

Электрохимический ряд
напряжений
металлов

Электрохимический ряд напряжений металлов

СВОЙСТВ

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

Металлы

Внешний вид и условия хранения

Нахождение в природе

Получение металлов

Химические свойства металлов

Соединения металлов

Оксиды

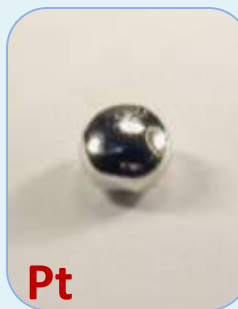
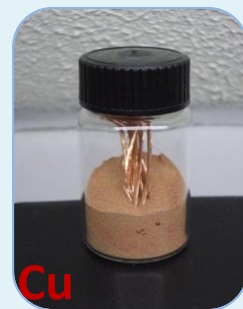
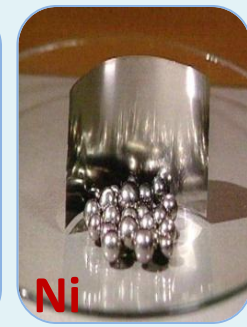
Гидроксиды

Соли

Проверь себя

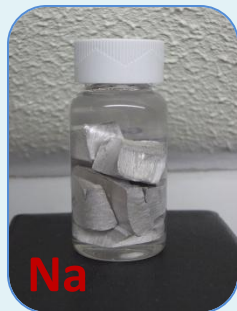
Внешний вид и условия хранения

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

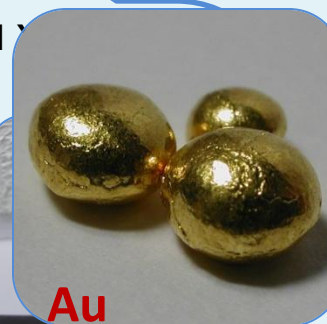
Какова роль Me?



Ag

Zn

Хранят в любых сосудах



Au

Cu

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 FeS_2

Халькопирит CuFeS_2

Киноварь HgS

Медный колчедан CuFeS_2

Стронция

Корунд

Пирит

Сидерит

красный железняк Fe_2O_3

магнитный железняк Fe_3O_4

медный блеск Cu_2S

Гипс

Рубин

Сапфир

Найдите одинаковые руды

Каковы химические формулы руд активных Me?

Получение металлов

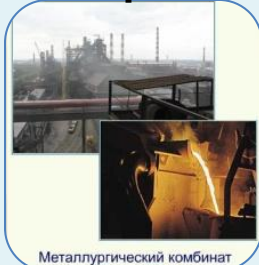
Уменьшение восстановительных

СВОЙСТВ

свойств																							
$-\bar{e}$	Li	K	Ba	Sr	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Cd	Co	Ni	Sn	Pb	(H ₂)	Cu	Ag	Hg	Pt	Au
	-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+
$+\bar{e}$	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																						

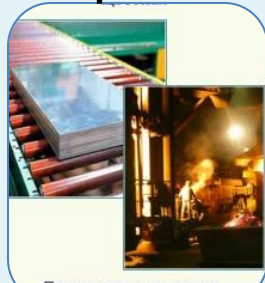
Металлургия – это наука о промышленных способах получения металлов из руд и одновременно – это отрасль промышленности.

Черная



Производство Fe и его сплавов

Цветная



**Производство
всех
остальных Ме
и сплавов**

Любой металлургический процесс – это процесс 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

