

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 (H<sub>2</sub>) 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  
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 Sn Pb (H<sub>2</sub>) Cu Hg Ag Pt Au



Li



K



Ba



Sr



Ca



Na



Mg



Al



Mn



Zn



Cr



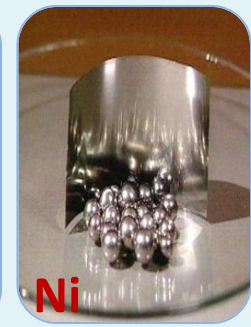
Fe



Cd



Co



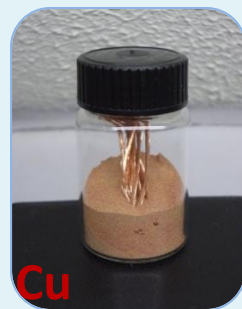
Ni



Sn



Pb



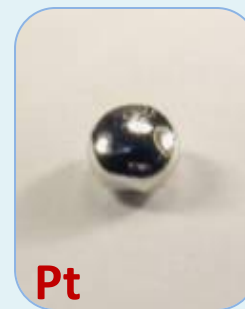
Cu



Hg



Ag



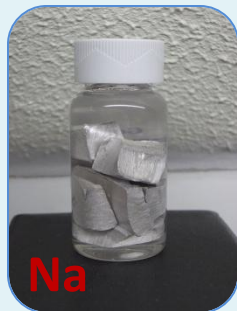
Pt



Au

# Внешний вид и условия хранения

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

Активные

Средней активности

Благородные

**Активные:** Пирит FeS<sub>2</sub>, Халькопирит CuFeS<sub>2</sub>, Киноварь HgS, Медный колчедан CuFeS<sub>2</sub>, Стронция.

**Средней активности:** Магнетит, Гематит (красный железняк Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, магнитный железняк Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), Пирит, Сидерит, Медный блеск Cu<sub>2</sub>S, Самородная медь, Корунд.

**Благородные:** Золото, Рубин, Сапфир.

**Другие:** Гипс.

**Задача:** Найдите одинаковые руды

**Вопрос:** 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<sub>2</sub>) 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+

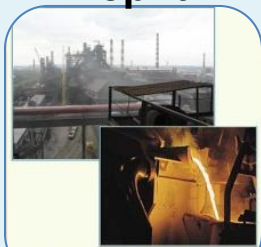
Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (2H) Cu Ag Hg Pt Au

+ē →

Усиление окислительных свойств

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

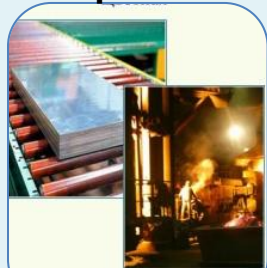
**Черная**



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 (H<sub>2</sub>)  
Cu Hg

Ag Pt  
Au

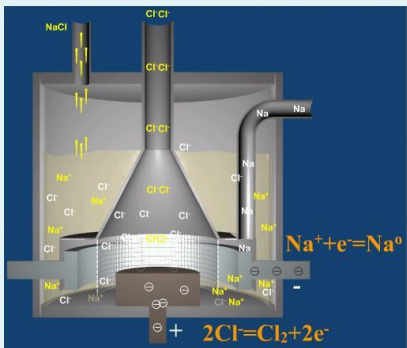
Активные получают  
пирозэлектрометаллургическим  
способом

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.  
Ашия, Воронежской обл.

