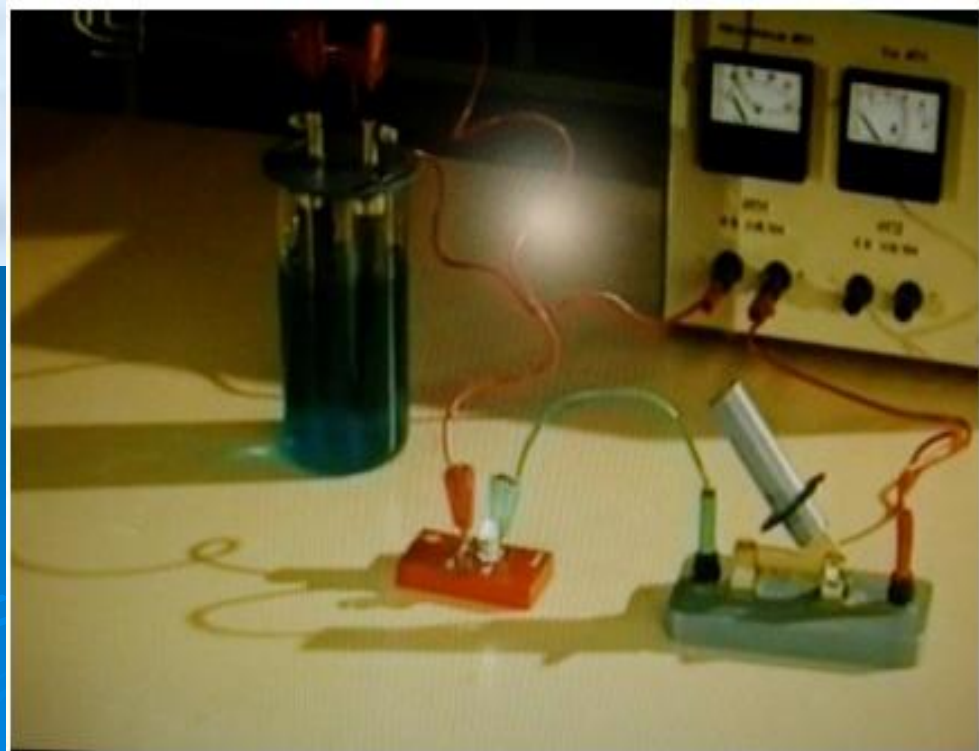
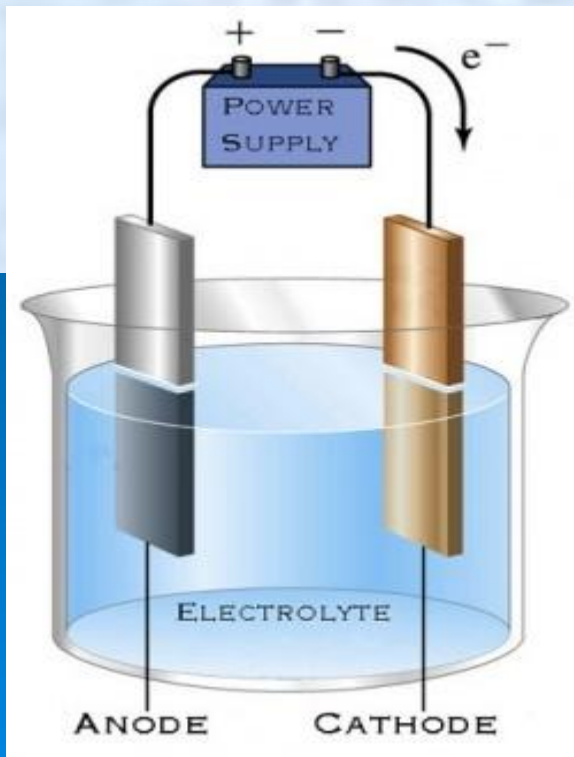


# Электролиз расплавов и растворов электролитов



- **Электролиз** – это окислительно-восстановительный процесс, протекающий на электродах в растворах или расплавах электролитов при пропускании электрического тока.