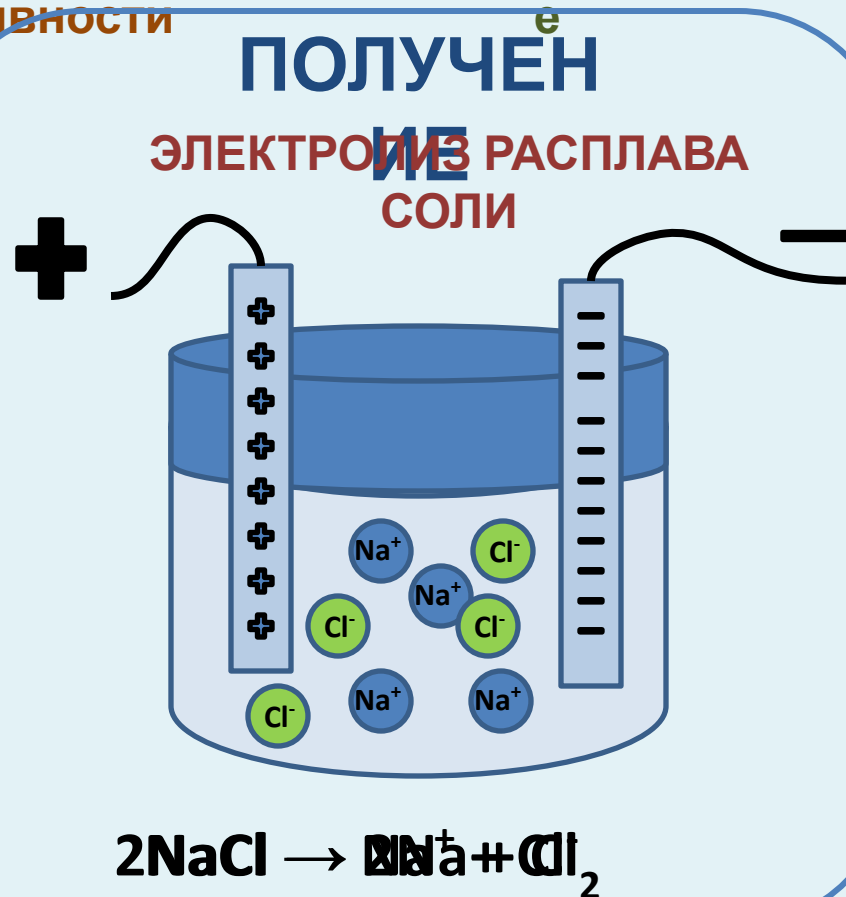
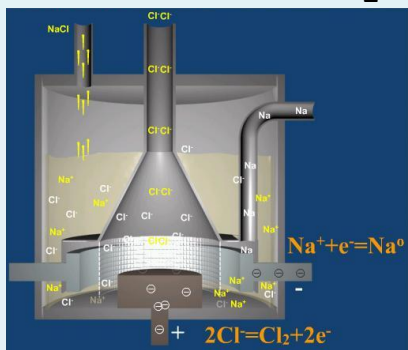
Активные получают
пирозэлектрометаллургическим
способом

**Средней
активности**

Благородны

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.
Анна, Воронежской 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

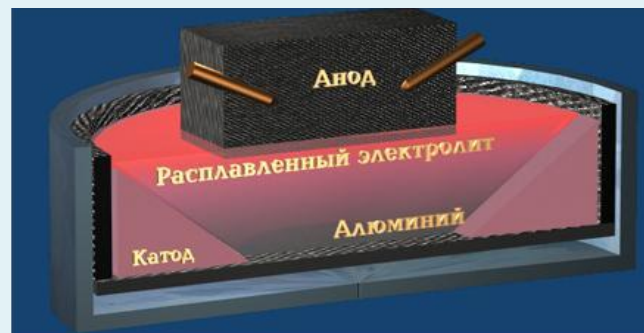
Активные получают
пирометаллургическим

Средней
активности

Благородны
е

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

Активны
е

Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂)
Cu Hg

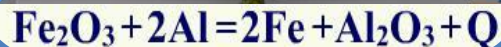
Средней активности получают пиро-
или гидрометаллургическим способом

Ag Pt
Au

Благородны
е добывают

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

Получение оксидов с
последующим
восстановлением



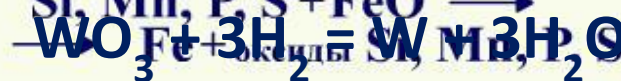
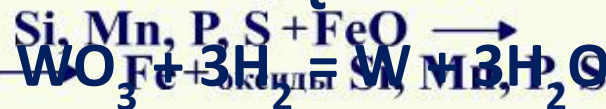
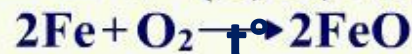
Пирометаллургия – это

восстановление металлов из руд при
высоких температурах с помощью
различных восстановителей

Окисление примесей и частичное

окисление - восстановление железа:

Водородотермия (H₂
при t°) → оксиды (C, Si, Mn, P, S)



Превращение окисленных примесей в шлак.