## Получение металлов

Li K Ba Sr Ca Na  
Mg Al

Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>)  
Cu Hg

Ag Pt  
Au

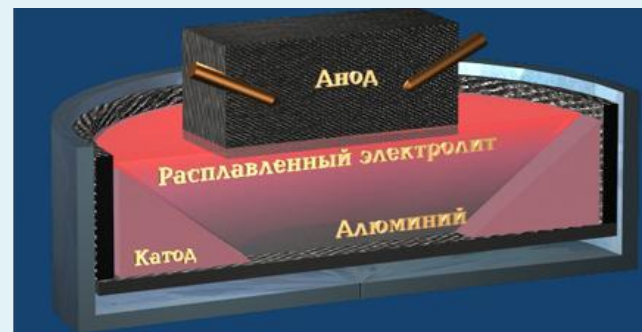
Активные получают  
пирометаллургическим

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

$T 950^\circ\text{C}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в расплаве криолита ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ); на катоде:  $\text{Al}^{3+} + 3e = \text{Al}^0$   
 На угольном аноде (расходуется в процессе электролиза):  $\text{O}^{2-} - 2e = \text{O}^0$ ;  
 $\text{C} + \text{O} = \text{CO}\uparrow$ ;  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2\uparrow$ ;



# Получение металлов

Li K Ba Sr Ca Na

Mg Al

Активные

Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>)

Cu Hg

Средней активности получают пирометаллургическим способом

Ag Pt

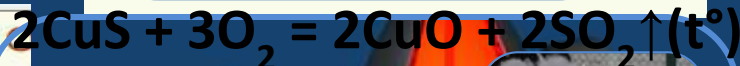
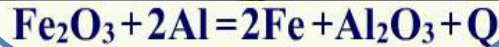
Au

Благородные добывают

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



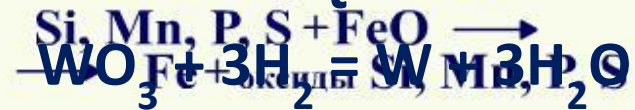
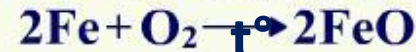
Получение оксидов с последующим восстановлением



## Пирометаллургия – это

восстановление металлов из руд при высоких температурах с помощью различных восстановителей

Окисление примесей и частичное восстановление - водородотермия (H<sub>2</sub> при t°)



Превращение окисленных примесей в шлак.



Раскисление железа:



Li K Ba Sr Ca Na  
Mg Al

Активные

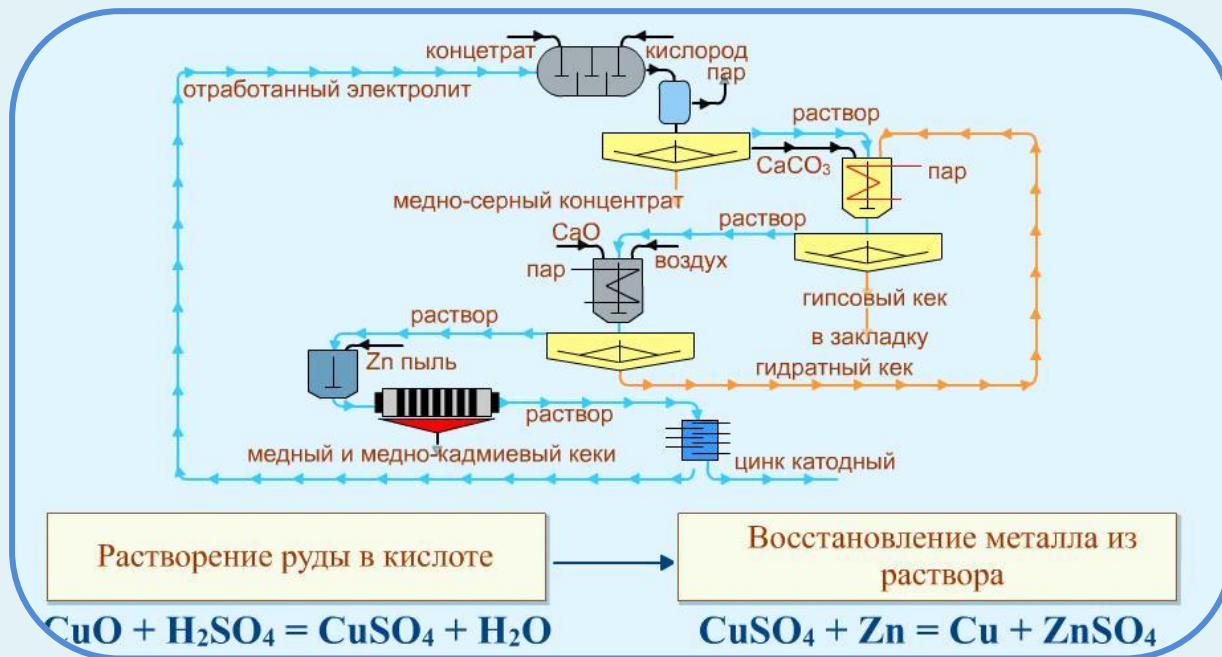
Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>)  
Cu Hg