# Электролиз в расплавах

*На катоде происходит процесс восстановления*

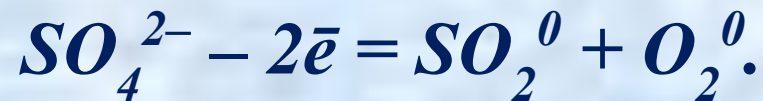


*На аноде происходит процесс окисления*

*• В расплавах анионы бескислородных кислот (кроме фторидов) окисляются до соответствующего простого вещества,*

*например:  $2Cl^- - 2\bar{e} = Cl_2^0$*

*• Кислородсодержащие анионы выделяют кислород и превращаются в один из оксидов:*



# ЭЛЕКТРОЛИЗ РАСПЛАВА NaCl

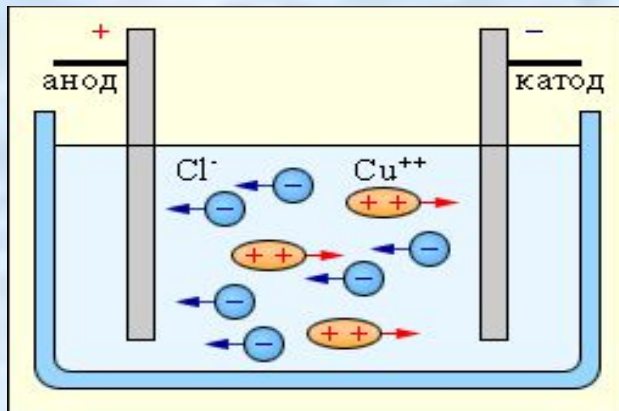
K(-)                  NaCl                  A(+)



электролиз



# Электролиз расплава $\text{CuCl}_2$



# Катодные процессы

## в водных растворах электролитов

Электрохимический ряд напряжений металлов

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| Li, K, Ba, Ca,<br>Na, Mg, Al   | Mn, Zn, Cr, Fe,<br>Cd, Co, Ni  | H | Cu, Hg, Ag,<br>Pt, Au   |
| Восстановление<br>молекул воды:<br>$2\text{H}_2\text{O} + 2e^- =$<br>$\text{H}_2\uparrow + \underline{2\text{OH}^-}$ | Оба процесса:<br>1) $\text{Me}^{n+} + ne^- =$<br>$\text{Me}^0$<br>2) $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- =$<br>$\text{H}_2\uparrow + \underline{2\text{OH}^-}$ |   | Восстановление<br>катиона<br>металла:<br>$\text{Me}^{n+} + ne^- =$<br>$\text{Me}^0$ |

# ПРОЦЕСС НА АНОДЕ

*В растворах процесс на аноде зависит от материала анода и от природы аниона. Аноды могут быть двух видов – растворимые (железо, медь, цинк, серебро и все металлы, которые окисляются в процессе электролиза) и нерастворимые, или инертные (уголь, графит, платина, золото)*

*а) Если анод растворимый, то независимо от природы аниона всегда идет окисление металла анода, например:*



*б) Если анод инертный, то в случае бескислородных анионов (кроме фторидов) идет окисление анионов:*



# Анодные процессы в водных растворах электролитов

Анион кислотного остатка  $A^{m-}$

Бескислородный

( $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$ ,  $S^{2-}$  и др.,  
кроме  $F^-$ )

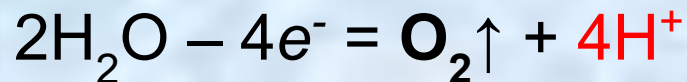
Окисление аниона  
(кроме фторида)



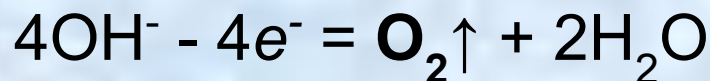
Кислородсодержащий

( $OH^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  
 $CO_3^{2-}$  и др.) и  $F^-$

В кислой и нейтральной  
среде – окисление молекул  
воды:



в щелочной среде:





# Изменение восстановительной активности анионов

Анионы по их способности окисляться располагаются в следующем порядке:



---

Восстановительная активность уменьшается

# Электролиз раствора поваренной соли

Таблица по химии для IX класса

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ХЛОРА, ВОДОРОДА И ГИДРОКСИДА НАТРИЯ

1. ПУЗЫРЬКИ ВОДОРОДА  
2. ПУЗЫРЬКИ ХЛОРА  
3. АСБЕСТОВАЯ ДИАФРАГМА  
4. ПЕРФОРИРОВАННЫЙ ЖЕЛЕЗНЫЙ КАТОД  
5. КАТОДНОЕ ПРОСТРАНСТВО  
6. ГРАФИТОВЫЕ АНОДЫ  
7. АНОДНОЕ ПРОСТРАНСТВО  
8. ИЗОЛЯТОРЫ

ХЛОР, ВОДОРОД И ГИДРОКСИД НАТРИЯ ПОЛУЧАЮТ ЭЛЕКТРОЛИЗОМ ВОДНОГО РАСТВОРА NaCl

$$2\text{NaCl} \rightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^-$$

РЕАКЦИЯ НА КАТОДЕ

$$2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \rightarrow \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$$

РЕАКЦИЯ НА АНОДЕ

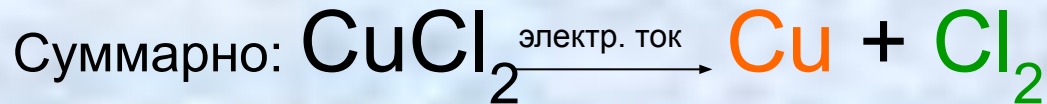
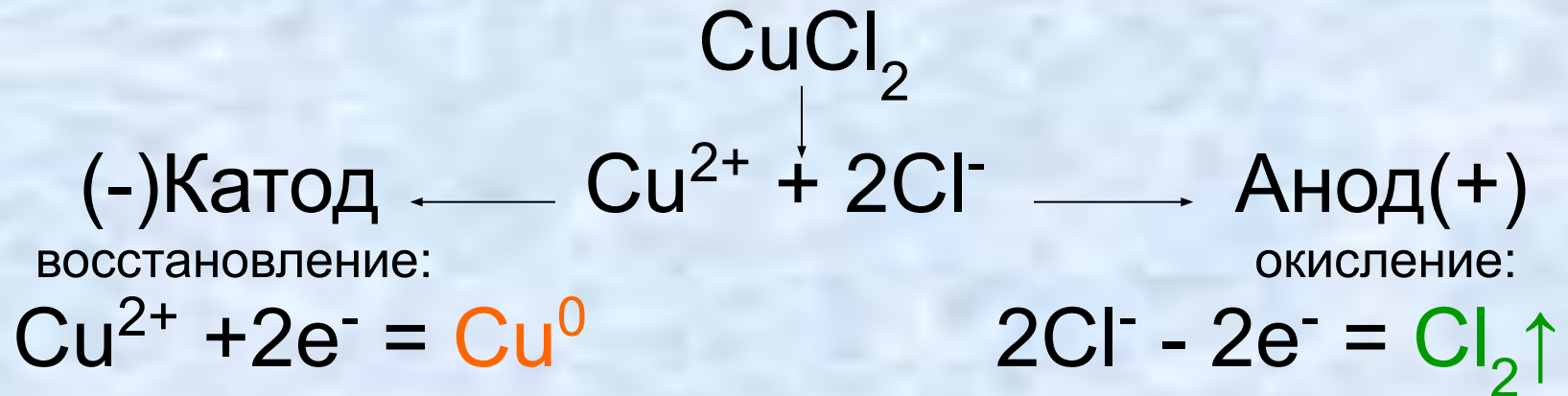
$$2\text{Cl}^- \rightarrow 2\text{Cl} + 2\bar{e}; \quad \text{Cl} + \text{Cl} \rightarrow \text{Cl}_2\uparrow$$

СУММАРНАЯ РЕАКЦИЯ

$$2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{2\bar{e}} \text{H}_2\uparrow + \text{Cl}_2\uparrow + \boxed{2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^-}$$

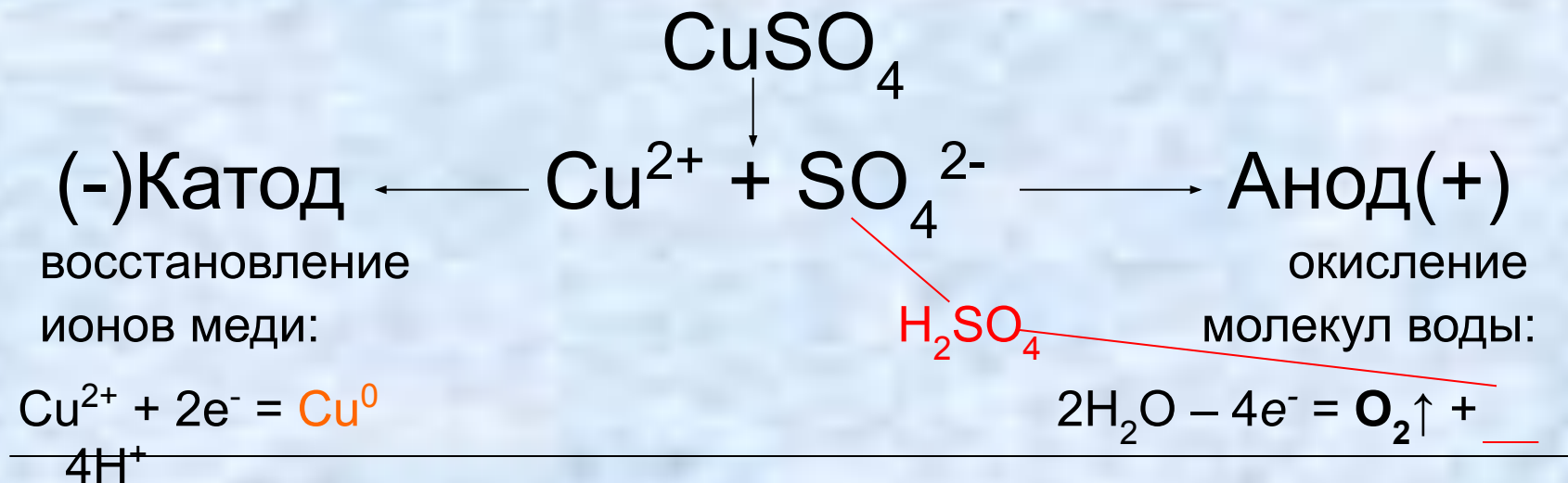
В РАСТВОРЕ

# Электролиз раствора хлорида меди (II)

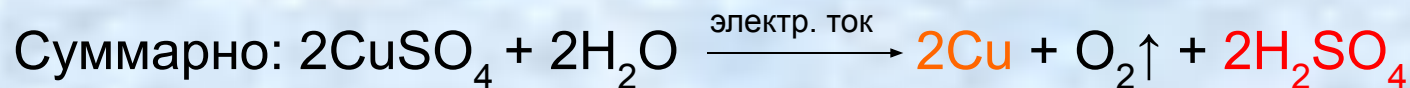
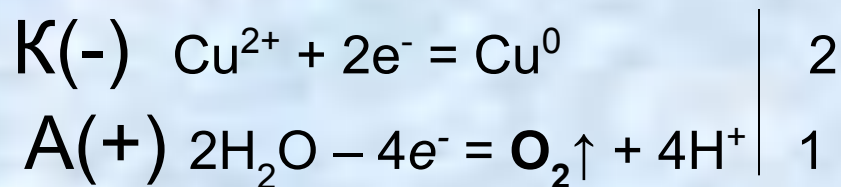


Вывод: электролиз раствора данной соли принципиально не отличается от электролиза ее расплава.

# Схема электролиза раствора сульфата меди (II)

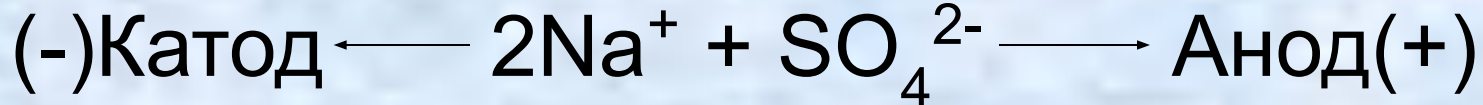
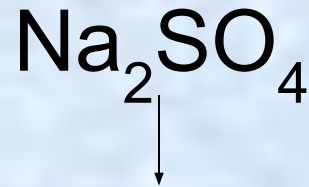


Для подбора коэффициентов используем метод электронно-ионного баланса:



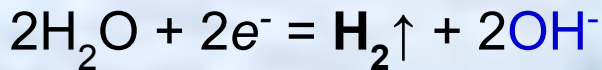


# Электролиз раствора сульфата натрия



восстановление

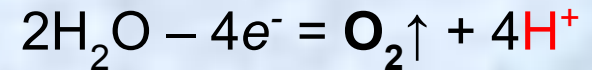
молекул воды



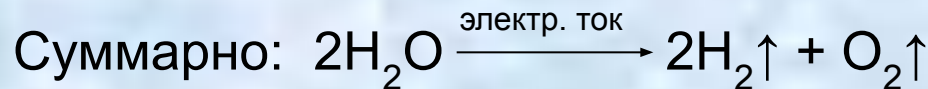
щелочная среда

окисление

молекул воды



кислая среда

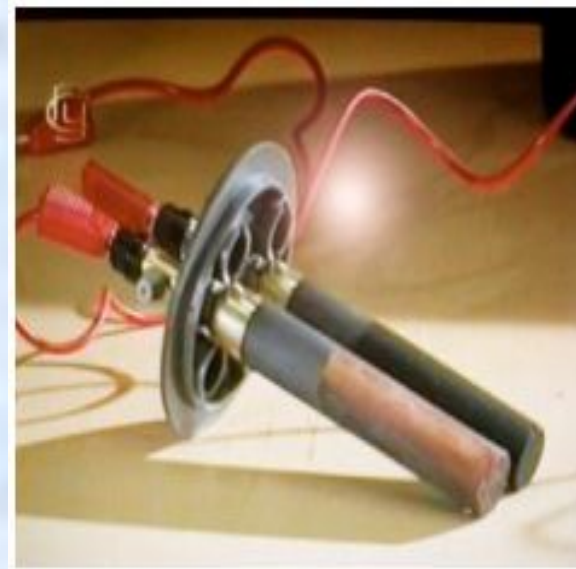


**Вывод:** электролиз данной соли сводится к разложению воды; соль необходима для увеличения электропроводности, так как чистая вода является очень слабым электролитом.

# Применение электролиза

- **Электрометаллургия:** а) получение активных металлов (K, Na, Ca, Mg, Al и др.) электролизом расплавов природных соединений; б) получение металлов средней активности (Zn, Cd, Co) электролизом растворов их солей.
- В химической промышленности – получение газов:  $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $H_2$ ,  $O_2$ ; щелочей: NaOH, KOH; пероксида водорода  $H_2O_2$ , тяжелой воды  $D_2O$  и др.
- Электролитическое рафинирование – очистка металлов (Cu, Pb, Sn и др.) от примесей электролизом с применением активных (растворимых) анодов.
- Гальваностегия – нанесение металлических покрытий на поверхность металлического изделия для защиты от коррозии или придания декоративного вида. Например, оцинковка, хромирование, никелирование и пр.
- **Гальванопластика** – получение металлических копий с различных матриц, а также покрытие неметаллических предметов слоем металлов. Последний процесс (золочение деревянных статуй и ваз) был известен еще в Древнем Египте, но научные основы гальванопластики были заложены русским ученым *Б. Якоби* в 1838 г.

# ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗА:



*Получение чистых металлов (Алюминий, магний, натрий, кадмий получают только электролизом)*





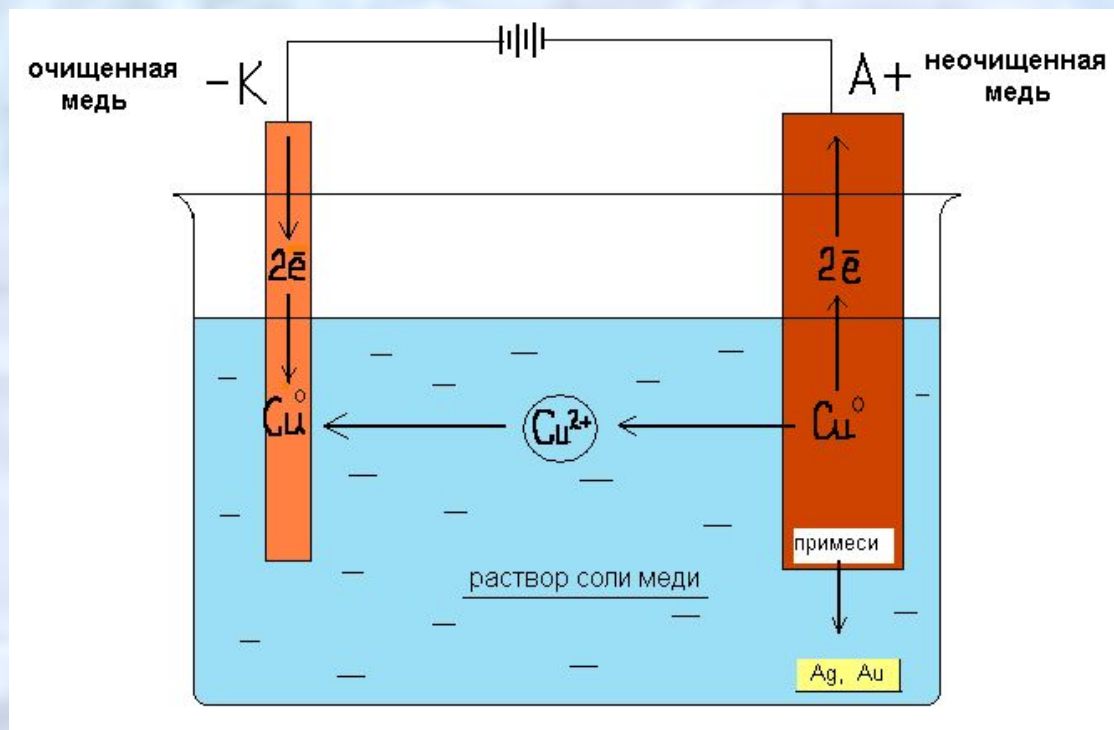
# *ПОЛУЧЕНИЕ ЩЕЛОЧЕЙ, ХЛОРА, ВОДОРОДА*



# ПОЧИСТКА МЕТАЛЛОВ



## Электролитическое рафинирование (очистка) меди.



Неочищенная медь, которая является анодом, растворяется, т. е. переходит в раствор соли меди в виде ионов. Энергия электрического тока расходуется на перенос этих ионов к катоду, их восстановление и осаждение чистой меди (степень чистоты – 99,95%). Примеси (Ag, Au и другие благородные металлы), которые имеют больший стандартный электродный потенциал, не окисляются, а выпадают в осадок на дне ванны, тем самым окупая расходы на проведение рафинирования меди. Данный процесс – одно из старейших электрохимических производств. Впервые этот метод был применен в России в 1847 г.

**ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ ОТ КОРРОЗИИ (ПРИ ЭТОМ НА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ НАНОСЯТ ТОНКИЙ СЛОЙ ДРУГОГО МЕТАЛЛА, УСТОЙЧИВОГО К КОРРОЗИИ). ЭТОТ РАЗДЕЛ ГАЛЬВАНОТЕХНИКИ НАЗЫВАЕТСЯ ГАЛЬВАНОСТЕГИЯ (ОТ ГАЛЬВАНО... И ГРЕЧ. STEGO - ПОКРЫВАЮ)**

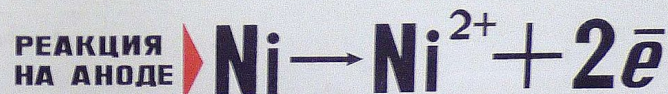
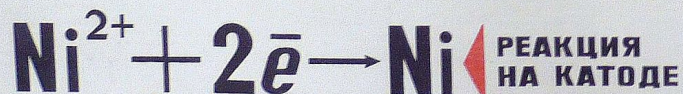
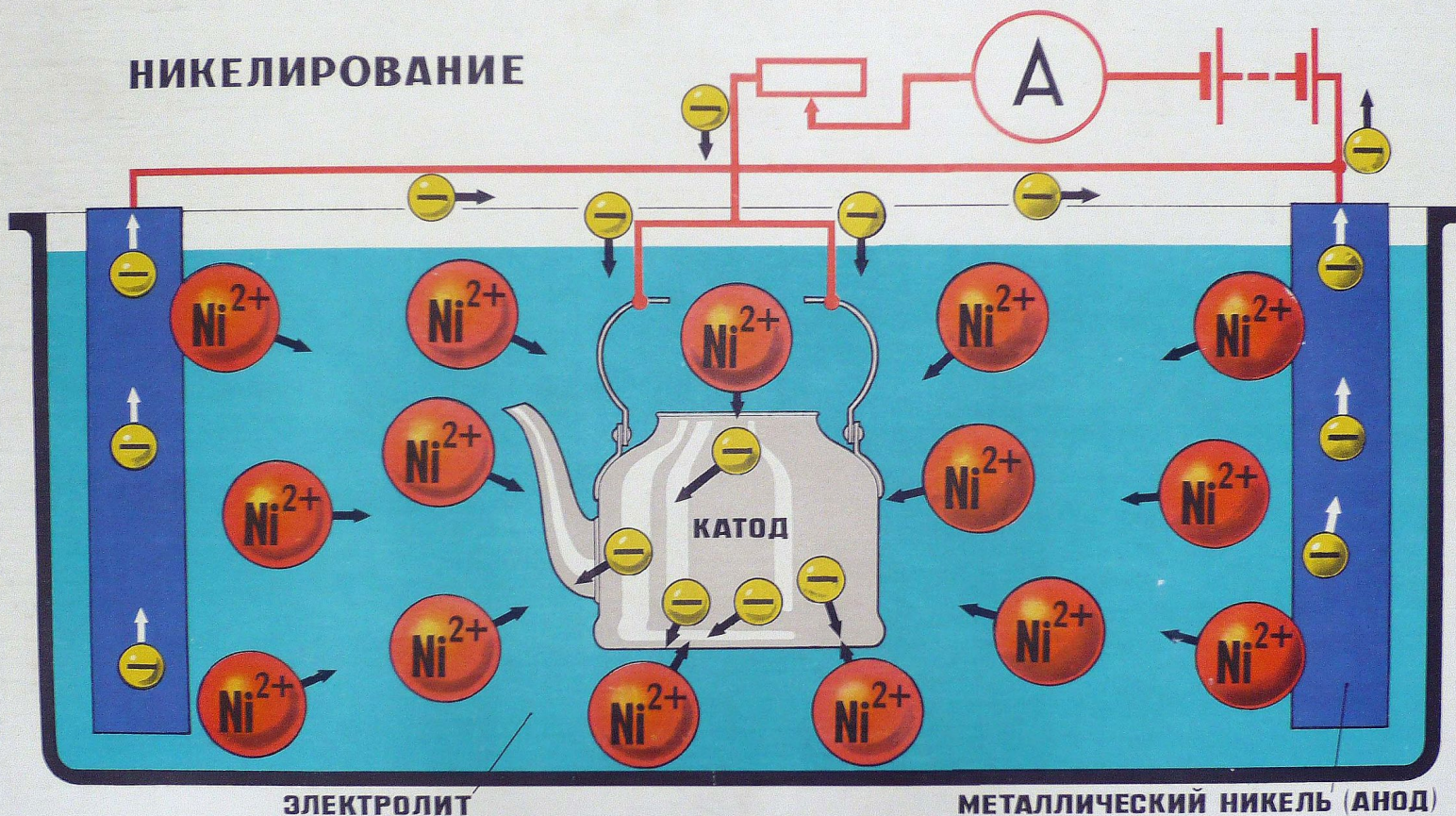


# Гальваностегия

облици по химии для IX класса

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗА

### НИКЕЛИРОВАНИЕ



**ДКОПИРОВАНИЕ РЕЛЬЕФНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ  
МЕТАЛЛОВ И ДРУГИХ МАТЕРИАЛОВ.  
ГАЛЬВАНОПЛАСТИКА ПОЗВОЛЯЕТ СОЗДАВАТЬ  
ДОКУМЕНТАЛЬНО ТОЧНЫЕ КОПИИ БАРЕЛЬЕФОВ,  
МОНЕТ, ГЕРБОВ, МЕДАЛЕЙ, ЭМБЛЕМ И Т.Д.  
ШИРОКО ПРИМЕНЯЕТСЯ ПРИ РЕСТАВРАЦИИ.**



# Итоговое тестирование

1. Расплав какого вещества подвержен электролизу?  
а – оксид кальция      б – парафин      в – глюкоза      г – азот
2. Что следует подвергнуть электролизу для получения хлора?  
а – хлорную воду      б – раствор хлората калия  
в – расплав хлорида калия      г – хлор электролизом не получают
3. Цвет лакмуса в околокатодном пространстве при электролизе раствора бромида натрия  
а – малиновый      б – фиолетовый      в – красный      г – синий
4. Какое вещество нельзя получить при электролизе раствора поваренной соли?  
а – Na      б – H<sub>2</sub>      в – Cl<sub>2</sub>      г – NaOH
5. При электролизе раствора сульфата цинка с инертными электродами на аноде выделяется  
а – Zn      б – O<sub>2</sub>      в – H<sub>2</sub>      г – SO<sub>2</sub>
6. При электролизе раствора нитрата меди(II) с медными электродами на аноде будет происходить  
а – выделение NO<sub>2</sub>      б – выделение меди      в – выделение O<sub>2</sub>  
г – растворение анода

# Итоговое тестирование

7. Расставьте анионы в порядке уменьшения их восстановительной активности. Ответ запишите в виде последовательности букв.

А –  $\text{Cl}^-$       Б –  $\text{F}^-$       В –  $\text{I}^-$       Г –  $\text{OH}^-$

8. Вставьте в предложение пропущенные слова:  
*«При никелировании предмет, на который наносят слой никеля, надо соединять с ... полюсом батареи, чтобы он выступал в качестве ... ».*