

Министерство образования и науки Республики Татарстан
МБОУ « Средняя общеобразовательная школа № 171 с
углубленным изучением отдельных предметов»

**Конкурс цифровых образовательных ресурсов по химии
для учащихся 8– 11 классов общеобразовательных школ**

Направление: Электронные приложения и демонстрационные
материалы

«Электролиз: опыты к заданиям ЕГЭ»

Работу выполнил

Гафиятуллин Рияз, 11 А класс

Руководитель

Рахимова Розалия Хамидовна

Казань – 2014

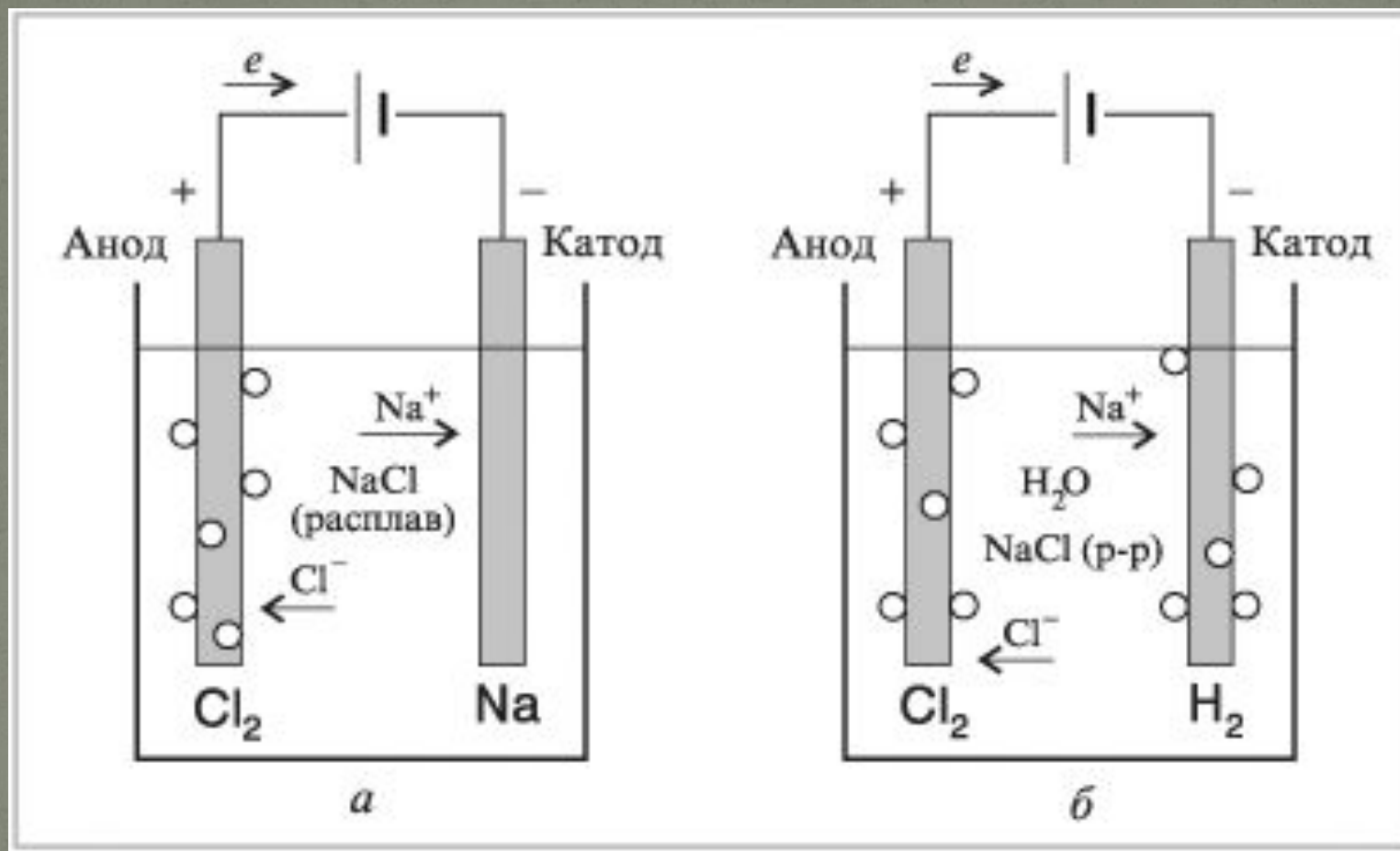
Электролиз

Электролиз-это окислительно-восстановительные реакции, протекающие на электродах, если через раствор или расплав электролита пропускают постоянный электрический ток.

Что такое электролиз?

- Движение ионов в расплаве или в растворе электролита является беспорядочным, хаотическим. Но если в раствор или расплав электролита опустить электроды и пропустить постоянный электрический ток, то ионы будут двигаться упорядоченно – к электродам: катионы – к катоду, анионы – к аноду. На катоде идет процесс восстановления, катионы принимают электроны. На аноде – процесс окисления, анионы отдают электроны. Это явление называется электролизом.

Схема электролиза расплава и раствора хлорида натрия



Мнемонические правила

КАТОД

5 букв

МИНУС

АНОД

4 буквы

ПЛЮС

Катод

Катионы

Восстановление

Принимают электроны

Анод

Анионы

Окисление

Отдают электроны

Первые буквы – согласные

Первые буквы – гласные

Процесс на катоде

- процесс на катоде не зависит от материала катода, а зависит от положения металла в электрохимическом ряду напряжений.
- если катион электролита находится в начале ряда напряжений (по Al включительно), то на катоде идет процесс восстановления воды (выделяется H_2).
- если катион электролита находится в ряду напряжений между Al и H_2 , то на катоде восстанавливаются одновременно ионы металла и молекулы воды. •
- если катион электролита находится в ряду напряжений после H_2 , то на катоде идет только процесс восстановления ионов металла.
- если в растворе находится смесь катионов разных металлов, то первым восстанавливается катион того металла, который имеет наибольшее значение электродного потенциала.

Катодные процессы в водных растворах солей

Электрохимический ряд напряжений металлов

Li K Ca Na Mg Al	Mn Zn Fe Ni Sn Pb	H ₂	Cu Hg Ag Pt Au
Me ^{ne-} не восстанавливается	Me ⁿ⁺ + ne ⁻ = Me ⁰		Me ^{ne} + ne ⁻ = Me ⁰
2 H ₂ O + 2e ⁻ = H ₂ + 2OH ⁻	2 H ₂ O + 2e ⁻ = H ₂ + 2OH ⁻		

Процесс на аноде

- Процесс на аноде зависит от материала анода. Аноды могут быть двух видов растворимые и нерастворимые. Нерастворимые изготавливают из угля, графита, платины, иридия. Растворимые – из меди, серебра, цинка, кадмия, никеля и других металлов.
- На нерастворимом аноде в процессе электролиза происходит окисление анионов или молекул воды. При этом анионы бескислородных кислот легко окисляются. Если же раствор содержит анионы кислородных кислот, то на аноде окисляются не эти ионы, а молекулы воды.

Процесс на аноде

Анод	Кислотный остаток As^{m-} Бескислородный кислородсодержащий	
Растворимый	Окисление металла анода $Me^0 - ne^- = Me^{ne-}$ Анод раствор	
Нерастворимый	Окисление аниона (кроме фторидов) $As^{m-} - me^- = As$	В щелочной среде $4OH^- - 4e^- = 2H_2O + O_2$ В кислой, нейтральной средах $2H_2O - 4e^- = 4H^+ + O_2$

Электролиз карбоновых кислот (реакция Кольбе)

- Анион карбоновой кислоты окисляется на аноде, образуя CO_2 и свободный алкильный радикал.
- Алкильные радикалы димеризуются на поверхности анода, например:
- $2\text{CH}_3\text{COONa} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- $2\text{NaOH} + \text{H}_2 + 2\text{CO}_2 + \text{CH}_3\text{—CH}_3$
- или
- $2\text{CH}_3\text{COONa} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- $2\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2 + \text{CH}_3\text{—CH}_3.$

Количественная характеристика процессов электролиза

- *Законы Фарадея*: масса электролита, подвергшаяся превращению при электролизе, а также массы, образующихся на электродах веществ, прямо пропорциональны
- 1) количеству электричества, прошедшего через раствор или расплав электролита;
- 2) эквивалентны массам соответствующих веществ:

$$m = \frac{\mathcal{E} I \tau}{F}$$

m - масса прореагировавшего вещества, г

I - сила тока, А

τ - время протекания процесса, сек.

F - постоянная Фарадея (96 484 56 Кл/моль)

$\mathcal{E}$ - эквивалентная масса вещества

Применение электролиза

- Электролиз широко используется в промышленности для выделения и очистки металлов, получения щелочей, хлора, водорода. Алюминий, магний, натрий, кадмий получают только электролизом.
- Важной отраслью применения электролиза является защита металлов от коррозии: на поверхность металлических изделий электрохимическим методом наносят тонкий слой другого металла, устойчивого к коррозии

Проведение электролиза в условиях школьного кабинета химии

- При изучении темы «Электролитическая диссоциация» по заданию учителя были изготовлены несколько приборов для проверки электропроводности. Одни из них были использованы для демонстрации электропроводности обычной водопроводной воды, а другие - для проведения электролиза. Оказалось, что очень удобно использовать такие приборы: можно обойтись минимумом реактивов, они безопасны, дают возможность показать процессы электролиза. В качестве графитовых электродов были использованы стержни карандашей.



Электропроводность
воды мы обнаружили с
помощью более
чувствительного
прибора.

Электролиз раствора
гидроксида натрия.





Электролиз раствора
серной кислоты.

- Щелочи, кислородосодержащих кислоты, соли кислородосодержащих кислот и активных металлов. (K, Na, Ca)

Электролиз раствора

NaOH.

NaOH $\square$

Na⁺

+

OH⁻

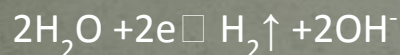
H₂O $\square$

H⁺

OH⁻

Катод:

Анод:



Электролиз раствора

H₂SO₄

H₂SO₄

2H⁺

+

SO₄²⁻

H⁺

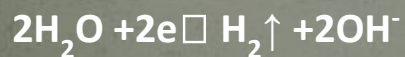
+

OH⁻

H₂O $\square$

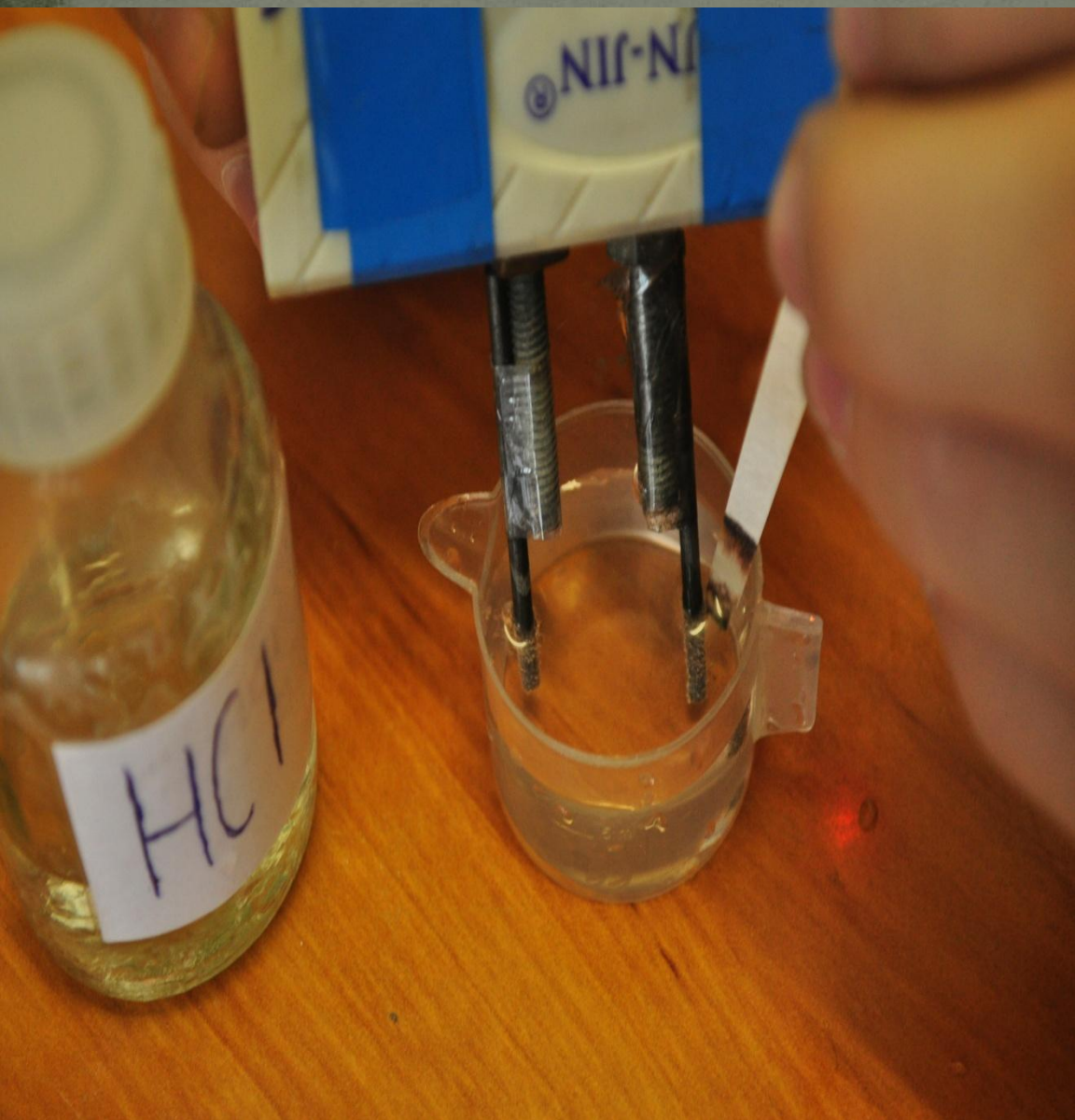
Катод:

Анод:



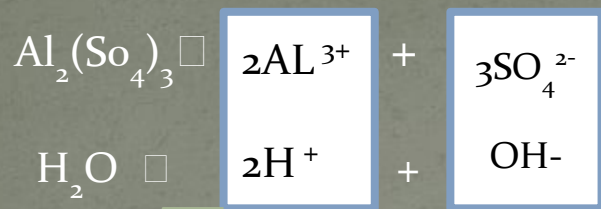


Электролиз раствора
сульфата алюминия .

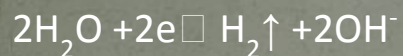


Электролиз раствора
соляной кислоты.

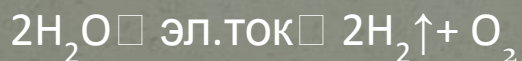
Электролиз раствора $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$



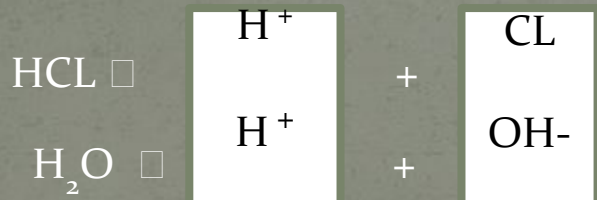
Катод:



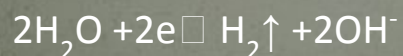
Анод:



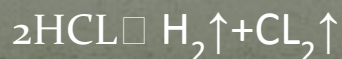
Электролиз раствор HCl

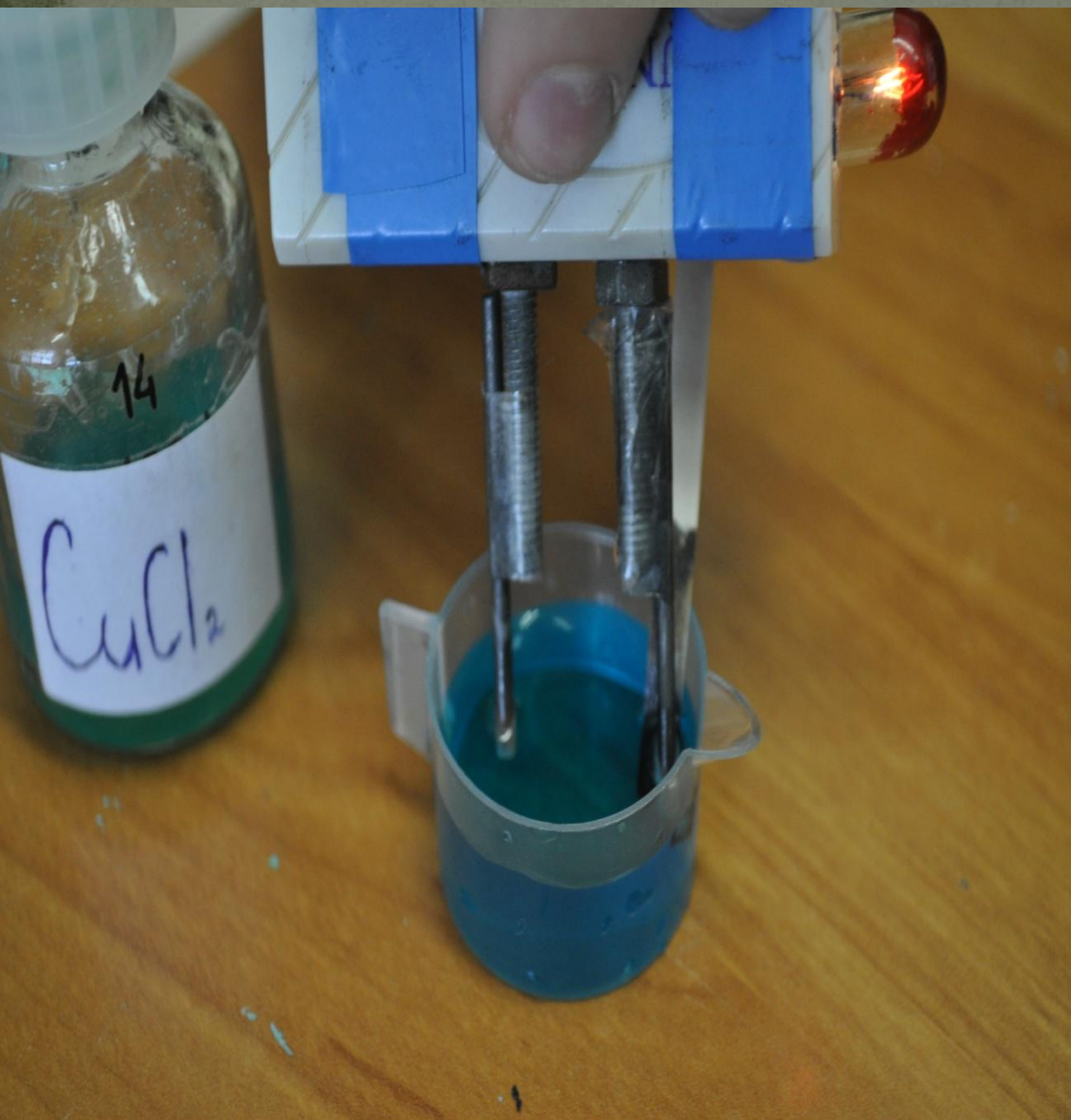


Катод:

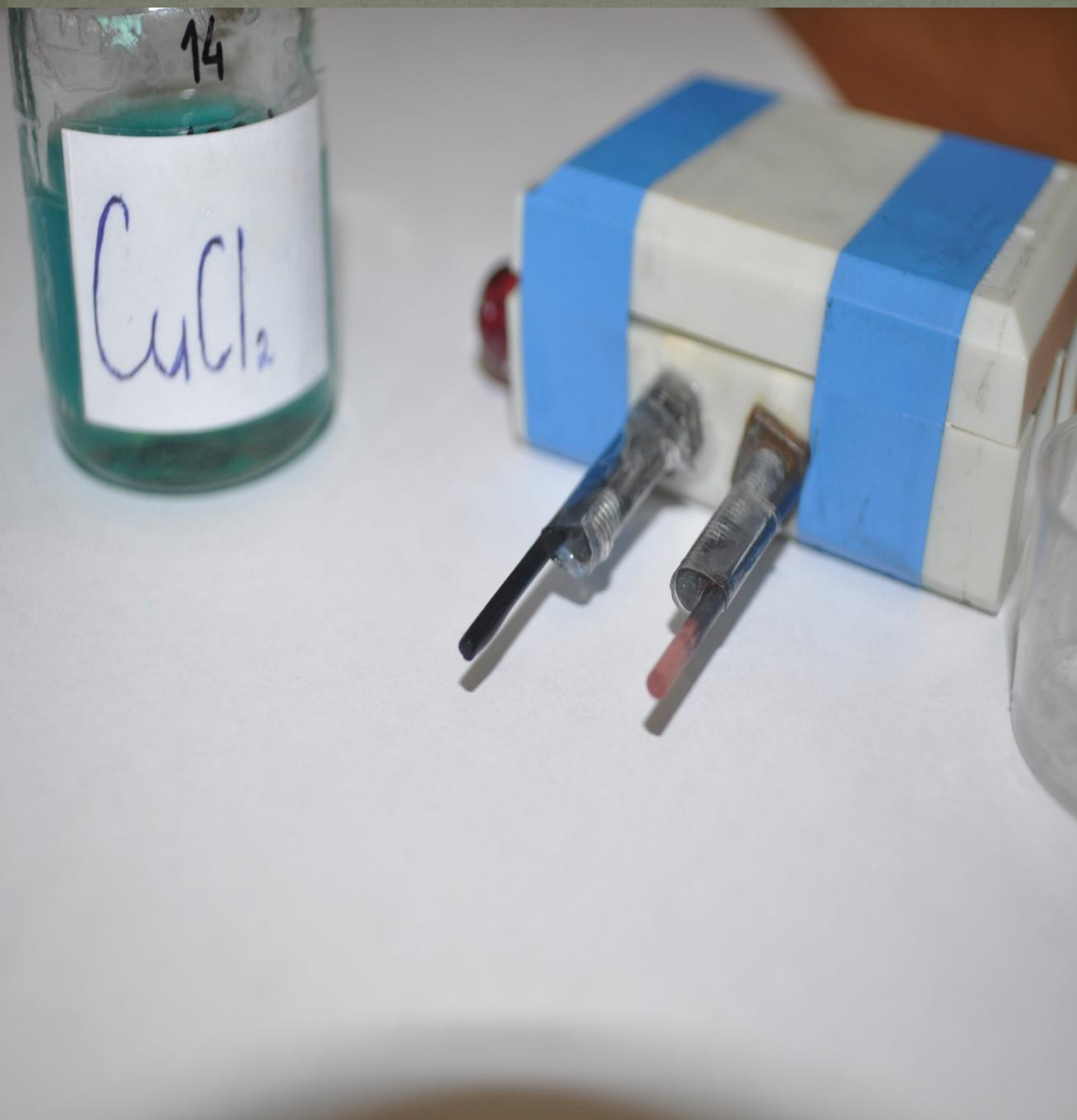


Анод:

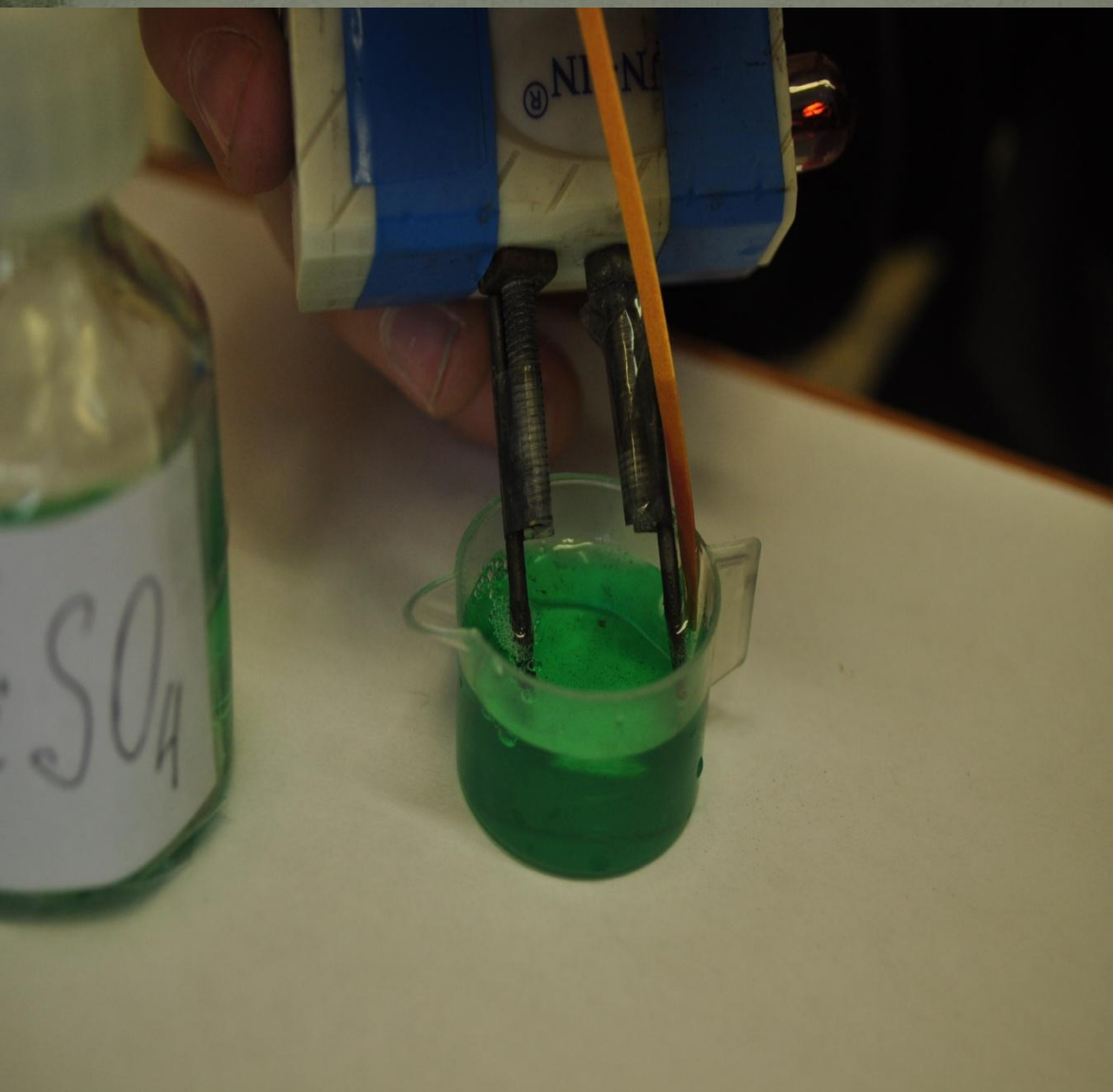




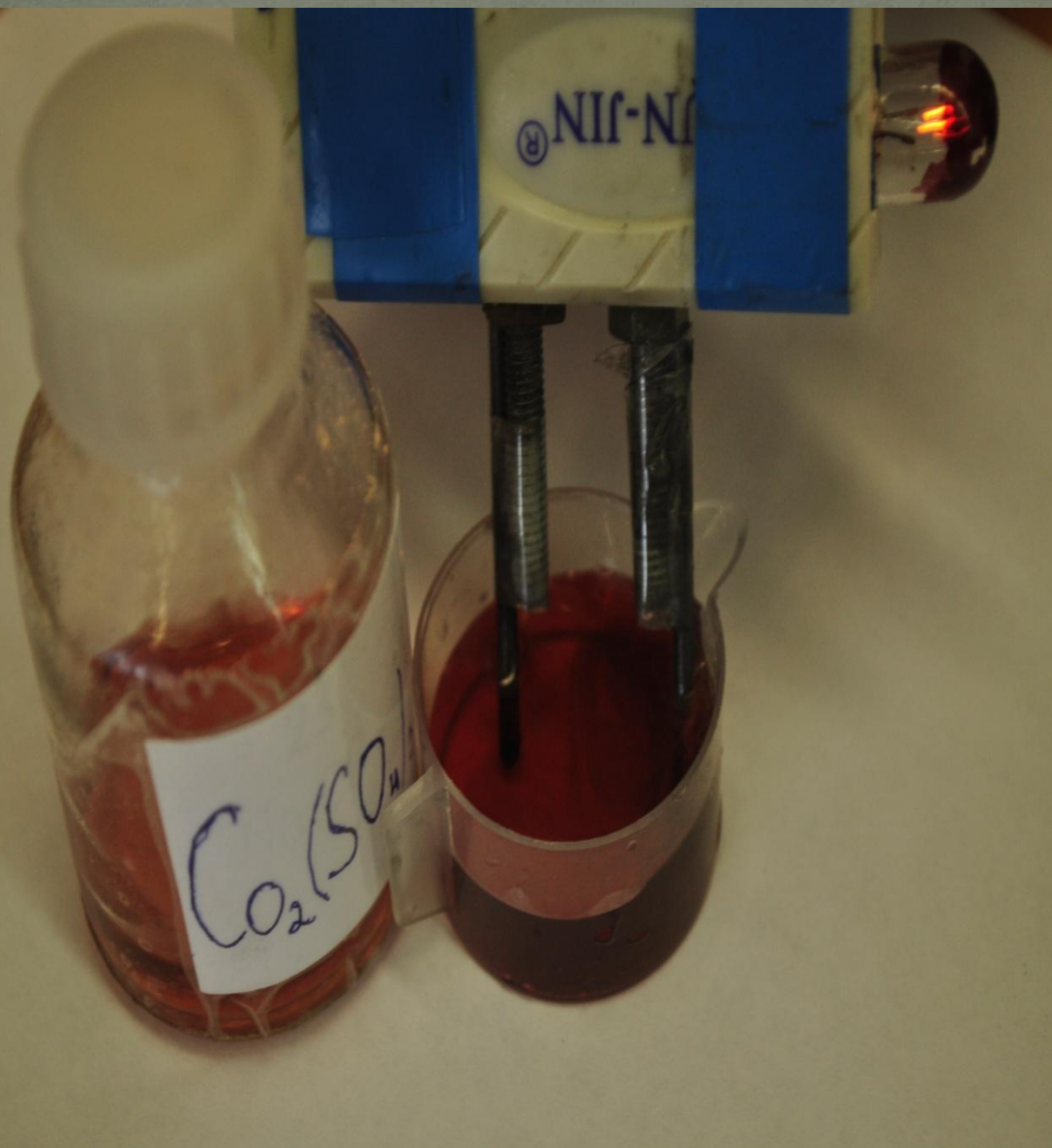
Электролиз раствора
хлорида меди (II)



Выделение меди на
катоде.



Электролиз раствора
сульфата никеля.



Электролиз раствора
сульфата кобальта (III)

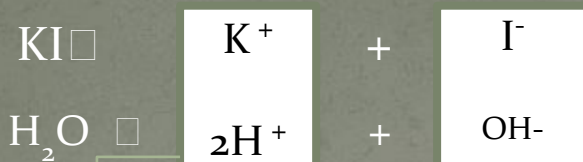


Электролиз раствора
сульфата меди (II)

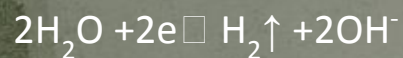


Выделение меди на
катоде.

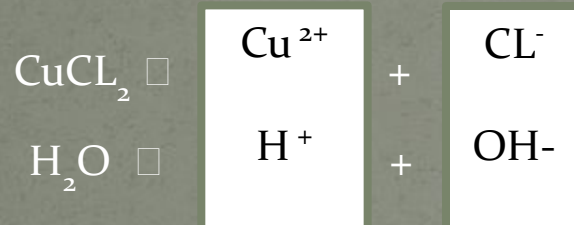
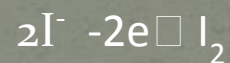
Электролиз раствора KI



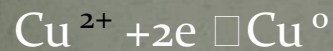
Катод:



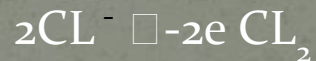
Анод:



Катод:



Анод:



● *Продукты электролиза водных растворов электролитов*

№	Электролиты	Продукты электролиза
1.	Щелочи, кислородосодержащих кислоты, соли кислородосодержащих кислот и активных металлов. (K, Na, Ca)	H_2 и O_2 так как разлагается вода.
2.	Бескислородные кислоты и соли бескислородных кислот и активных металлов. . (K, Na, Ca)	H_2 и S, галогены и др.
3.	Соли бескислородных кислот и малоактивных металлов, а также металлов со средней активностью.(Cu, Hg, Ag, Pt, Au)	Металлы и галогены, а при большой концентрации ионов H может выделяться и H_2
4.	Соли кислородосодержащих кислот и малоактивных металлов, а также металлов со средней активностью. (Co, Ni, Cr, Sn)	Металлы и O_2 , а при большой концентрации ионов H может выделяться и H_2

Заключение

Теория проверяется практикой

В результате проведенной работы мы убедились в том, что

1. При электролизе растворов щелочей, кислородсодержащих кислот, солей активных металлов кислородсодержащих кислот всегда происходит разложение воды и выделение газов: водорода и кислорода.

2. При электролизе растворов бескислородных кислот на аноде выделялся галоген (хлор), а на катоде - водород или металл, если использовали соль, образованную неактивным металлом, стоящим после водорода.

3. Электрохимический ряд напряжений металлов, который мы всегда использовали только теоретически, теперь мы проверили экспериментально.

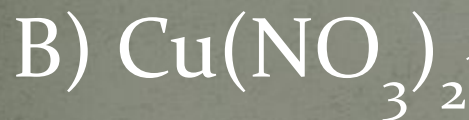
4. Для подготовки к сдаче ЕГЭ по химии очень удобно использовать наш прибор для демонстрации процессов электролиза

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЯ ЕГЭ, ЧАСТЬ В

Установите соответствие между формулой соли и продуктом, образующимся на катоде при электролизе её водного раствора.

ФОРМУЛА СОЛИ

ПРОДУКТ НА КАТОДЕ



1) Медь

2) Железо, водород

3) Железо, кислород

4) Водород

5) Калий

6) Алюминий

Ответ. 4412

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЯ ЕГЭ, ЧАСТЬ В

Установите соответствие между названием соли и продуктом, образующимся на инертном аноде при электролизе её водного раствора.

НАЗВАНИЕ СОЛИ

ПРОДУКТ НА АНОДЕ

А) Бромид алюминия

Б) Сульфат рубидия

В) Нитрат ртути(II)

Г) Хлорид золота

1) Cl_2

2) O_2

3) H_2

4) Br_2

5) SO_2

6) NO_2

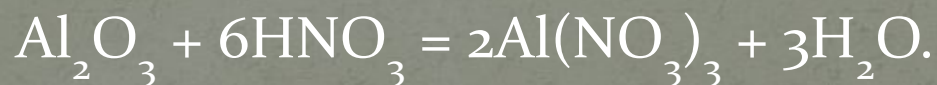
Ответ. 4221

ПРИМЕР ЗАДАНИЯ ЕГЭ, ЧАСТЬ С

С-2. При взаимодействии оксида алюминия с азотной кислотой образовалась соль, которую высушили и прокалили. Образовавшийся при прокаливании твердый остаток подвергли электролизу в расплавленном криолите. Полученный при электролизе металл нагрели с концентрированным раствором, содержащим нитрат калия и гидроксид калия, при этом выделился газ с резким запахом. Составьте уравнения четырех описанных реакций.

ОТВЕТ

1. При взаимодействии оксида алюминия с азотной кислотой образовалась соль:



2. Соль высушили и прокалили:



3. Образовавшийся при прокаливании твердый остаток подвергли электролизу в расплавленном криолите:



4. Полученный при электролизе металл нагрели с концентрированным раствором, содержащим нитрат калия и гидроксид калия, при этом выделился газ с резким запахом



ПРИМЕР ЗАДАНИЯ ЕГЭ, ЧАСТЬ С

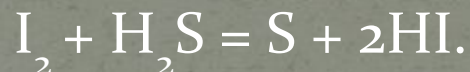
С-2. Вещество, полученное на аноде при электролизе раствора йодида натрия с инертными электродами, прореагировало с сероводородом. Образовавшееся твердое вещество сплавляли с алюминием и продукт растворяли в воде. Составьте уравнения четырех описанных реакций.

ОТВЕТ

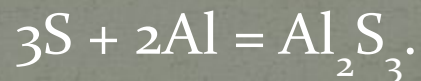
1. Вещество получено на аноде при электролизе раствора йодида натрия с инертными электродами:



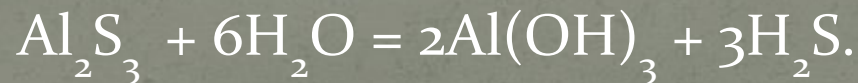
2. Полученное вещество прореагировало с сероводородом:



3. Образовавшееся твердое вещество сплавляли с алюминием:



4. Продукт растворили в воде:



ПРИМЕР ЗАДАНИЯ ЕГЭ, ЧАСТЬ С

С-3. Раствор хлорида железа(III) подвергли электролизу с графитовыми электродами. Осадок бурого цвета, образовавшийся в качестве побочного продукта электролиза, отфильтровали и прокалили. Вещество, образовавшееся на катоде, растворили в концентрированной азотной кислоте при нагревании. Продукт, выделившийся на аноде, пропустили через горячий раствор гидроксида калия. Составьте уравнения четырех описанных реакций.

ОТВЕТ

1. Раствор хлорида железа (III) подвергли электролизу с графитовыми электродами:



2. Осадок бурого цвета, образовавшийся в качестве побочного продукта электролиза, отфильтровали и прокалили:



3. Вещество, образовавшееся на катоде, растворили в концентрированной азотной кислоте при нагревании:

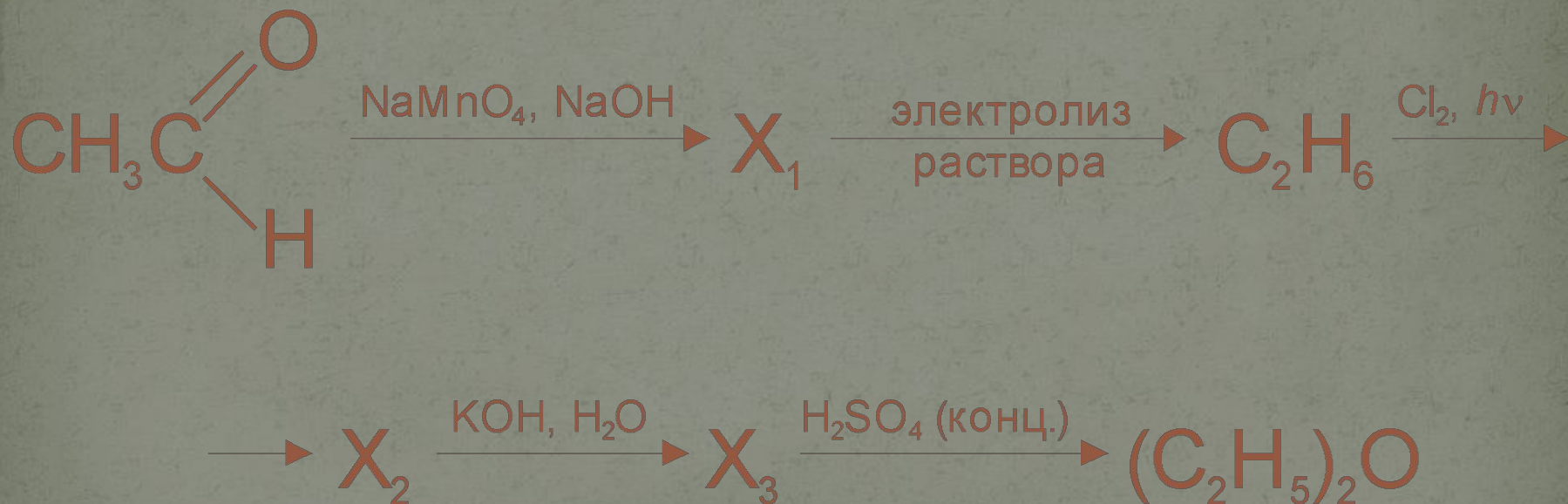


4. Продукт, выделившийся на аноде, пропустили через горячий раствор гидроксида калия:



ПРИМЕР ЗАДАНИЯ ЕГЭ, ЧАСТЬ С

С-3. Осуществите цепочку превращений:



ЗАДАЧИ ХИМИЧЕСКИХ ОЛИМПИАД

1. При электролизе 16г. расплава некоторого соединения водорода с одновалентным элементом на аноде выделился водород количеством вещества 1 моль. Установите формулу вещества, взятого для электролиза.

Решение задач

№ 1

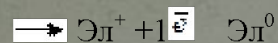
Решение

По условию, водород выделяется на аноде, значит, его ионы имеют отрицательный заряд, а искомый элемент имеет положительный заряд. Ясно, что ЭЛН – гидрид.

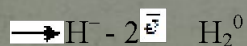
II

расплав

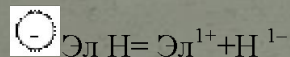
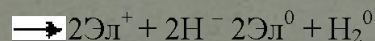
$$m(\text{ЭЛ Н}) = 16 \text{ г}$$



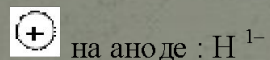
$$(\text{H}_2) = 1 \text{ моль}$$



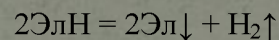
$$\text{ЭЛ Н} - ?$$



на катоде : ЭЛ^{1+}



$$m = 16 \text{ г} \quad \bar{\text{e}} = 1 \text{ моль}$$



расплав 1 моль

2 моль

$$1) M_r(\text{ЭЛ Н}) = (x + 1) \text{ а.е.м}$$

$$2) \frac{M(\text{ЭЛ Н})}{\bar{e}(\text{ЭЛ Н})} = \frac{m(\text{ЭЛ Н})}{1}$$

$$3) \frac{\bar{e}(\text{ЭЛ Н})}{\bar{e}(\text{ЭЛ Н})} = \frac{2}{1} \quad \bar{e}(\text{ЭЛ Н}) = 2\bar{e}(\text{H}_2) = 2 \cdot 1 \text{ моль} = 2 \text{ моль}$$

$$4) M(\text{ЭЛ Н}) = \frac{16 \text{ г}}{1 \text{ моль}} = 16$$

$$5) x + 1 = 8$$

$x = 7$, $A_r(\text{ЭЛ}) = 7$, значит ЭЛ – литий

Ответ: ЭЛН – LiH, гидрид лития

Использованная литература

-
- Г.Е. Рудзитис, Ф.Г. Фельдман «Химия-9», Москва, Просвещение, 2001
- Г.Е. Рудзитис, Ф.Г. Фельдман «Химия-11», Москва, Просвещение, 2009
- А.К. Ризванов «Химические опыты в познании основ наук» «Химия в школе», 2007 № 1
- Е.Г. Морозова «К изучению электрохимических систем», «Химия в школе», 2008 №5
- Г.И. Штремплер «Химия на досуге», Москва, Просвещение, 1996
- В.Н. Алексинский «Занимательные опыты по химии», Москва, Просвещение, 1995
- Г.П. Хомченко «Неорганическая химия», Москва, «Высшая школа», 1987
- И.В. Тригубчак «Содержание и методика преподавания темы «Электролиз», учебно-методический журнал для учителей химии и естествознания № 7-8(849) him.1september.ru