Раскисление железа:



Li K Ba Sr Ca Na
Mg Al

Активные

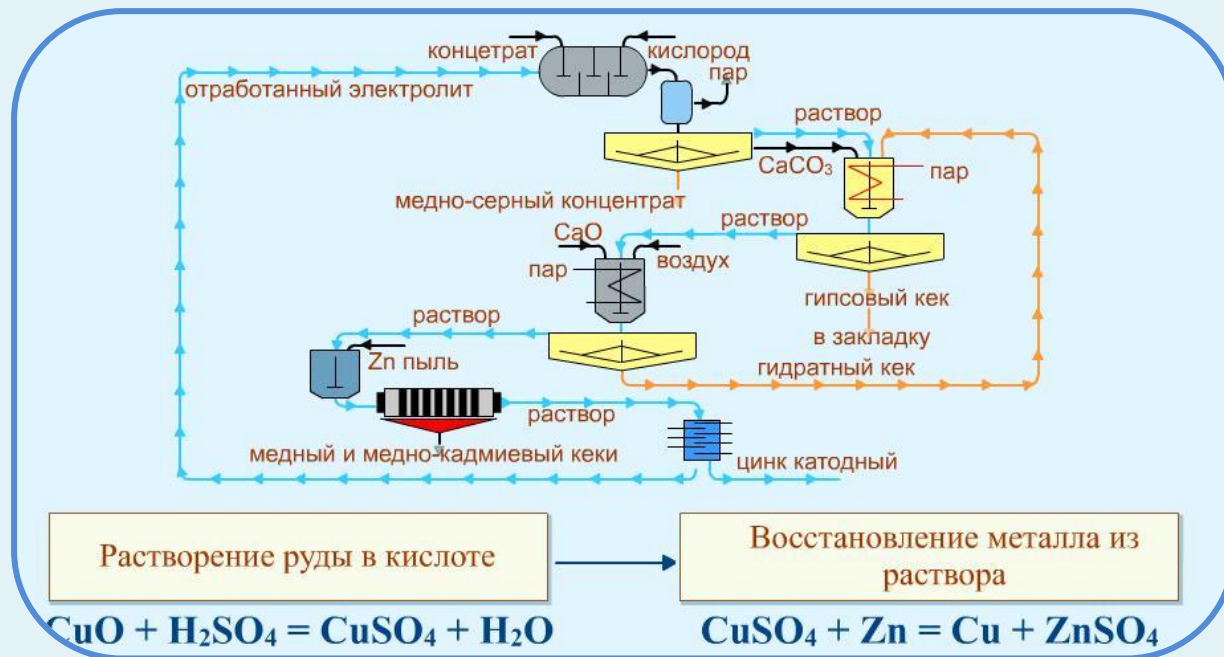
Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂)
Cu Hg

Средней активности получают пирометаллургическим или гидрометаллургическим способом

Ag Pt
Au

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 <u>с серной кислотой (конц.)</u> . 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 разлагаются в воде
Гидроксиды при t° не разлагаются	Гидроксиды не растворяются в воде	При t° разлагаются
Нитраты при t° разлагаются на нитриты и O ₂	Гидроксиды при t° разлагаются на воду и оксиды	на Me, H ₂ O и O ₂
Нитраты при t° разлагаются на нитриты и O ₂	Соли	Нитраты при t° разлагаются 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

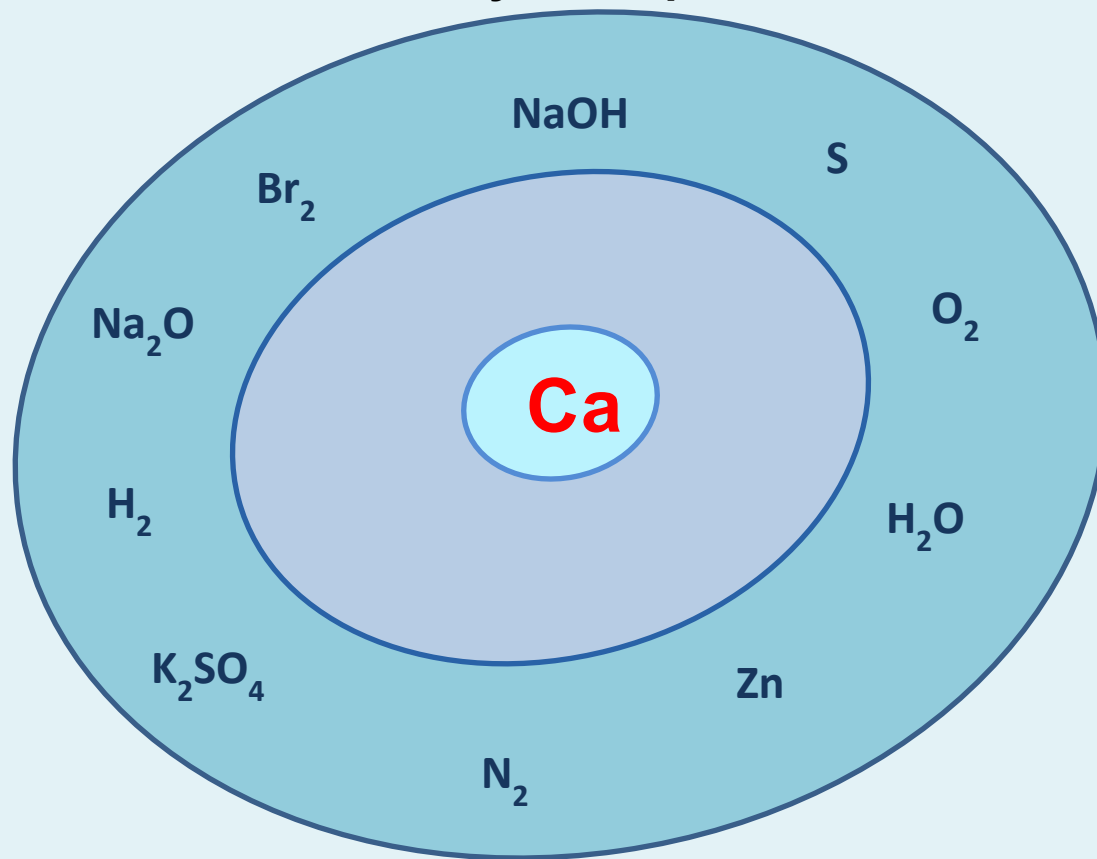
$\text{Ba} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	+	BaH_2	BaO	Ba(OH)_2	H_2
$\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ}$	+	H_2	Fe(OH)_2	Fe_2O_3	Fe_3O_4
$\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{p}) \rightarrow$	+	H_2S	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	Al_2S_3	H_2
$\text{Zn} + \text{CuSO}_4(\text{p}) \rightarrow$	+	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

Тренажер «Химические свойства металлов»

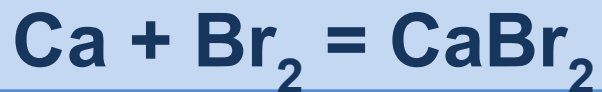
Проверь себя

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) (2) (3) (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) 1; 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) Cl_2 ; г) H_2 ; д) HCl ;

Проверк
а

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

Na

NaCl (p-p)

Li_2O

H_2O

K_2SO_4 (p-p)

O_2

SO_2

Mg

Na_2SO_4

FeSO_4 (p-p)

SO_3

H_2SO_4 (p-p)

Ca

NaOH (p-p)

Zn

FeCl_2 (p-p)

HCl

$\text{Al}_2(\text{SO}_3)_3$

Al_2S_3

H_2O

SO_2

Cu

H_2SO_4
(конц)

HCl

CaO

O_2

P_2O_5

AgNO_3 (p-p)