Средней активности получают пирро- 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 (H<sub>2</sub>) 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 <sub>2</sub> ↑	С водой взаимодействуют только при нагревании с образованием оксида и H <sub>2</sub> ↑ <b>Помни!</b> $2Al + 6HON \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3H_2\uparrow$ (если снять оксидную пленку)		С водой не взаимодействуют
Коррозионная устойчивость чистых металлов усиливается →			
Из растворов кислот вытесняют водород (исключение HNO <sub>3</sub> ) <b>Помни!</b> Щелочные и щелочноземельные металлы в водных растворах взаимодействуют прежде всего с H <sub>2</sub> O		Из растворов кислот не вытесняют водород	
Взаимодействуют <b>с серной кислотой (конц.)</b> . В зависимости от условий и восстановительных свойств Me образуются SO <sub>2</sub> , S, H <sub>2</sub> S (Fe, Ni и некоторые металлы в H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (конц.) на холоду пассивируются).			Не взаимодействуют

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

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

Взаимодействуют с разбавленной и концентрированной **азотной кислотой** и в зависимости от условий, восстановительных свойств металлов, концентрации кислоты образуются N<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NO, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> и NH<sub>3</sub> (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>). Al, Fe, Cr в концентрированной азотной кислоте пассивируются.

С HNO<sub>3</sub> не реагируют

С разбавленной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> взаимодействуют с образованием H<sub>2</sub>

С раствором H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> не реагируют

С HCl взаимодействуют с образованием H<sub>2</sub>

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 (H<sub>2</sub>) 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 (H<sub>2</sub>) Cu Hg Ag Pt Au

