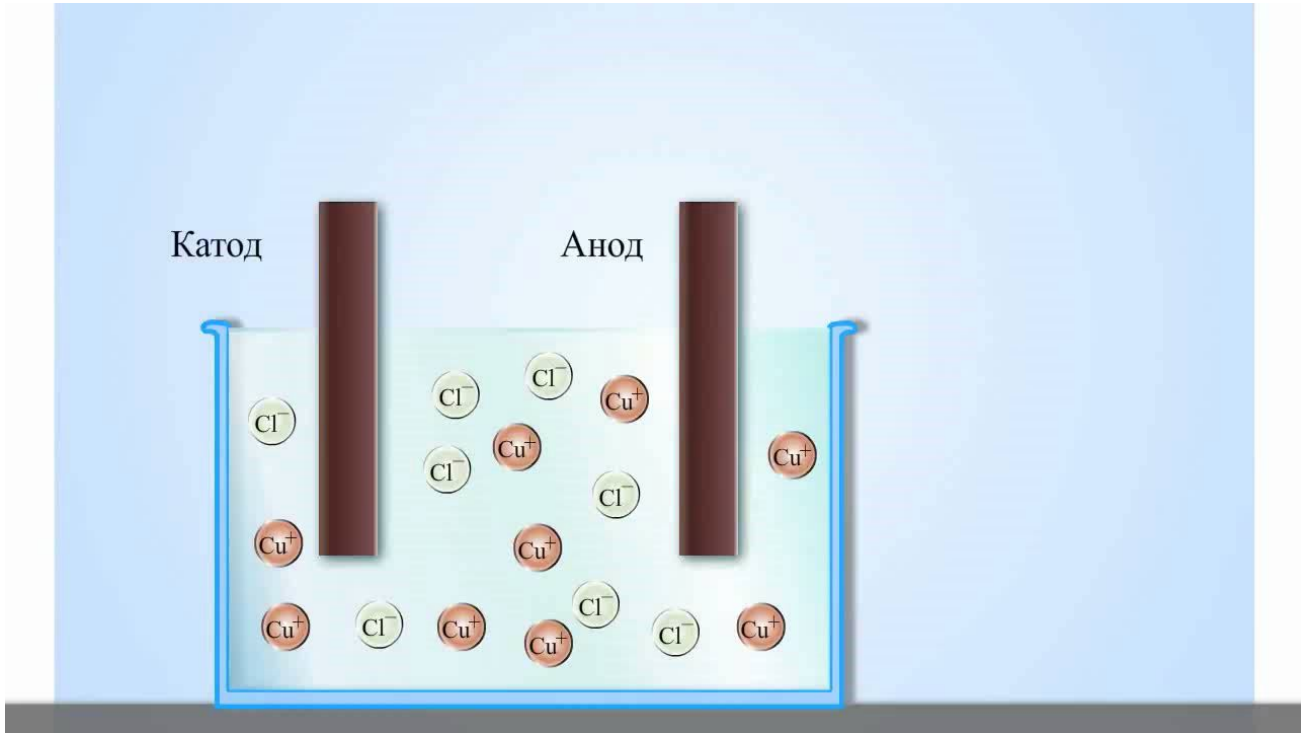
Еще раз про электролиз…



Романова В.О., к.х.н., учитель химии первой категории

МОУ – Лицей №2

Порядковый № задания в работе	Проверяемые элементы содержания	Уровень сложности задания	Примерное Время выполнения Задания (мин.)
22	Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)	Б	2
16 17	Важнейшие способы получения органических соединений	П	5–7
32	Реакции, подтверждающие взаимосвязь различных классов неорганических веществ	В	10-15
34	Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси). Расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе».	В	10-15

МОУ - Лицей № 2 г. Саратова

ЭЛЕКТРОЛИЗ

Романова Вероника Олеговна – учитель химии,к.х.н

Задание 22

Установите соответствие между формулой вещества и продуктом, выделяющимся на катоде при электролизе водного раствора этого вещества.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КАТОДНЫЙ ПРОДУКТ
А) K_2CO_3 Б) $AgNO_3$ В) $ZnCl_2$ Г) $NaHC_2O_4$	1) кислород 2) только металл 3) только водород 4) металл и водород 5) азот 6) хлор

На катоде

Электролиз растворов электролитов

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

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

1

Если в растворе имеются ионы H^+, Sb^{2+}… Au^{3+},
то происходит их восстановление

$$Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu^0$$

2

Если в растворе имеются ионы от Li^+ **до** Al^{3+} (вкл.), то
восстанавливаются молекулы воды:

$$2H_2O + 2e \rightarrow H_2 + 2OH^-$$

3

Если в растворе имеются ионы от Mn^{2+} до Pb^{2+}, то
возможны конкурирующие процессы

$$Zn^{2+} + 2e \rightarrow Zn^0$$

$$2H_2O + 2e \rightarrow H_2 + 2OH^-$$

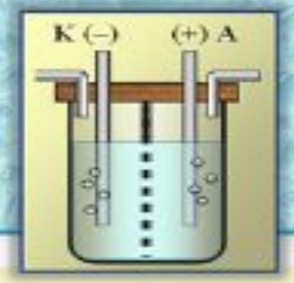
Задание 17

Установите соответствие между схемой реакции и органическим веществом, которое является продуктом этой реакции.