ВОПРОС

ОТВЕТ

Главна
я

К можно получить
электролизом

раствора KCl

расплава KCl

Б:

раствора KNO₃

р-ва смеси KCl и MgCl₂

Более сильным
восстановителем,
чем К будет

Li

Sr

Na

Ca

Более сильным
окислителем
будет ион

Cu²⁺

Li¹⁺

Mg²⁺

Au³⁺

Щелочную среду при
гидролизе
образует раствор соли

NaCl

Al₂(SO₄)₃

K₂CO₃

Al₂S₃

Роль Al в
алюминотермии

катализатор

восстановитель

ОКИСЛИТЕЛЬ

не знаю

Шаблон теста взят из презентации Гальцевой О.Н. (п. Анна, Воронежской обл.)

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

щелочная среда

pH > 7

$A_n^- + H_2O \leftrightarrow OH^- + HA_n$

MOH

слабое

HA_n

сильная

кислая среда

pH < 7

$M^+ + H_2O \leftrightarrow H^+ + MOH$

MOH

слабое

HA_n

слабая

нейтральная среда; слабокислая;

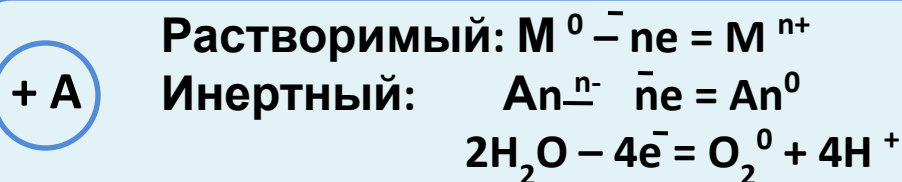
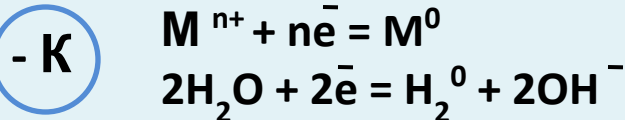
слабощелочная; pH ~ ?

$M^+ + A_n^- + H_2O \leftrightarrow MOH + HA_n$; гидролиз идет до конца

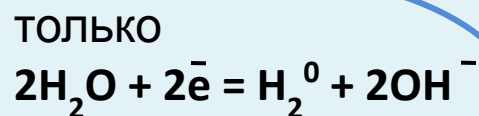


Электролизом называется окислительно-восстановительная реакция, которая протекает на электродах при пропускании через раствор или расплав электролита электрического тока

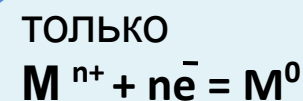
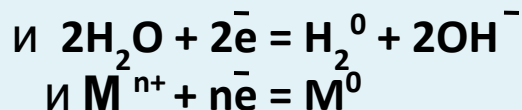
Электролиз
растворов
электролитов
 $MAn \leftrightarrow M^{m+} + An^{n-}$
 H_2O



Последовательность процессов восстановления на катоде

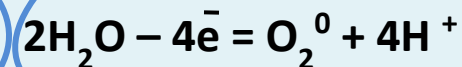
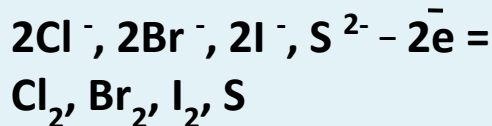