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

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

# Электрохимический ряд напряжений металлов

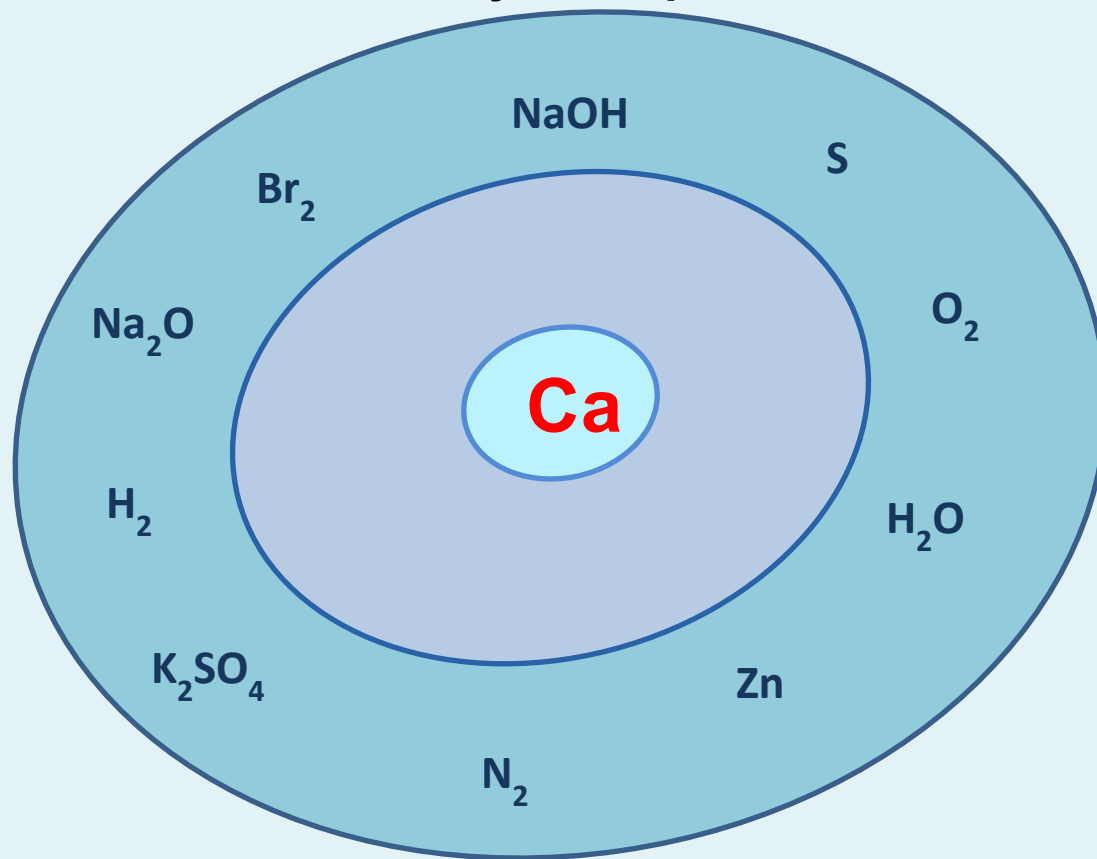
Проверь себя

$\text{Ba} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	+	$\text{BaH}_2$	$\text{BaO}$	$\text{Ba(OH)}_2$	$\text{H}_2$
$\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ}$	+	$\text{H}_2$	$\text{Fe(OH)}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_3\text{O}_4$
$\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{p}) \rightarrow$	+	$\text{H}_2\text{S}$	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	$\text{Al}_2\text{S}_3$	$\text{H}_2$
$\text{Zn} + \text{CuSO}_4(\text{p}) \rightarrow$	+	$\text{ZnS}$	$\text{Cu}$	$\text{CuO}$	$\text{ZnSO}_4$
$\text{Fe} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ}$			$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	$\text{FeO}$
$\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow$			$\text{NaO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}_2$

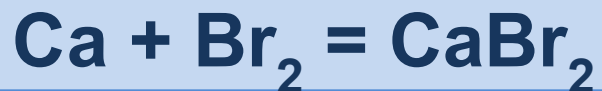
Проверь себя

## 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) 55;
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: б) 1; б) 2; в) 3; г) 4;
5. При электролизе раствора NaCl образуются продукты  
а) Na; б) NaOH; в) Cl<sub>2</sub>; г) H<sub>2</sub>; д) HCl;

Проверк

а



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

Na

NaCl (р-р)

Li<sub>2</sub>O

H<sub>2</sub>O

K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (р-р)

O<sub>2</sub>

SO<sub>2</sub>

Mg

Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

FeSO<sub>4</sub> (р-р)

SO<sub>3</sub>

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (р-р)

Ca

NaOH (р-р)

Zn

FeCl<sub>2</sub> (р-р)

HCl

Al<sub>2</sub>(SO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>

Al<sub>2</sub>S<sub>3</sub>

H<sub>2</sub>O

SO<sub>2</sub>

Cu

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
(конц)

HCl

CaO

O<sub>2</sub>

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

AgNO<sub>3</sub> (р-р)

# ВОПРОС

# ОТВЕТ

Главна  
я

К можно получить  
электролизом

раствора KCl

Ы:

раствора KNO<sub>3</sub>

расплава KCl

р-ва смеси KCl и MgCl<sub>2</sub>

Более сильным  
восстановителем,  
чем К будет

Li

Sr

Na

Ca

Более сильным  
окислителем  
будет ион

Cu<sup>2+</sup>

Li<sup>1+</sup>

Mg<sup>2+</sup>

Au<sup>3+</sup>

Щелочную среду при  
гидролизе  
образует раствор соли

NaCl

Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>

K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Al<sub>2</sub>S<sub>3</sub>

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<sub>n</sub>**

<b>MOH</b>		<b>нейтральная среда</b>
сильное		<b>pH ~ 7</b>
<b>HA<sub>n</sub></b>	<b>сильная</b>	<i>гидролиз не протекает</i>

<b>MOH</b>		<b>щелочная среда</b>
сильное		<b>pH &gt; 7</b>
<b>HA<sub>n</sub></b>	слабая	$A_n^- + H_2O \leftrightarrow OH^- + HA_n$

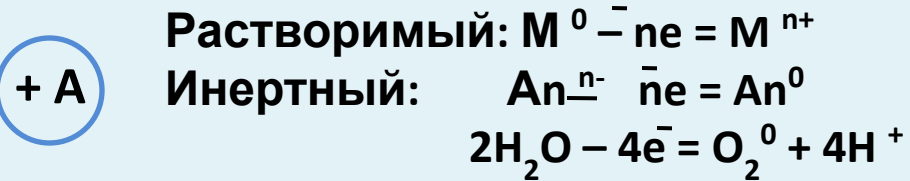
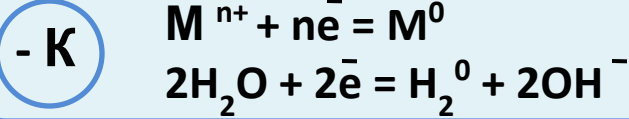
<b>MOH</b>	слабое	<b>кислая среда</b>
<b>HA<sub>n</sub></b>		<b>pH &lt; 7</b>
сильная		$M^+ + H_2O \leftrightarrow H^+ + MOH$

<b>MOH</b>	слабое	<b>нейтральная среда; слабокислая;</b>
<b>HA<sub>n</sub></b>	слабая	<b>слабощелочная; pH ~ ?</b>
$M^+ + A_n^- + H_2O \leftrightarrow MOH + HA_n$ ; <i>гидролиз идет до конца</i>		

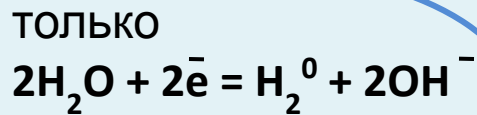


**Электролизом** называется окислительно-восстановительная реакция, которая протекает на электродах при пропускании через раствор или расплав электролита электрического тока

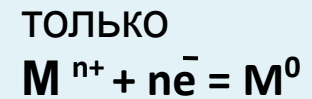
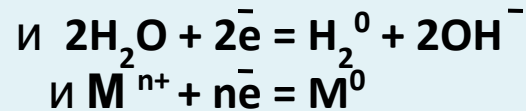
Электролиз  
растворов  
электролитов  
 $MAn \leftrightarrow M^{m+} + An^{n-}$   
 $H_2O$



Последовательность процессов восстановления на катоде

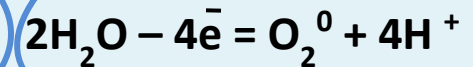
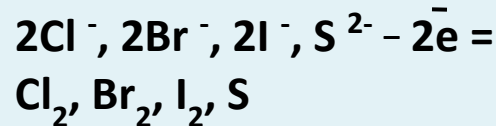


Al



$H_2$

Последовательность процессов окисления на аноде



Растворимый анод

Нерастворимый анод

# Электрохимический ряд напряжений металлов

Главна  
я

Уменьшение восстановительных

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>) 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

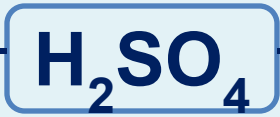
Для систематизации металлов по их способности к растворению в электролите и образованию ионов были измерены их **электродные потенциалы** (по отношению к водороду), и составлен **электрохимический ряд напряжений**.

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 **Fe<sup>2+</sup>/Fe** (-0,44В) меньше, чем пары **Cu<sup>2+</sup>/Cu** (+0,34В). Поэтому железо способно вытеснять медь из раствора, а медь железо нет.

## Факторы, определяющие положение металла в электрохимическом ряду напряжений:

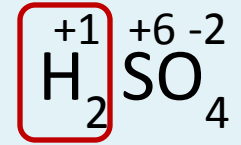
1. Строение электронной оболочки: число электронных уровней и число электронов на внешнем слое;
2. Прочность кристаллической решетки металла;
3. Энергия процесса гидратации иона (соединения его с водой).

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

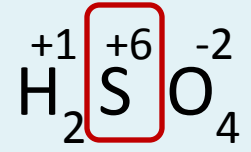


разбавленная

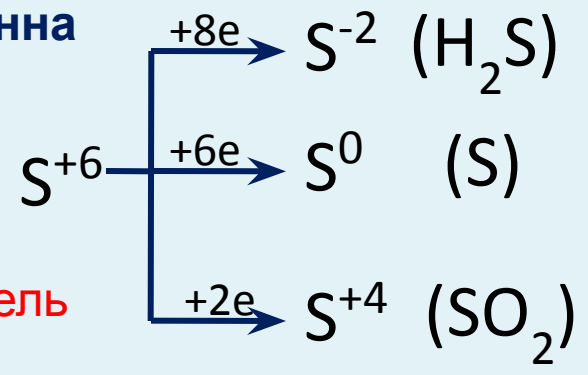
концентрированная



**H<sup>+</sup>** - окислитель  
 $2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2 \uparrow$



**S<sup>+6</sup>** - окислитель

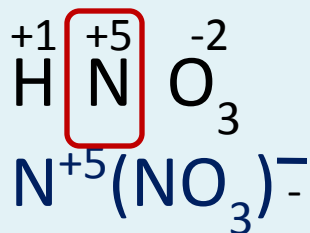


**Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>) Cu Hg Ag Pt Au**

<p>В водных р-рах реагируют с H<sub>2</sub>O</p>	<p><math>\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{p}) = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow</math></p>	<p><math>\text{M} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{p}) \neq</math></p>
<p>Если <b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(к)</b>, то в зависимости от активности М и условий протекания реакций могут выделяться <b>H<sub>2</sub>S, S, SO<sub>2</sub></b>.</p> <p><math>\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}</math></p> <p><math>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}</math></p>	<p>Выделяется <b>SO<sub>2</sub></b></p> <p><math>\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} \neq</math></p>	



5H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(к) (силучно разб.) при t° = 4ZnSO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>S↑ + 4H<sub>2</sub>O  
 На холоду H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(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  $\text{HNO}_3$  являются ионы  $\text{NO}_3^-$ , а не ионы  $\text{H}^+$ , то при взаимодействии  $\text{HNO}_3$  с  $\text{M}$  практически никогда не выделяется  $\text{H}_2$ ;  $\text{NO}_3^-$  - 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 ( $\text{H}_2$ ) 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
$\text{HNO}_3$ (к)	$\text{HNO}_3$ (р)	$\text{HNO}_3$ (очень разб.)	$\text{HNO}_3$ (к)	$\text{HNO}_3$ (р)	$\text{HNO}_3$ (к)	$\text{HNO}_3$ (р)	
Соль, вода и $\text{N}_2\text{O}$	Соль, вода и $\text{N}_2\text{O}$ или $\text{N}_2$	Соль, вода и $\text{NH}_3$ или $\text{NH}_4\text{NO}_3$	He реагирует	Соль, вода и $\text{NO}_2$ или $\text{NO}$ , $\text{N}_2\text{O}$	Соль, вода и $\text{NO}_2$	Соль, вода и $\text{NO}$	

Примеры реакций:

