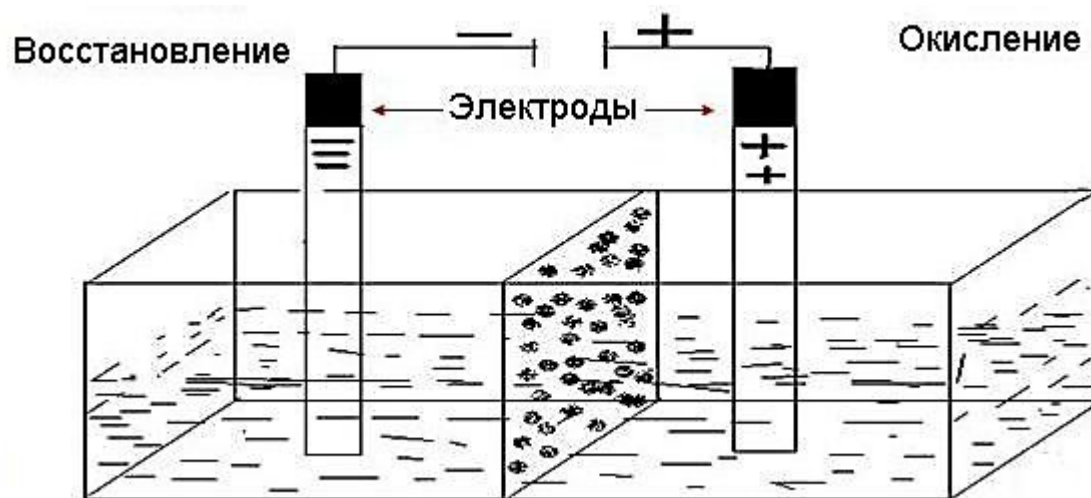


Электролиз расплавов и растворов

—

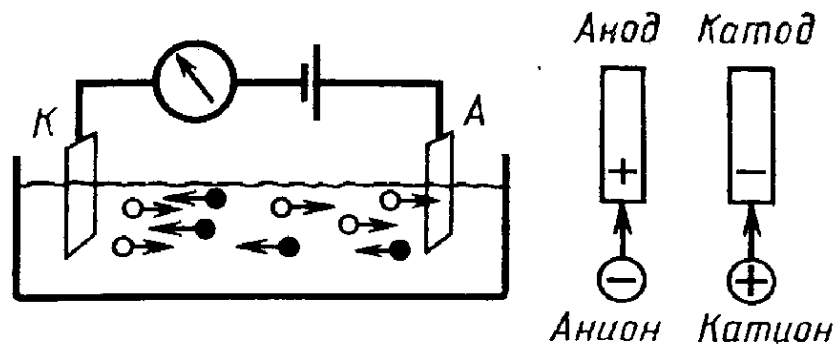
Электролиз – это совокупность ОВР, протекающих под действием электрического тока на электродах, погруженных в раствор или расплав электролита.



Катод - отрицательно заряженный электрод, на котором происходит процесс восстановления.

Анод - положительно заряженный электрод, на котором происходит процесс окисления.

Мнемоническое правило: На катоде катионы восстанавливаются, на аноде анионы окисляются



Виды анодов:

1. Инертные аноды
(нерастворимые, пассивные - платина, графит): материал анода не окисляется, окисляются ионы электролита.

2. Активные аноды (растворимые):
материал анода легко окисляется (медь, цинк, железо).

