2Bi_2O_3$	Только с кислотами-окислителями: $Bi+4HNO_{3р}=Bi(NO_3)_3+NO+2H_2O$ $2Bi+6H_2SO_{4к} \stackrel{t}{=} Bi_2(SO_4)_3+3SO_2+6H_2O$	-

Применение алюминия

- Производство на основе Al легких, прочных, коррозионностойких сплавов, применяемых в авио-, авто-, судо-, ракетостроении:
- Дуралюмины (содержат добавки Cu и Mg)
- Силумины (добавка – Si)
- Магналий (9,5-11,5% Mg)
- Из чистого Al изготавливают хим.аппаратуру, провода, конденсаторы. Используют для алитирования и получения металлов методом алюмотермии.

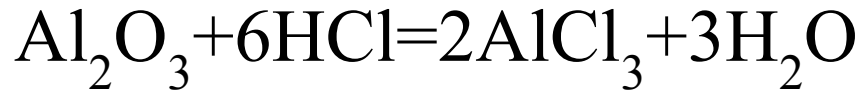
Применение олова, свинца, висмута

Sn	Получение сплавов: <i>бронзы</i> (с Cu); <i>оловянные баббиты</i> (с Sb, Cu) - подшипниковые сплавы обладают высокими антифрикционными свойствами; <i>припой</i> (с Pb) – для пайки.
Pb	Оболочки кабелей, пластины аккумуляторов, кожухи башен и змеевики холодильников на сернокислотных заводах; боеприпасы, защита от радиации. Входит в состав сплавов.
Bi	Теплоноситель в ядерных реакторах; легкоплавкий сплав с Pb, Sn, Cd, применяемый в автоматических огнетушителях и в качестве припоя (сплавляет металл со стеклом).

Соединения алюминия

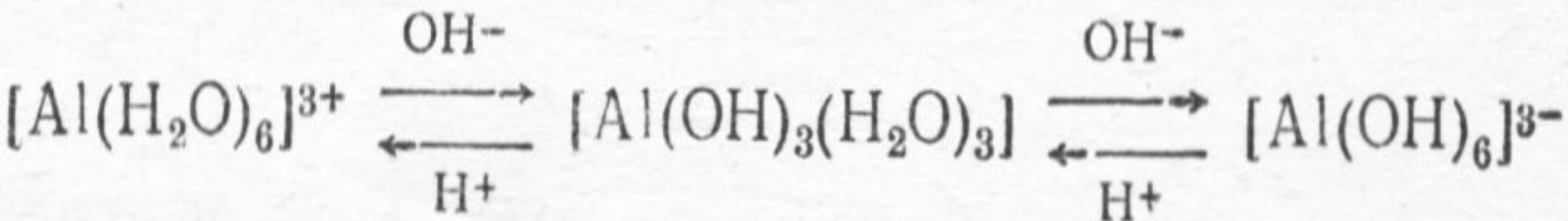
- Гидрид алюминия: AlH_3
- Полимер $(\text{AlH}_3)_n$, твердое вещество.
- Получение: $\text{AlCl}_3 + 3\text{LiH} = \text{AlH}_3 + 3\text{LiCl}$
 $\text{AlCl}_3 + 4\text{LiH} = \text{Li}[\text{AlH}_4] + 3\text{LiCl}$
тетрагидроалюминат лития
- $\text{Li}[\text{AlH}_4]$ – сильный восстановитель:
 $\text{Li}[\text{AlH}_4] + 4\text{H}_2\text{O} = \text{LiOH} + \text{Al}(\text{OH})_3 + 4\text{H}_2$

- Оксид алюминия: Al_2O_3 - очень твердое, тугоплавкое, химически стойкое амфотерное соединение разрушается при длительном нагревании с кислотой или щелочью:



- В кристаллическом виде – корунд. Мелкозернистый с примесями – наждак. Окрашенный корунд – рубины, сапфиры. Искусственные рубины – квантовые генераторы лазеров.

- Гидроксид алюминия: $\text{Al}(\text{OH})_3$ – студенистый нерастворимый амфотерный осадок.



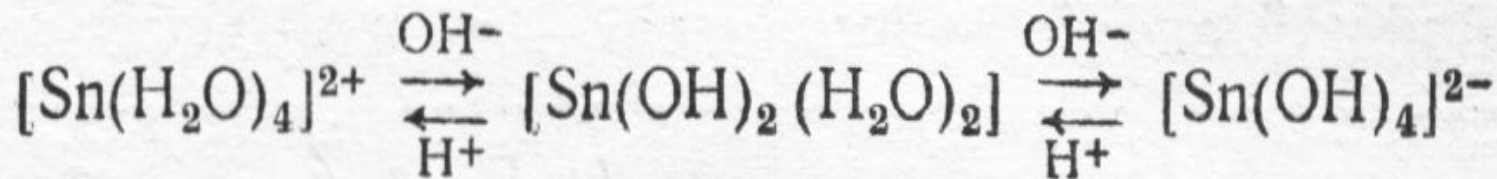
Соли

AlCl_3	<p>Получение:</p> $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{AlCl}_3.$	<p>Используется как катализатор в органическом синтезе.</p>
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	$\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{горячая})} = 3\text{H}_2\text{O} + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ <p>Полный гидролиз солей слабых кислот:</p> $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$	<p>Очистка воды, производство отдельных сортов бумаги</p>
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	<p>Гидролиз с образованием мелкодисперсного $\text{Al}(\text{OH})_3$</p>	<p>Дубление кож, окраска х/б тканей.</p>

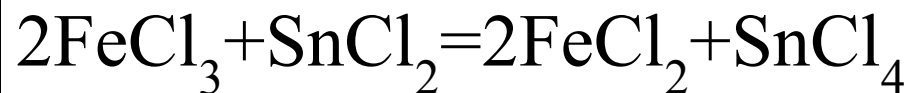
Соединения олова

(-4): SnH_4 – гидрид олова – бесцветный, очень ядовитый газ разлагается при комнатной t на Sn и H_2 .

(+2): SnO – оксид олова(II). Sn(OH)_2 – гидроксид олова(II) – амфотерные соединения:



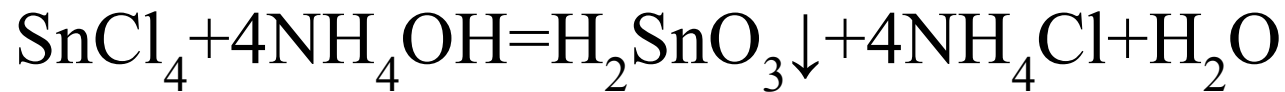
$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – хлорид олова (II) – восстановитель:



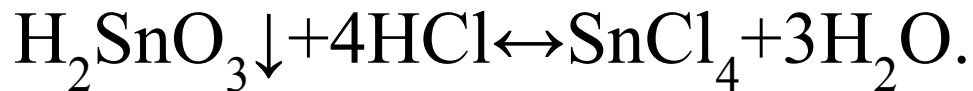
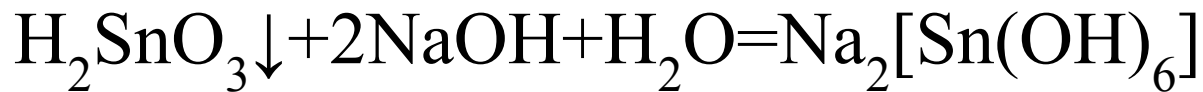
(+4): **SnO₂** –оксид олова (IV). Встречается в природе, получается при сжигании олова на воздухе: $\text{Sn} + \text{O}_2 = \text{SnO}_2$
Применяется для приготовления белых глазурей и эмалей.

H₂SnO₃- оловянные кислоты:

α - оловянная кислота получается:



Растворяется в щелочах и кислотах:

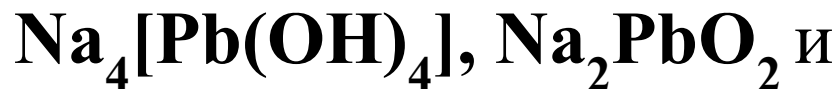


При хранении в растворе превращается в β-оловянную кислоту, которая не растворяется ни в кислотах ни в щелочах. Получается при действии HNO₃ на олово.

SnS₂ –сульфид олова (IV) – «сусальное золото».

Соединения свинца

- (+2): **PbO** – оксид свинца(II) - желтый порошок, применяется в аккумуляторах, в производстве стекла.
- **Pb(OH)₂** – гидроксид свинца(II) обладает амфотерными свойствами, образует два ряда солей:



которым не характерны восстановительные свойства.

- (+4): **PbO₂** - оксид свинца(IV), амфотерный с преобладанием кислотных свойств, сильный окислитель. При сплавлении образует п्लомбаты: **CaPbO₃**.

Соединения висмута

- (-3) BiH_3 – висмутин разлагается при комнатной температуре.
- (+3) Bi_2O_3 – имеет основной характер.
 $\text{Bi}(\text{OH})_3$ – очень слабое основание, его соли сильно гидролизуются:
$$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{BiONO}_3 + 2\text{HNO}_3$$

(нитрат висмутила)
- (+5) KBiO_3 – висмутат калия, соль не выделенной в свободном виде висмутовой кислоты, очень сильный окислитель.