СХЕМА РЕАКЦИИ	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) ацетат кальция $\xrightarrow{t}$	1) CH_4
Б) ацетат натрия $\xrightarrow{H_2SO_4}$	2) C_2H_6
В) ацетат натрия $\xrightarrow{электролиз;\ H_2O}$	3) C_3H_8
Г) ацетат натрия $\xrightarrow{NaOH,\ t}$	4) CH_3CH_2OH
	5) $CH_3C(O)CH_3$
	6) CH_3COOH

На аноде

- Нерастворимый (инертный) - Pt, C (графит)
- Растворимый (активный) – Cu, Zn, Al, Fe и др.



Нерастворимый анод

1

Если в растворе имеются анионы Cl^-, Br^-, I^-, S^{2-} то происходит **их окисление**

$$2Cl^- - 2e \rightarrow Cl_2^0$$

2

Если в растворе имеются анионы кислородсодержащих кислот SO_4^{2-}, NO_3^-, PO_4^{3-}… F^-, то **окисляются молекулы воды**

$$2H_2O - 4e \rightarrow O_2 + 4H^+$$

3

Если в растворе имеются анионы OH^-, то

$$4OH^- - 4e \rightarrow O_2 + 2H_2O$$

4

Если в растворе имеются анионы органических кислот, то происходит **их окисление**

$$2RCOO^- - 2e \rightarrow R\text{-}R + 2CO_2$$

Задание 32

Вещество, выделившееся на катоде при электролизе водного раствора сульфата меди (II) с угольными электродами, нагрели с оксидом меди (II). Продукт реакции, вещество красного цвета, растворили в концентрированной азотной кислоте при нагревании; реакция сопровождалась выделением бурого газа. При добавлении к полученному раствору раствора сульфида натрия образовался черный осадок. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

Вариант ответа:

1) $2CuSO_4 + 2H_2O = 2Cu + 2H_2SO_4 + O_2\uparrow$ (электролиз)

2) $Cu + CuO = Cu_2O$

3) $Cu_2O + 6HNO_{3(конц.)} = 2Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 3H_2O$

4) $Cu(NO_3)_2 + Na_2S = CuS\downarrow + 2NaNO_3$

$CuSO_4$ *раствор* $\xrightarrow{электролиз}$

$CuSO_4 \leftrightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-}$

K(-)	Cu^{2+},HOH	$Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu^0$	2
A(+)	SO_4^{2-}.HOH	$2H_2O - 4e \rightarrow O_2\uparrow + 4H^+$	

$Cu^{2+} + 2H_2O \rightarrow 2Cu\downarrow + O_2\uparrow + 4H^+$

$2SO_4^{2-}$ $\qquad$ $2SO_4^{2-}$

$$2\,CuSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{электролиз} 2Cu\downarrow + O_2\uparrow + 2H_2SO_4$$

Задание 32

Провели электролиз водного раствора нитрата меди (II). Выделившийся при этом газ прореагировал с натрием. Полученное при этом вещество растворили в холодной воде. К образовавшемуся раствору добавили раствор сульфата хрома (III) и нагрели, при этом раствор приобрёл жёлтый цвет. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

Вариант ответа:

1) $2Cu(NO_3)_2 + 2H_2O = 2Cu + O_2\uparrow + 4HNO_3$ (электролиз)
2) $2Na + O_2 = Na_2O_2$
3) $Na_2O_2 + 2H_2O = 2NaOH + H_2O_2$ (при охлаждении)
4) $Cr_2(SO_4)_3 + 3H_2O_2 + 10NaOH = 2Na_2CrO_4 + 3Na_2SO_4 + 8H_2O$

Задание 34

Задание 34 (1). При *частичном электролизе* 300 г раствора нитрата меди (II) получен раствор массой 288 г, содержащий 4,5% нитрата меди (II). Вычислите массовую долю нитрата меди (II) в исходном растворе.

Решение

Уравнение электролиза:

$$2Cu(NO_3)_2 + 2H_2O = 2Cu\downarrow + O_2\uparrow + 4HNO_3$$

2 моль 2 моль 1 моль 4 моль

При электролизе образовались медь и кислород, поэтому уменьшилась масса раствора. Следовательно,

$\Delta\, m(Cu + O_2) = 300$ г – 288 г = 12 г;

Пусть:

$n(O_2) = x$ моль, $n(Cu) = 2x$ моль.

Тогда $32x + 64 \cdot 2x = 12 \Rightarrow x = 0{,}075$ моль $= n(O_2)$;

$n(Cu(NO_3)_{2\ прореаг.}) = 2n(O_2) = 0{,}15$ моль,

$m(Cu(NO_3)_{2\ прореаг.}) = 0{,}15$ моль$\cdot 188$ г/ моль = 28,2 г;

$m(Cu(NO_3)_{2\ ост.}) = 288$ г $\cdot$ 0,045 = 12,96 г,

$m(Cu(NO_3)_{2\ исх.}) = 28{,}2$ г + 12,96 г = 41,16 г;

$\omega(Cu(NO_3)_2) = 41{,}16$ г : 300 г $\cdot$ 100% = 13,72%

Ответ: 13,72%

Задание 34

Задание 34 (2). Электролиз 400 г 8,5%-ного раствора нитрата серебра продолжали до тех пор, пока масса раствора не уменьшилась на 25 г. Вычислите массовые доли соединений в растворе, полученном после окончания электролиза, и массы веществ, выделившихся на инертных электродах.

Решение

1) Уравнение электролиза:

$$4AgNO_3 + 2H_2O = 4Ag\downarrow + 4HNO_3 + O_2\uparrow$$

4 моль 4 моль 1 моль

2) m($AgNO_3$ в растворе) = 400г · 0,085 = 34 г;

n ($AgNO_3$) = 34 г / 170 г/моль = 0,2 моль;

При полном электролитическом разложении данного количества соли выделяется 0,2 моль Ag (m(Ag) = 0,2 моль · 108г/ моль = 21,6 г) и 0,05 моль O_2 (m(O_2) =0,05 моль·32г/ моль=1,6г),

Общее уменьшение массы раствора за счет Ag и O_2 составит:

21,6 г + 1,6 г = 23,2 г.

При электролизе образовавшегося раствора азотной кислоты *электролизу подвергается и вода*:

$$2H_2O = 2H_2 + O_2\uparrow$$

2 моль 2 моль 1 моль

Потеря массы раствора за счет электролиза воды составляет:

25 г -23,2 г = 1,8 г.

$n(H_2O)$ = 1,8 г / 18г/моль = 0,1 моль;

На электродах выделилось 0,1 моль H_2 (m = 0,1 моль·2г/ моль = 0,2г),

и 0,05моль O_2 (m =0,05 моль·32г/ моль = 1,6 г),

$m(O_{2\ общая})$ = 1,6 г + 1,6 г = 3,2 г;

3) В оставшемся растворе:

$n(HNO_3) = n(AgNO_3)$ =0,2 моль,

$m(HNO_3)$ = 0,2 моль · 63г/ моль=12,6г;

m(конеч. раствора) =400г – 25г = 375 г;

$\omega(HNO_3)$ = 12,6 г /375 г = 0,0336, или 3,36%.

Ответ: ω (HNO_3) = 3,36%;

К(+) 21,6 г Ag↓ и 0,2 г H_2↑, А(+) = 3,2 г O_2.

Задание 34 (3). К раствору, полученному после электролиза 120 г 3,9%-го раствора сульфида натрия, добавили 2,87 г цинкового купороса ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$). Определите, сколько грамм 10%-ой соляной кислоты нужно прилить к образовавшемуся раствору, чтобы *выпала максимально возможная масса осадка*.

Решение

Уравнения реакций:

$$Na_2S + 2H_2O = 2NaOH + H_2\uparrow + S\downarrow \quad (1)$$

$$4NaOH + ZnSO_4 = Na_2[Zn(OH)_4] + Na_2SO_4 \quad (2)$$

$m(Na_2S) = 120 \cdot 0{,}039 = 4{,}68$ г,

$n(Na_2S) = 4{,}68 : 78 = 0{,}06$ моль,

$n(NaOH) = 2n(Na_2S) = 0{,}12$ моль;

$n(ZnSO_4) = n(ZnSO_4 \cdot 7H_2O) = 2{,}87 : 287 = 0{,}01$ моль.

Гидроксид натрия в большом избытке, поэтому реакция (2) действительно протекает с образованием комплексной соли. Максимальная масса осадка выпадет при нейтрализации остатка гидроксида натрия и частичном разрушении комплекса:

Гидроксид натрия в большом избытке, поэтому реакция (2) действительно протекает с образованием комплексной соли. Максимальная масса осадка выпадет при нейтрализации остатка гидроксида натрия и частичном разрушении комплекса:

$$NaOH + HCl = NaCl + H_2O \quad (3)$$

$$Na_2[Zn(OH)_4] + 2HCl = 2NaCl + Zn(OH)_2\downarrow + 2H_2O \quad (4)$$

$n(NaOH_{ост.}) = 0,12 - 0,01 \cdot 4 = 0,08$ моль,

$n(Na_2[Zn(OH)_4]) = n(ZnSO_4) = 0,01$ моль;

$n(HCl) = 2n(Na_2[Zn(OH)_4]) + n(NaOH_{ост.}) = 0,02 + 0,08 = 0,1$ моль

$m(HCl) = 0,1 \cdot 36,5 = 3,65$ г

$m(HCl)$р-ра $= 3,65 : 0,1 = 36,5$ г

Ответ: 36,5 г

Ты ушла от меня электроном,
Я остался унылым ионом.
Положительный, вроде, заряд,
Но я этому вовсе не рад.

Электродами было разбито
Счастье хрупкое электролита.
Отключу напряженье извне -
Может быть, ты вернёшься ко мне...

Спасибо за внимание!