Электролиз расплавов ОКСИДОВ

- **На катоде идет** восстановление: $Me^{n+} + ne^{-} = Me^0$, т.е. на катоде выделяется металл.
- **На аноде окисляется** кислород: $2O^{-2} - 4e^{-} = O_2$
- Возьмем для примера электролиз расплава оксида калия: $2K_2O \rightarrow 4K + O_2$

Электролиз Al_2O_3

Расплав Al_2O_3 в Na_3AlF_6 (криолит)

(-) Катод $\leftarrow Al^{3+}$ $AlO_3^{3-} \rightarrow$ (+) Анод

(-) Катод: $Al^{3+} + 3e^- = Al^0$

(+) Анод: $4AlO_3^{3-} - 12e^- = 2Al_2O_3 + 3O_2 \uparrow$

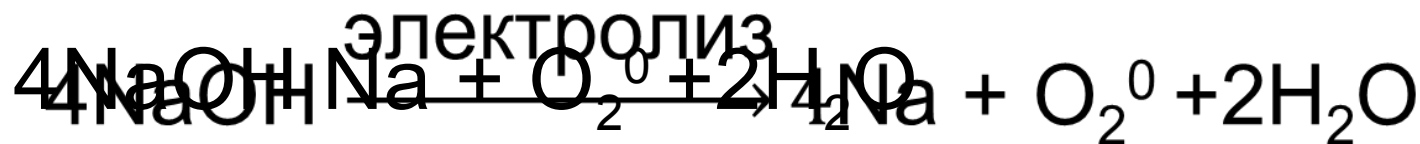
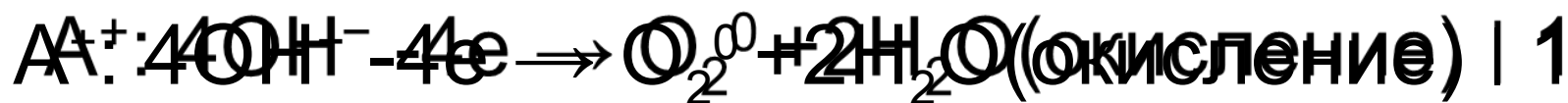
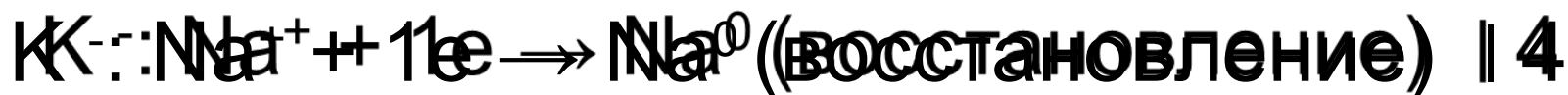
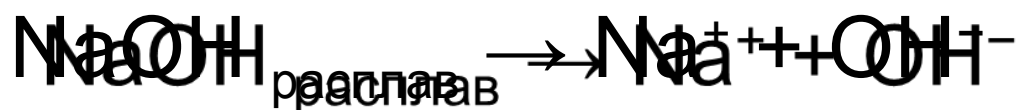
$2Al_2O_3 = 4Al + 3O_2$

Электролиз расплавов оснований

- **На катоде** традиционно восстанавливается металл:
- $\text{Me}^{n+} + ne^{-} = \text{Me}^0$
- **На аноде** будет окисляться кислород в составе гидроксид-группы:
- $4\text{OH}^{-} - 4e = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

Пример 2: Электролиз расплава

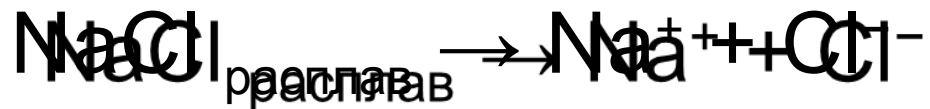
гидроксида натрия.



Электролиз расплавов солей

- **1. Электролиз расплава бескислородной соли:**
- **На катоде** всегда восстанавливается металл: $\text{Me}^{n+} + ne^{-} = \text{Me}^0$
- **На аноде** окисляется бескислородный анион: $\text{A}^{n-} - ne^{-} = \text{A}^0$
- Электролиз расплава NaCl: $2\text{NaCl} = 2\text{Na} + \text{Cl}_2$

Пример 1: Электролиз расплава хлорида натрия.



2. Электролиз расплава кислородсодержащей соли (элемент аниона не в высшей степени окисления):

- **На катоде** всегда восстанавливается металл: $\text{Me}^{n+} + ne^- = \text{Me}^0$

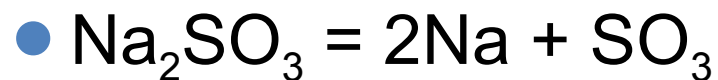
- **На аноде** будет окисляться элемент

+4

+6

- аниона: $\text{SO}_3^{2-} - 2e^- = \text{SO}_3$

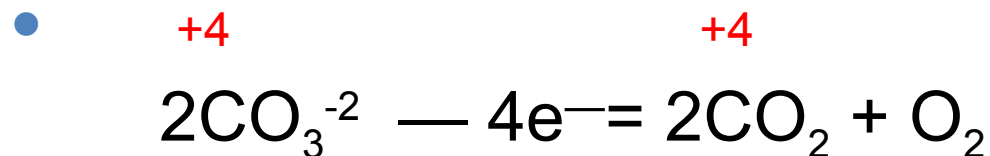
- Например, электролиз расплава сульфита натрия:



- S в сульфите имеет степень окисления +4, при электролизе она окисляется до +6 — SO_3

3. Электролиз расплава кислородсодержащей соли (элемент аниона в высшей степени окисления):

- **На катоде** все без изменений
- **На аноде** — т.к. элемент уже в высшей степени окисления, то окисляться будет кислород:



- Например, электролиз расплава карбоната натрия:



Электролиз растворов

Электрохимический ряд напряжений металлов

<i>Li</i>	<i>Cs</i>	<i>K</i>	<i>Ba</i>	<i>Ca</i>	<i>Na</i>	<i>Mg</i>	<i>Al</i>	<i>Zn</i>	<i>Fe</i>	<i>Co</i>	<i>Ni</i>	<i>Sn</i>	<i>Pb</i>	H_2	<i>Cu</i>	<i>Ag</i>	<i>Hg</i>	<i>Pt</i>	<i>Au</i>
-3.04	-3.01	-2.92	-2.90	-2.87	-2.71	-2.36	-1.66	-0.76	-0.44	-0.28	-0.25	-0.14	-0.13	0	+0.34	+0.80	+0.85	-1.28	-1.50
Li^+	Cs^+	K^+	Ba^{2+}	Ca^{2+}	Na^+	Mg^{2+}	Al^{3+}	Zn^{2+}	Fe^{2+}	Co^{2+}	Ni^{2+}	Sn^{2+}	Pb^{2+}	$2H^+$	Cu^{2+}	Ag^+	Hg^+	Pt^{2+}	Au^{3+}

Катодные процессы

в водных растворах электролитов

Электрохимический ряд напряжений металлов

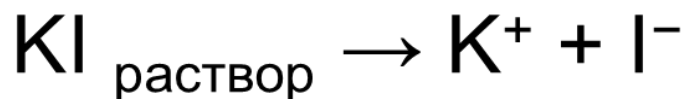
Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al	Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni	H	Cu, Hg, Ag, Pt, Au
Восстановление молекул воды: $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- =$ $\text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$	Оба процесса: 1) $\text{Me}^{n+} + ne^- =$ Me^0 2) $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- =$ $\text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$		Восстановление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

Анодные процессы в водных растворах электролитов

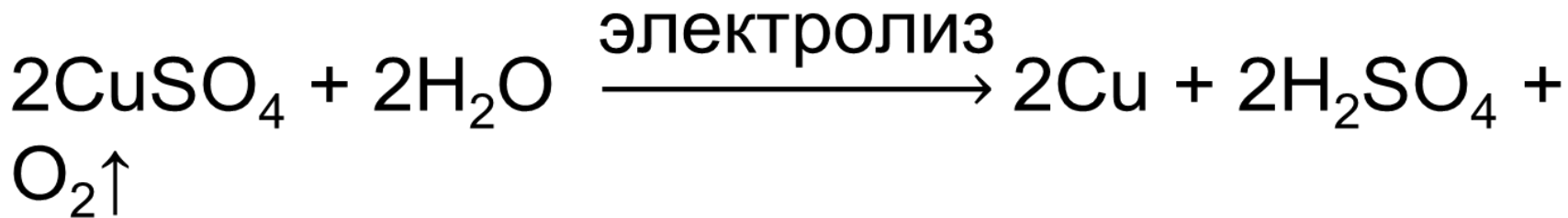
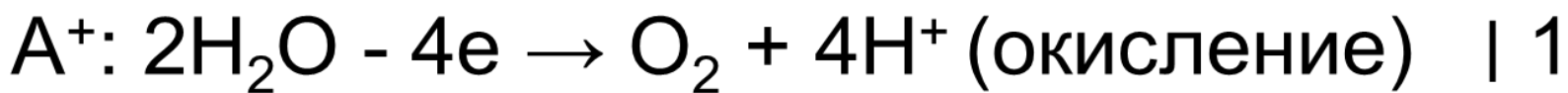
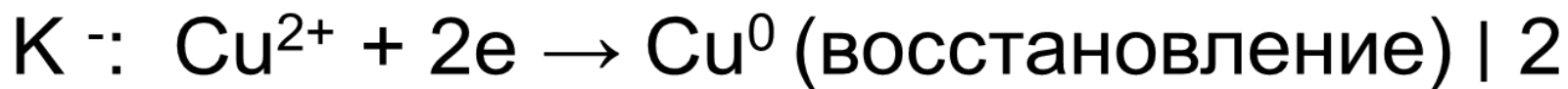
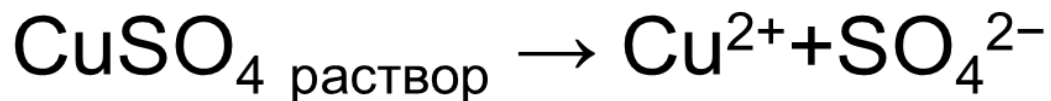
Анион кислотного остатка A^{m-}	
<u>Бескислородный</u> (Cl^- , Br^- , I^- , S^{2-} и др., <i>кроме F</i>)	<u>Кислородсодержащий</u> (OH^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , CO_3^{2-} и др.) и F^-
Окисление аниона (<i>кроме фторида</i>) $A^{m-} - me^- = A^0$	В кислой и нейтральной среде – окисление молекул воды: $2H_2O - 4e^- = O_2\uparrow + 4H^+$ в щелочной среде: $4OH^- - 4e^- = O_2\uparrow + 2H_2O$

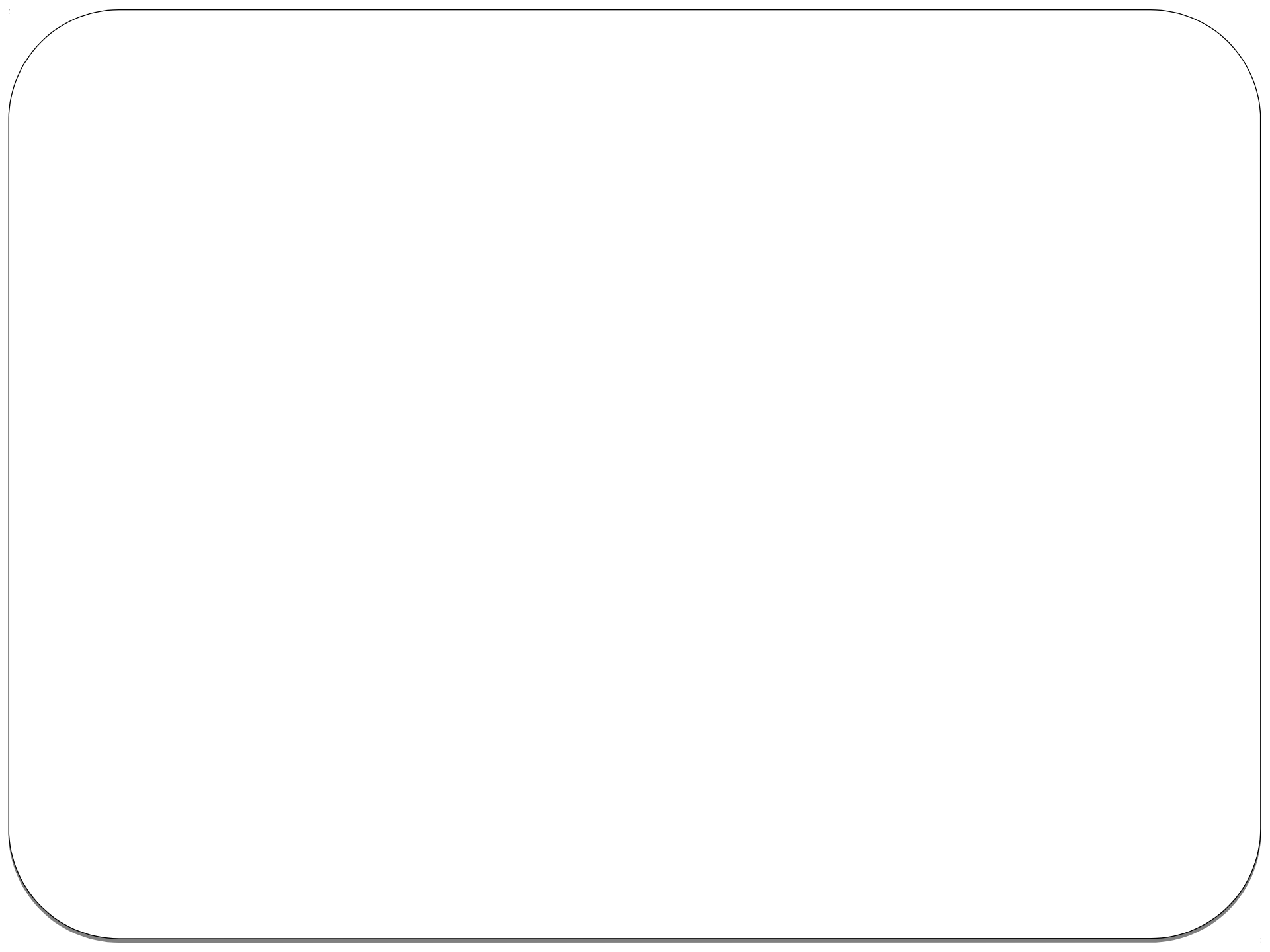
Пример 3: Электролиз раствора иодида калия.

[Видеоопыт: Электролиз раствора иодида калия](#)



Пример 4: Электролиз раствора сульфата меди (II).





Электролиз водных растворов солей отличается от электролиза расплавов

- Отличие — в наличии растворителя. При **электролизе водных растворов солей** кроме ионов самого вещества в процессе участвуют ионы растворителя. При **электролизе расплавов** — только ионы самого вещества.



Закрепление и применение полученных знаний

Задание 22 **Повышенный уровень сложности**

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

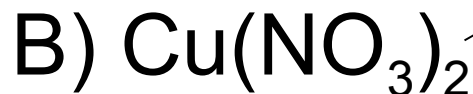
ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТ НА КАТОДЕ
А) CuCl_2	1) водород
Б) AgNO_3	2) кислород
В) K_2S	3) металл
Г) NaBr	4) галоген
	5) сера
	6) азот

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЯ ЕГЭ, задание 22

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, задание 22

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

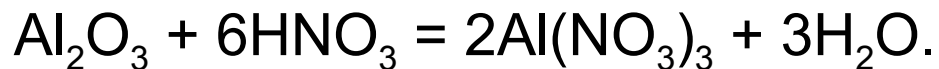
Ответ. 4221

ПРИМЕР ЗАДАНИЯ ЕГЭ, ВЫСОКИЙ уровень сложности

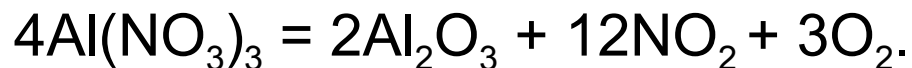
Задание 31. При взаимодействии оксида алюминия с азотной кислотой образовалась соль, которую высушили и прокалили. Образовавшийся при прокаливании твердый остаток подвергли электролизу в расплавленном криолите. Полученный при электролизе металл нагрели с концентрированным раствором, содержащим нитрат калия и гидроксид калия, при этом выделился газ с резким запахом. Составьте уравнения четырех описанных реакций.

ОТВЕТ

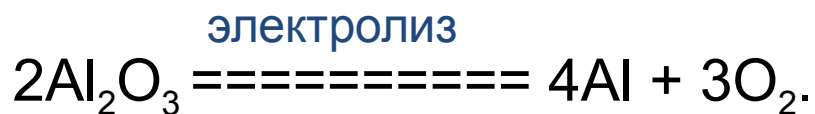
1. При взаимодействии оксида алюминия с азотной кислотой образовалась соль:



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, ВЫСОКИЙ уровень сложности

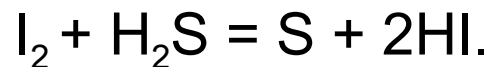
Задание 31. Вещество, полученное на аноде при электролизе раствора йодида натрия с инертными электродами, прореагировало с сероводородом. Образовавшееся твердое вещество сплавляли с алюминием и продукт растворили в воде. Составьте уравнения четырех описанных реакций.

ОТВЕТ

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



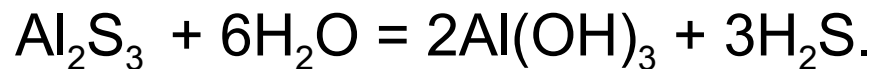
2. Полученное вещество прореагировало с сероводородом:



3. Образовавшееся твердое вещество сплавляли с алюминием:



4. Продукт растворили в воде:



ПРИМЕР ЗАДАНИЯ ЕГЭ, высокий уровень сложности

Задание 31. 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:



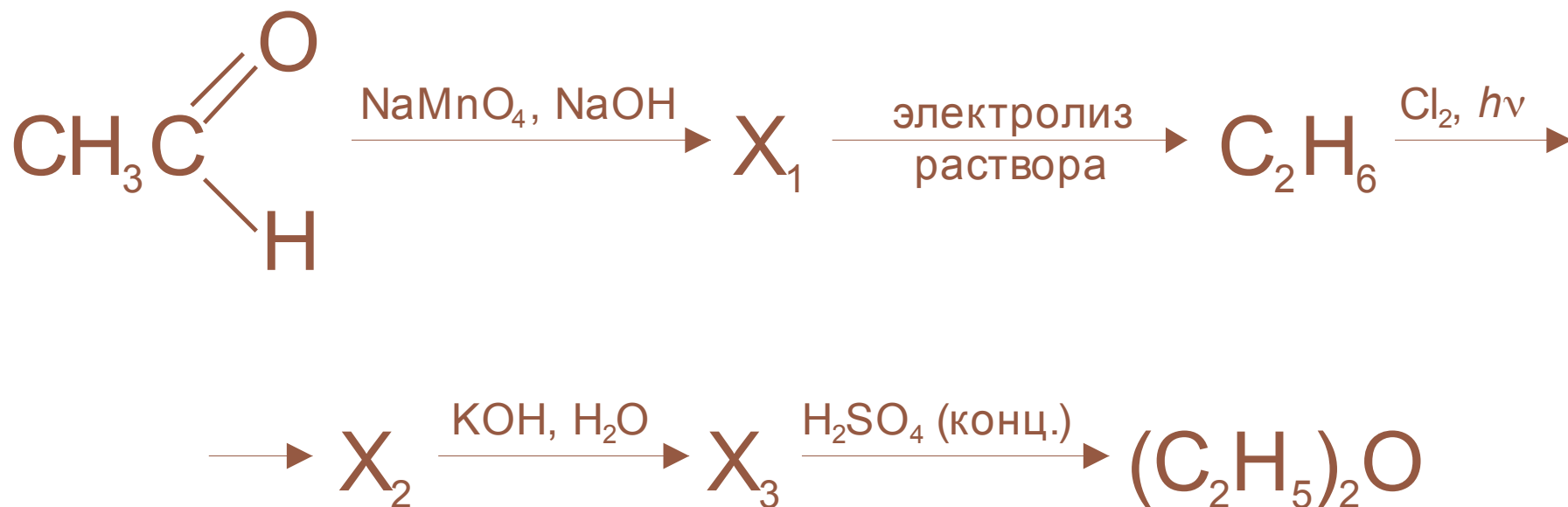
4. Продукт, выделившийся на аноде, пропустили через горячий раствор гидроксида калия:



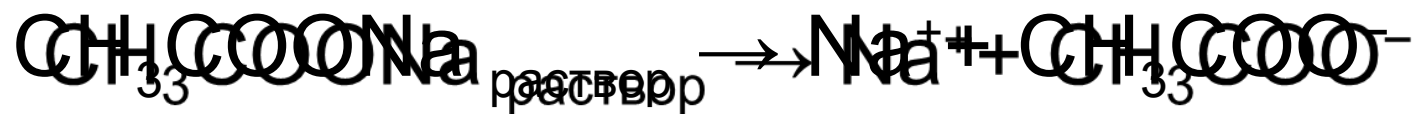
ПРИМЕР ЗАДАНИЯ ЕГЭ,

ЗАДАНИЕ 32

Задание 32. Осуществите цепочку превращений:



Пример 5: Электролиз раствора ацетата натрия.



Интернет-ресурсы

Изображение 1. Г. Дэви <http://www.alhimikov.net/biograf/davy.html>

Текст с иллюстрациями. <http://school-collection.edu.ru/catalog/res/63dc1d9b-7a86-a9cc-c69e-947d93edb2cf/?>

Изображение 2. Электролитическая ванна. http://d1.endata.cx/data/games/27207/06_03cemi.jpg

Изображение 3. Катод, анод. http://www.eduspb.com/public/img/formula/image005_8.png

Изображение 4. Электрохимический ряд напряжений. <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/ru/a/ad/MeTable.jpg>

Видеоопыт. Электролиз раствора иодида калия.

<http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/04141a12-4446-84ea-62fd-24bfd687d010/index.htm>

Изображение 5. Гальваностегия. <http://www.icct.by/Docs/catalog2005/catalog/image/50.jpg>

Изображение 6. Гальванопластика. <http://www.galteh.ru/img/gallery/other13.jpg>

Изображение 7. Гальванопластика. <http://www.galteh.ru/img/gallery/relief109.jpg>

Изображение 8. Гальванопластика и гальваностегия. http://xreferat.ru/image/108/1307217684_1.png

Изображение 9. Получение алюминия. <http://>

www.metalspace.ru/images/articles/education_career/metallurgy/pic_681_04.jpg

Изображение 10. Схема рафинирования меди.

http://ens.tpu.ru/POSOBIE_FIS_KUSN/%DD%EB%E5%EA%F2%F0%EE%F1%F2%E0%F2%E8%EA%E0.%20%CF%EE%F1%F2%EE%FF%ED%ED%FB%E9%20%D2%EE%EA/09_f/030.png

Изображение 11. ЕГЭ «Химия». http://svit24.net/images/stories/articles/2012/World/06-2012/06/z870_ximia_rezyltatu1.jpg

Изображение 12. Ученик. <http://gsnrf.ru/wp-content/uploads/2012/05/65464.gif>

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!