Al



H_2

Последовательность процессов окисления на аноде



Растворимый анод

Нерастворимый анод

Электрохимический ряд напряжений металлов

Главна
я

Уменьшение восстановительных

свойств

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

Усиление окислительных

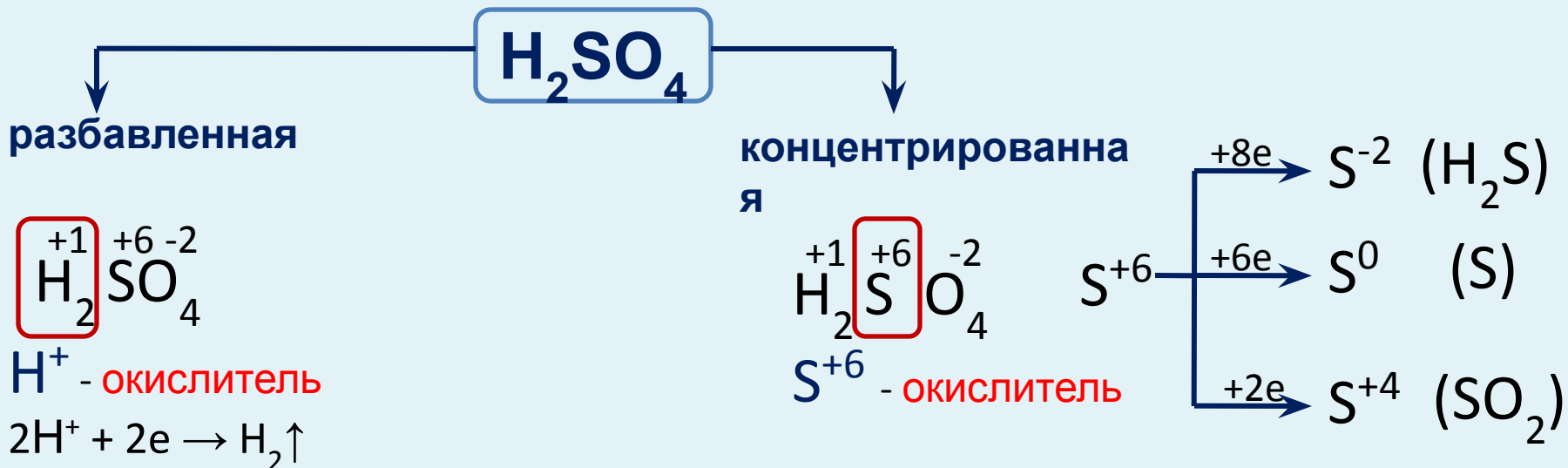
Для систематизации металлов по их способности к растворению в электролите и образованию ионов были измерены их **электродные потенциалы** (по отношению к водороду), и составлен **электрохимический ряд напряжений**.

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:

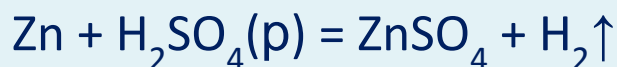
1. Строение электронной оболочки: число электронных уровней и число электронов на внешнем слое;
2. Прочность кристаллической решетки металла;
3. Энергия процесса гидратации иона (соединения его с водой).

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

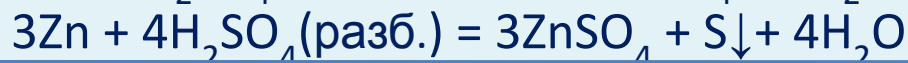
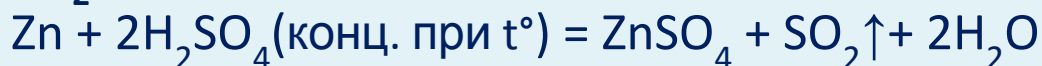


Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Hg Ag Pt Au

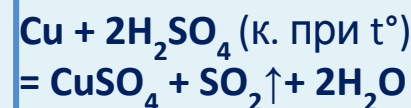
В водных р-рах
реагируют с H₂O



Если **H₂SO₄(к)**, то в зависимости от активности М и условий протекания реакций могут выделяться **H₂S, S, SO₂**.



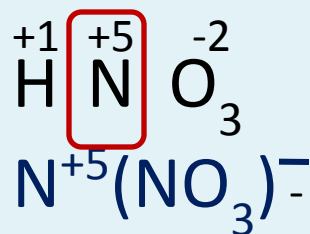
Выделяется **SO₂**



≠

5H₂SO₄(сильно разб. при t°) = 4ZnSO₄ + H₂S ↑ + 4H₂O
 На холоду H₂SO₄(к) пассивирует некоторые металлы





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)
HNO_3 (к)	HNO_3 (р)	HNO_3 (очень разб.)	HNO_3 (к)	HNO_3 (р)	HNO_3 (к)	HNO_3 (р)	He реагирует
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:

