

Электрохимический ряд
напряжений

МЕТАЛЛОВ

Электрохимический ряд напряжений металлов

Уменьшение восстановительных

свойств

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Ag Hg Pt Au

-ē

-3,02 -2,91 -2,84 -2,38 -1,05 -0,74 -0,40 -0,23 -0,13 +0,34 +0,85 +1,50

-2,93 -2,89 -2,71 -1,66 -0,76 -0,44 -0,28 -0,14 0,00 +0,80 +1,20

+ + 2+ 2+ 2+ + 2+ 3+ 2+ 2+ 3+ 2+ 2+ 2+ 2+ 2+ 2+ + 2+ + 2+ 2+ 3+

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (2H) Cu Ag Hg Pt Au

+ē

Усиление окислительных
свойств

Металлы

Внешний вид и условия хранения

Нахождение в природе

Получение металлов

Химические свойства металлов

Соединения металлов

Оксиды

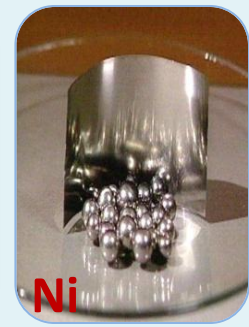
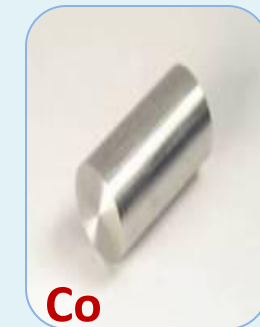
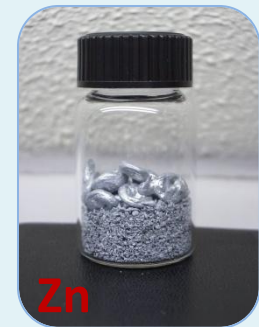
Гидроксиды

Соли

Проверь себя

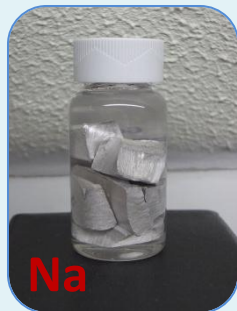
Внешний вид и условия хранения

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Hg Ag Pt Au



Внешний вид и условия хранения

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Hg Ag Pt Au



Na

Хранят только в плотно закрытых сосудах под керосином



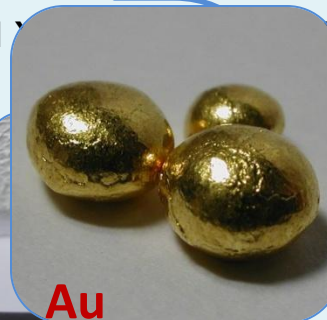
Al

□ Какова роль Me?



Ag

Zn



Au

Cu

Хранят в любых сосудах

Объясните процессы, происходящие с литием.
Хранят в плотно закрытых сосудах

Нахождение в природе

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al

Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Hg

Ag Pt Au

Активные

Средней активности

Благородные

Пирит FeS₂

Халькопирит CuFeS₂

Киноварь HgS



Медный колчедан
Стронция

МАГНЕТИТ

ГЕМАТИТ



Корунд



красный железняк Fe₂O₃



магнитный железняк Fe₃O₄

ПИРИТ

СИДЕРИТ



медный блеск Cu₂S



Гипс

а, золото



Рубин



Сапфир

Найдите одинаковые руды

Каковы химические формулы руд активных Me?

Получение металлов

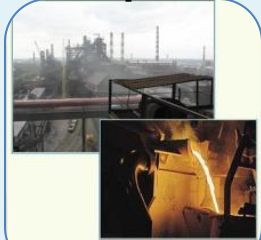
Уменьшение восстановительных свойств

	Li	K	Ba	Sr	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Cd	Co	Ni	Sn	Pb	(H ₂)	Cu	Ag	Hg	Pt	Au	
-ē	-3,02	-2,91	-2,84	-2,38	-1,05	-0,74	-0,40	-0,23	-0,13	+0,34	+0,85	+1,50												
	-2,93	-2,89	-2,71	-1,66	-0,76	-0,44	-0,28	-0,14	0,00	+0,80	+1,20													
	+	+	2+	2+	2+	+	2+	3+	2+	2+	3+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	+	2+	+	2+	2+	3+	
+ē	Li	K	Ba	Sr	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Cd	Co	Ni	Sn	Pb	(2H)	Cu	Ag	Hg	Pt	Au	

Усиление окислительных свойств

Металлургия – это наука о промышленных способах получения металлов из руд и одновременно – это отрасль промышленности

Черная



Металлургический комбинат

Производство Fe и его сплавов

Цветная



Производство алюминия

Производство всех остальных Me и сплавов

Любой металлургический процесс – это процесс восстановления ионов металла с помощью различных восстановителей

восстановления ионов металла с помощью различных восстановителей



Получение металлов

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al

Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Hg

Ag Pt Au

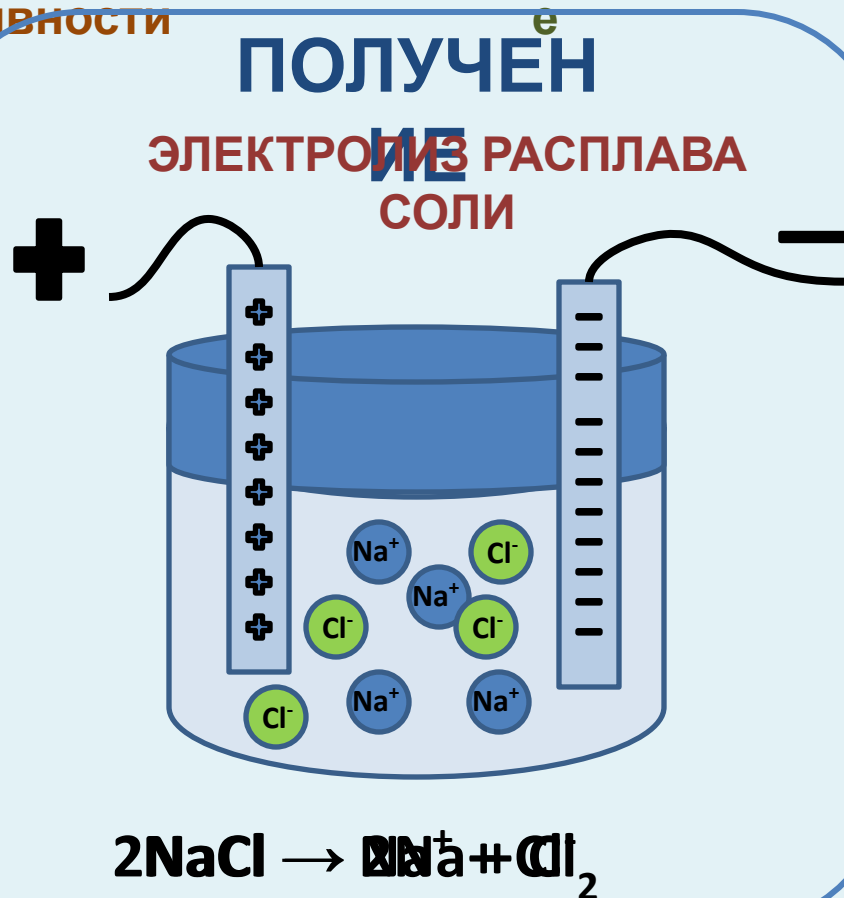
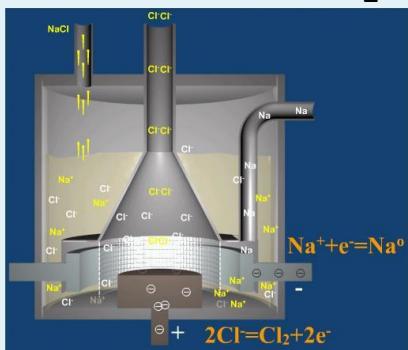
Активные получают
пирометаллургическим
способом

Средней
активности

Благородны^e

Электрометаллургия – это способ получения металлов с помощью электрического тока – электролиза. Так получают в основном активные металлы из расплавов оксидов, гидроксидов, солей.

Получение Na, K
Электролиз расплава
 $2\text{NaCl} = 2\text{Na} + \text{Cl}_2$



Интерактивная схема электролиза взята из презентации Гальцевой О.Н., учителя химии МОУ «Аннинская СОШ №1», пос. Аша, Верхнеуральской обл.

Получение металлов

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al

Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H_2) Cu Hg

Ag Pt Au

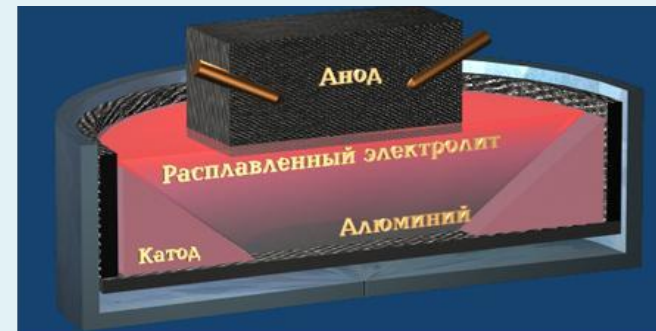
Активные получают
пирометаллургическим

Средней
активности

Благородны
е

способом
Электрометаллургия – это способ получения металлов с помощью электрического тока – электролиза. Так получают в основном активные металлы из расплавов оксидов, гидроксидов, солей.

Получение Al электролизом



Электролизер для получения Al

$T 950^\circ C$, Al_2O_3 в расплаве криолита (Na_3AlF_6); на катоде: $Al^{3+} + 3e = Al^0$

На угольном аноде (расходуется в процессе электролиза): $O^{2-} - 2e = O^0$;

$C + O = CO \uparrow$; $2CO + O_2 = 2CO_2 \uparrow$;

Получение металлов

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al

Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Hg

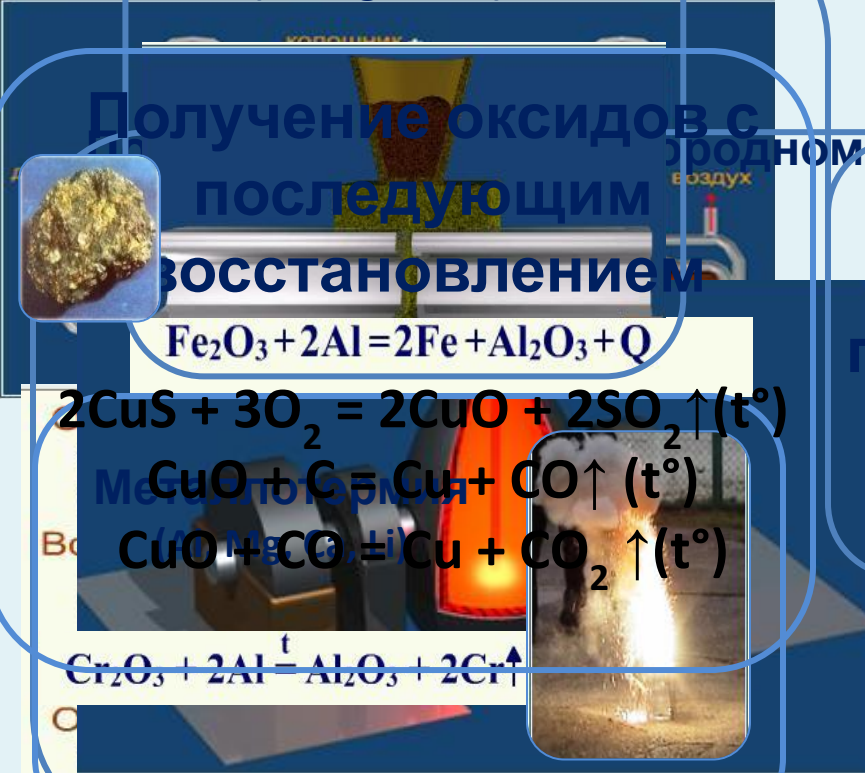
Ag Pt Au

Активные

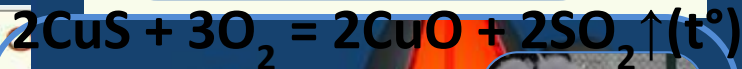
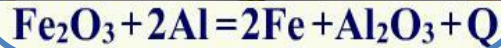
Средней активности получают пирометаллургическим способом

Благородные добывают

Металлотермия
Доменный процесс
(Al, Mg, Ca, Li)



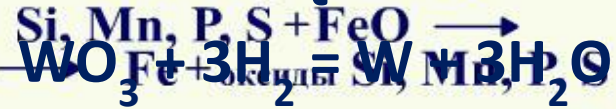
Получение оксидов с последующим восстановлением



Пирометаллургия – это

восстановление металлов из руд при высоких температурах с помощью различных восстановителей

Окисление примесей и частичное восстановление - водородотермия (H₂ при t°)



Превращение окисленных примесей в шлак.



Раскисление железа:



Li K Ba Sr Ca Na Mg Al

Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H_2) Cu Hg

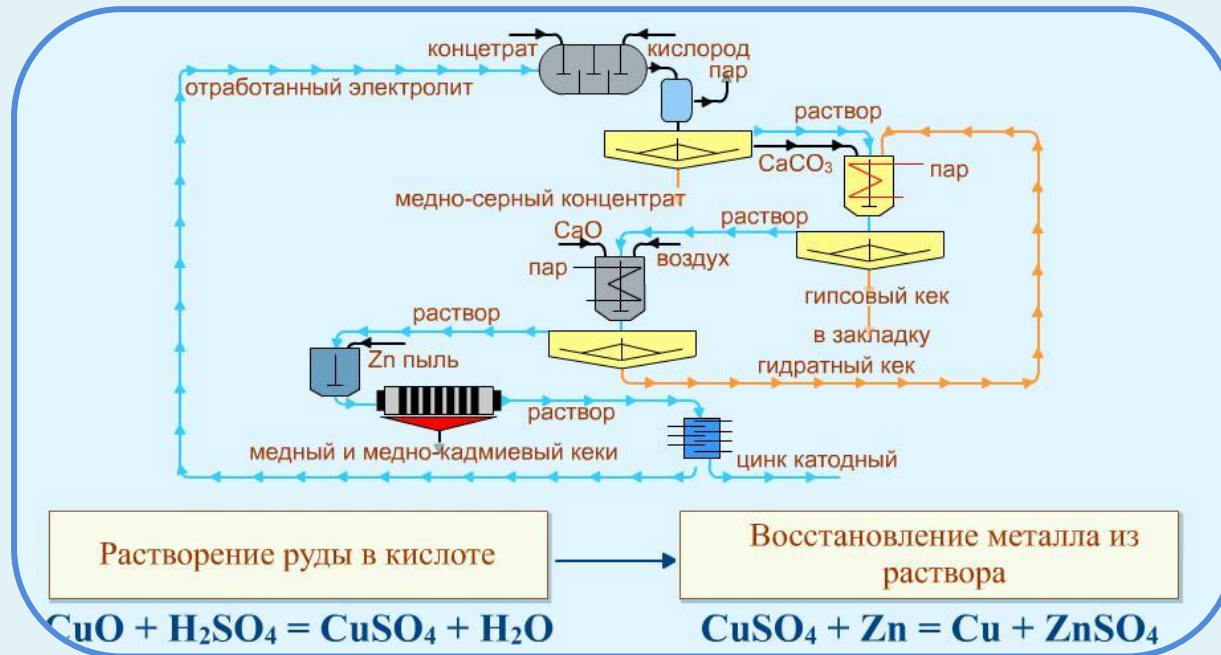
Ag Pt Au

Активные
е

Средней активности получают пирро- или гидрометаллургическим способом

Благородные добывают

Гидрометаллургия – это получение металлов из растворов их солей электролизом или вытеснение более активным металлом.



Химические свойства металлов

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Hg Ag Pt Au

Окисляются при комнатной температуре	При комн. t° окисл. только с поверх.	Окисляются только при нагревании	При t° не окисляются
При обычных условиях взаимодействуют с водой с образованием щелочи и H ₂ ↑	С водой взаимодействуют только при нагревании с образованием оксида и H ₂ ↑ Помни! $2Al + 6HON \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3H_2\uparrow$ (если снять оксидную пленку)		С водой не взаимодействуют

Коррозионная устойчивость чистых металлов усиливается →

Из растворов кислот вытесняют водород (исключение HNO ₃) Помни! Щелочные и щелочноземельные металлы в водных растворах взаимодействуют прежде всего с H ₂ O	Из растворов кислот не вытесняют водород
Взаимодействуют с серной кислотой (конц.) . В зависимости от условий и восстановительных свойств Me образуются SO ₂ , S, H ₂ S (Fe, Ni и некоторые металлы в H ₂ SO ₄ (конц.) на холоду пассивируются).	Не взаимодействуют

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Hg Ag Pt Au

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Hg Ag Pt Au

Взаимодействуют с разбавленной и концентрированной **азотной кислотой** и в зависимости от условий, восстановительных свойств металлов, концентрации кислоты образуются N₂, N₂O, NO, N₂O₃, NO₂ и NH₃ (NH₄NO₃). Al, Fe, Cr в концентрированной азотной кислоте пассивируются.

С HNO₃ не реагируют

С разбавленной H₂SO₄ взаимодействуют с образованием H₂

С раствором H₂SO₄ не реагируют

С HCl взаимодействуют с образованием H₂

С HCl не реагируют

Каждый впереди стоящий металл вытесняет все последующие металлы из растворов и расплавов их солей

При **электролизе** сначала изменяется тот катион, металл которого находится правее в электрохимическом ряду напряжений металлов

Примечание: среди закономерностей, связывающих ряд напряжений металлов и химические свойства Me и их соединений, есть исключения из правил. Будьте внимательны, обратитесь к теории!

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Hg Ag Pt Au

Соединения металлов

Главная

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Hg Ag Pt Au

Растворяются в H ₂ O с образованием щелочей	Оксиды не растворяются в воде	Оксиды
	При нагревании оксиды не разлагаются	При t° разлагаются
Гидроксиды растворяются в воде	Гидроксиды Гидроксиды не растворяются в воде	Гидроксиды разлагаются в воде
Гидроксиды при t° не разлагаются	Гидроксиды при t° разлагаются на воду и оксиды	При t° разлагаются
Нитраты при t° разлагаются на нитриты и O ₂	Соли Нитраты при t° разлагаются на оксид, NO ₂ и O ₂	на Me, NO ₂ и O ₂
Соли, образованные сильными кислотами не гидролизуются	Гидролиз солей Соли, образованные сильными кислотами, гидролизуются с образованием кислой среды	
Соли, образованные слабыми кислотами гидролизуются (среда щелочная).	Существующие и растворимые соли, образованные слабыми кислотами, гидролизуются полностью	

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Hg Ag Pt Au

Электрохимический ряд напряжений металлов

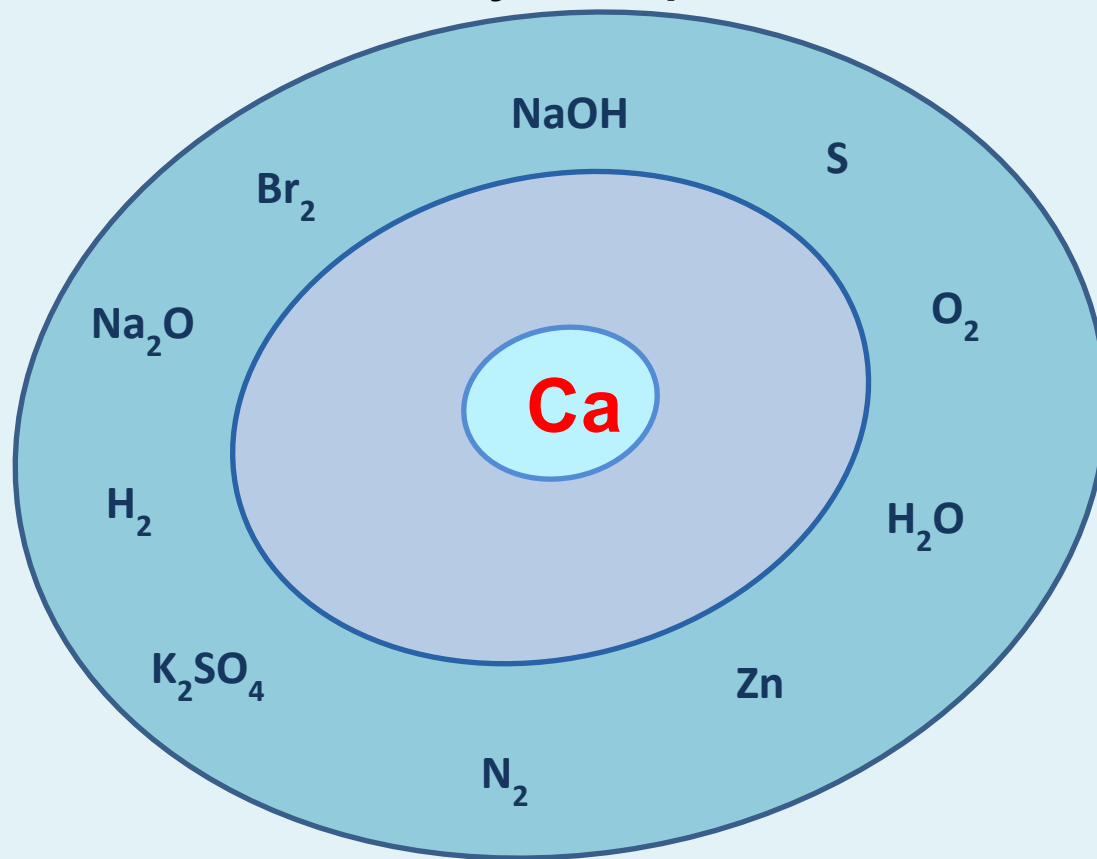
Проверь себя

$\text{Ba} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	+	BaH_2	BaO	Ba(OH)_2	H_2
$\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ}$	+	H_2	Fe(OH)_2	Fe_2O_3	Fe_3O_4
$\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{p}) \rightarrow$	+	H_2S	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	Al_2S_3	H_2
$\text{Zn} + \text{CuSO}_4(\text{p}) \rightarrow$	+	ZnS	Cu	CuO	ZnSO_4
$\text{Fe} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ}$			Fe_2O_3	Fe_3O_4	FeO
$\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow$			NaO_2	Na_2O	Na_2O_2

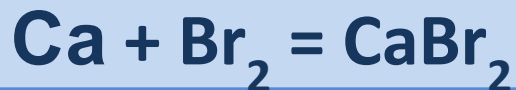
Проверь себя

Тренажер «Химические свойства металлов»

Укажите, какие из предложенных веществ реагируют с кальцием и напишите уравнения соответствующих реакций.



Проверка



Электрохимический ряд напряжений металлов

Проверь себя

Теоретические тесты с выбором ответа

1. Коэффициент перед формулой восстановителя в реакции, схема которой
$$\text{Ca} + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$$

а) 5; б) 10; в) 1; г) 12;
2. Коэффициент перед формулой окислителя в реакции, схема которой
$$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$$

а) 1; б) 2; в) 4; г) 5;
3. В схеме превращений
$$(1) \quad (2) \quad (3) \quad (4)$$
$$\text{Al} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}$$
требуется провести электролиз расплава для осуществления реакции на этапе: а) 4; б) 2; в) 3; г) 4;
4. В схеме превращений из теста 3 требуется провести прокаливание для осуществления реакции на этапе: а) 1; б) 2; в) 3; г) 4;
5. При электролизе раствора NaCl образуются продукты
а) Na; б) NaOH; в) Cl₂; г) H₂; д) HCl;

Проверк

а

С какими из веществ будут реагировать предложенные металлы при нормальных условиях?

Na

NaCl (p-p)

Li₂O

H₂O

K₂SO₄ (p-p)

O₂

SO₂

Mg

Na₂SO₄

FeSO₄ (p-p)

SO₃

H₂SO₄ (p-p)

Ca

NaOH (p-p)

Zn

FeCl₂ (p-p)

HCl

Al₂(SO₃)₃

Al₂S₃

H₂O

SO₂

Cu

H₂SO₄ (конц)

HCl

CaO

O₂

P₂O₅

AgNO₃ (p-p)

ВОПРОС

ОТВЕТ

Главна
я

К можно получить
электролизом

раствора KCl

Ы:

раствора KNO_3

расплава KCl

р-ва смеси KCl и $MgCl_2$

Более сильным
восстановителем,
чем K будет

Li

Sr

Na

Ca

Более сильным
окислителем
будет ион

Cu^{2+}

Li^{1+}

Mg^{2+}

Au^{3+}

Щелочную среду при
гидролизе
образует раствор соли

NaCl

$Al_2(SO_4)_3$

K_2CO_3

Al_2S_3

Роль Al в
алюминотермии

катализатор

восстановитель

ОКИСЛИТЕЛЬ

не знаю

Гидролиз солей – это реакция обменного взаимодействия соли с водой, в результате которой образуется слабый электролит

Гидролиз солей

MA_n

MOH | сильное
HA_n | сильная
нейтральная среда
pH ~ 7
гидролиз не протекает

MOH | сильное
HA_n | слабая
 $A_n^- + H_2O \leftrightarrow OH^- + HA_n$
щелочная среда
pH > 7

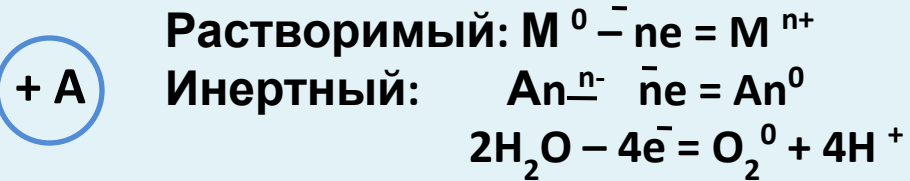
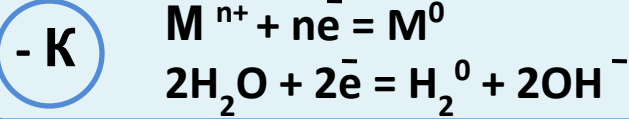
MOH | слабое
HA_n | сильная
 $M^+ + H_2O \leftrightarrow H^+ + MOH$
кислая среда
pH < 7

MOH | слабое
HA_n | слабая
 $M^+ + A_n^- + H_2O \leftrightarrow MOH + HA_n$; *гидролиз идет до конца*
нейтральная среда; слабокислая;
слабощелочная; pH ~ ?

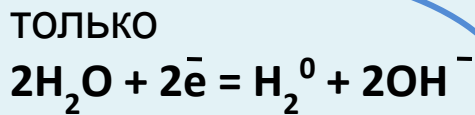


Электролизом называется окислительно-восстановительная реакция, которая протекает на электродах при пропускании через раствор или расплав электролита электрического тока

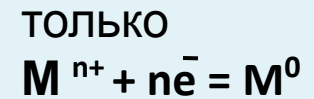
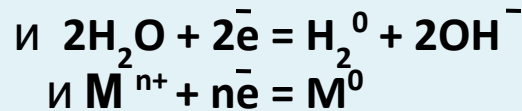
Электролиз
растворов
электролитов
 $MAn \leftrightarrow M^{m+} + An^{n-}$
 H_2O



Последовательность процессов восстановления на катоде

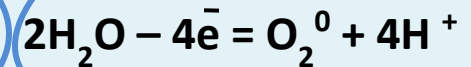
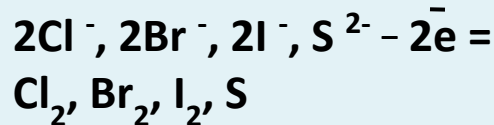


Al



H_2

Последовательность процессов окисления на аноде



Растворимый анод

Нерастворимый анод

Электрохимический ряд напряжений металлов

Главна
я

Уменьшение восстановительных

свойств

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Ag Hg Pt Au

-ē

-3,02 -2,91 -2,84 -2,38 -1,05 -0,74 -0,40 -0,23 -0,13 +0,34 +0,85 +1,50

-2,93 -2,89 -2,71 -1,66 -0,76 -0,44 -0,28 -0,14 0,00 +0,80 +1,20

+ + 2+ 2+ 2+ + 2+ 3+ 2+ 2+ 3+ 2+ 2+ 2+ 2+ 2+ + 2+ + 2+ 2+ 3+

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (2H) Cu Ag Hg Pt Au

+ē

Усиление окислительных

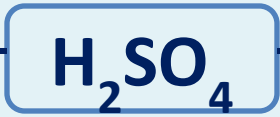
Для систематизации металлов по их способности к растворению в электролите и образованию ионов были измерены их **электродные потенциалы** (по отношению к водороду), и составлен **электрохимический ряд напряжений**.

Окислительно-восстановительные потенциалы объясняют порядок расположения атомов и катионов металлов в электрохимическом ряду и определяют возможность и направление протекания ОВР. Например, окислительно-восстановительный потенциал пары **Fe²⁺/Fe** (-0,44В) меньше, чем пары **Cu²⁺/Cu** (+0,34В). Поэтому железо способно вытеснять медь из раствора, а медь железо нет.

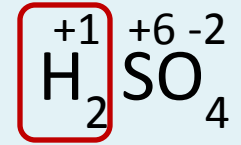
Факторы, определяющие положение металла в электрохимическом ряду напряжений:

1. Строение электронной оболочки: число электронных уровней и число электронов на внешнем слое;
2. Прочность кристаллической решетки металла;
3. Энергия процесса гидратации иона (соединения его с водой).

Помни! Ряд напряжений характеризует лишь способность М к окислительно-восстановительным взаимодействиям в **водных** растворах при стандартных

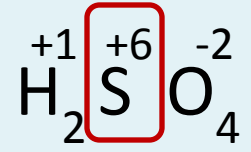


разбавленная

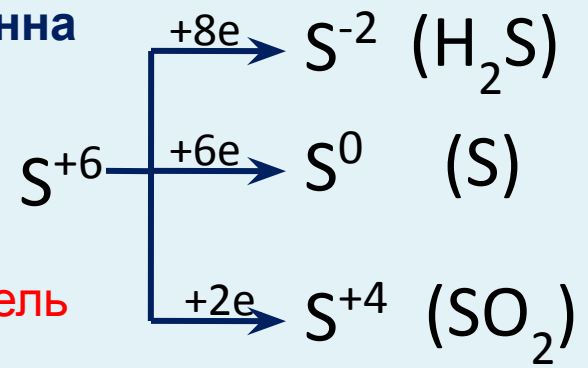


H⁺ - окислитель
 $2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2 \uparrow$

концентрированная



S⁺⁶ - окислитель

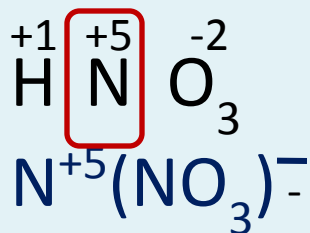


Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Hg Ag Pt Au

<p>В водных р-рах реагируют с H₂O</p>	<p>$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{p}) = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$</p>	<p>$\text{M} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{p}) \neq$</p>
<p>Если H₂SO₄(к), то в зависимости от активности M и условий протекания реакций могут выделяться H₂S, S, SO₂.</p> <p>$\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц. при } t^\circ) = \text{ZnSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$</p> <p>$3\text{Zn} + 4\text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) = 3\text{ZnSO}_4 + \text{S} \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$</p>	<p>Выделяется SO₂</p> <p>$\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{к. при } t^\circ) = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ≠</p>	



5H₂SO₄(конц. при t°) = 4ZnSO₄ + H₂S↑ + 4H₂O
 На холоду **H₂SO₄(к)** пассивирует некоторые металлы
 $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{к.}) \neq$ $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{к.}) \neq$



Так как окислителем в HNO_3 являются ионы NO_3^- , а не ионы H^+ , то при взаимодействии HNO_3 с M практически никогда не выделяется H_2 ; NO_3^- - ионы восстанавливаются тем полнее, чем **более разбавлена** кислота и чем **более активен M**.

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H_2) Cu Hg Ag Pt Au

Взаимодействие азотной кислоты с металлами

Активными (Ca, Mg, Zn)			Средней активности (Fe, Cr, Ni)		Малоактивным и (Pb, Cu, Hg, Ag)		Благор. (Pt, Au) He реагирует
HNO_3 (к)	HNO_3 (р)	HNO_3 (очень разб.)	HNO_3 (к)	HNO_3 (р)	HNO_3 (к)	HNO_3 (р)	
Соль, вода и N_2O	Соль, вода и N_2O или N_2	Соль, вода и NH_3 или NH_4NO_3	He реагирует	Соль, вода и NO_2 или NO , N_2O	Соль, вода и NO_2	Соль, вода и NO	

Примеры реакций:

