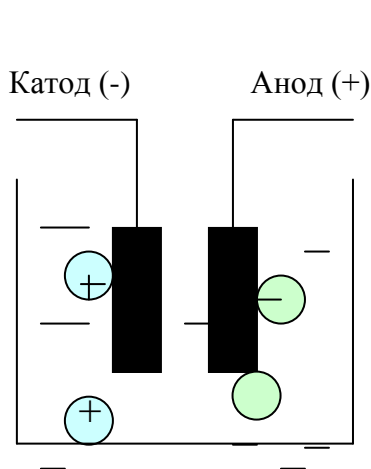


Подготовка к ЕГЭ-2016 по химии (задание 29)

Проверяемый элемент содержания:

Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)

Электролиты → раствор, расплав проводят электрический ток



Химические реакции, протекающие под действием электрического тока на электродах, помещенных в раствор или расплав электролита, называются **электролизом**

Восстановление
катионов

Окисление
анионов

Электрохимический ряд напряжений металлов:

Li, Rb, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H₂, Bi, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au

(металлы расположены в порядке возрастания стандартных электродных потенциалов)

Электролиз растворов электролитов более сложен из-за возможного участия в электродных процессах молекул воды:

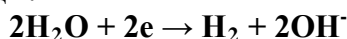
- восстановление на катоде - $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- = \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$
- окисление на аноде - $2\text{H}_2\text{O} - 4e^- = \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+$

В тех случаях, когда на одном и том же электроде возможно протекание двух или большего числа процессов, наиболее вероятен тот, осуществление которого связано с минимальной затратой энергии. Это означает, что **на катоде** восстанавливаются в первую очередь окисленные формы окислительно-восстановительных систем с **наибольшим электродным потенциалом**, а **на аноде** окисляются восстановленные формы с наименьшим электродным потенциалом.

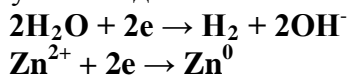
Поэтому для определения порядка протекания окислительно-восстановительных процессов на электродах при электролизе водных растворов **можно руководствоваться** следующими **практическими советами**:

- для процессов на катоде:

1) Катионы, расположенные в ряду напряжений металлов **от лития до алюминия** (включительно), а также катионы NH_4^+ не восстанавливаются, вместо них восстанавливаются молекулы воды:



2) Катионы, расположенные в ряду напряжений **после алюминия до водорода**, могут восстанавливаться вместе с молекулами воды:



3) Катионы, расположенные в ряду напряжений **после водорода**, полностью восстанавливаются:

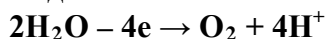


4) В растворах кислот восстанавливаются ионы водорода:

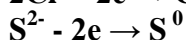
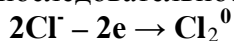


• для процессов на аноде:

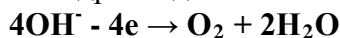
1) Кислородосодержащие анионы (CO_3^{2-} , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , ...) и F^- – не окисляются, вместо них окисляются молекулы воды:



2) Анионы S^{2-} , I^- , Br^- , Cl^- (в этой последовательности) окисляются до простых веществ:

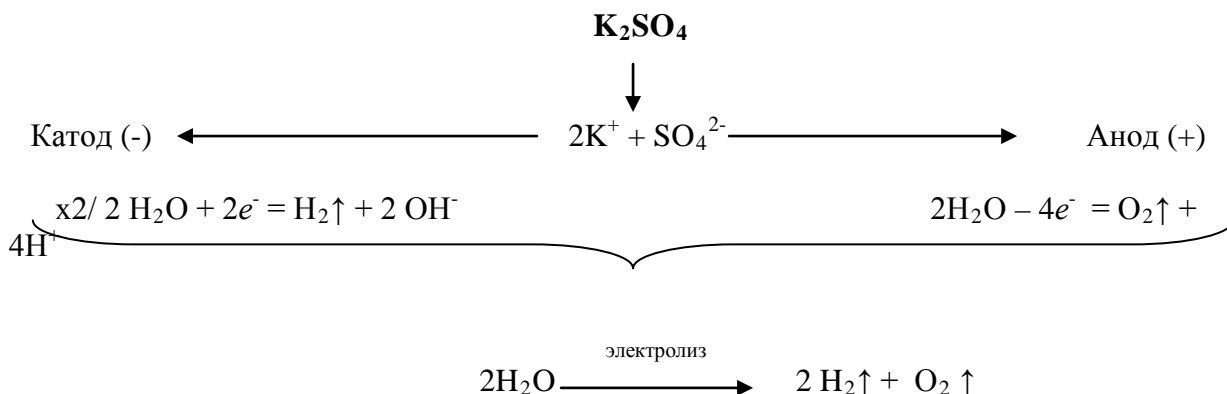
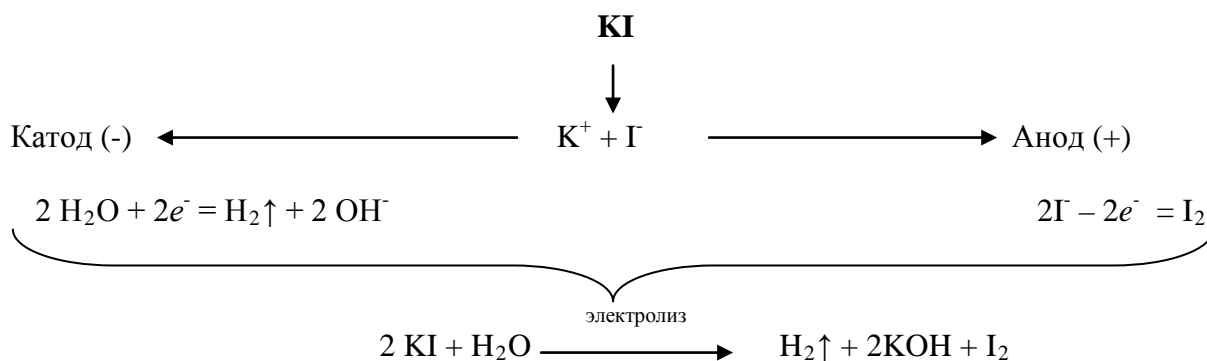
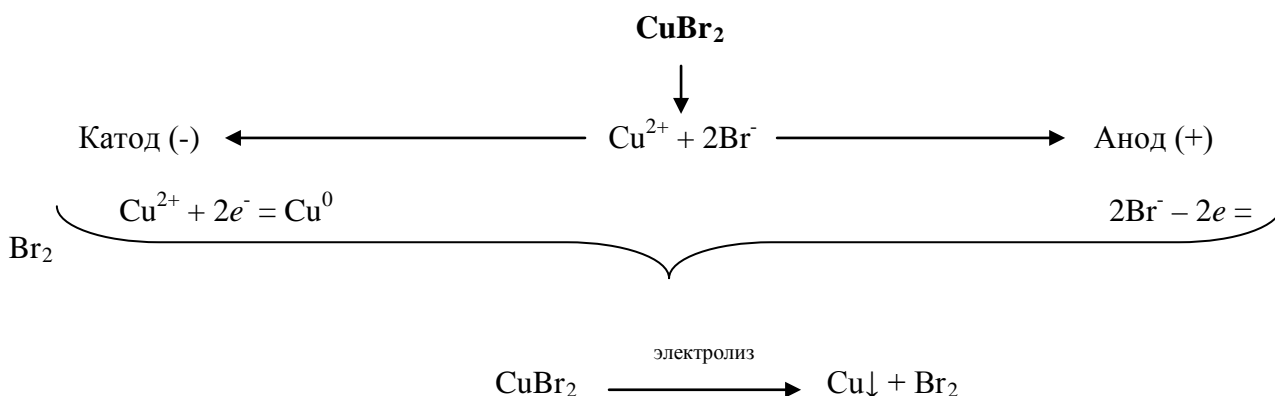


3) В растворах щелочей окисляются гидроксид-ионы:



Примечание: при использовании растворимых анодов (из меди, цинка, серебра, никеля и других металлов) электроны во внешнюю цепь посылает сам анод за счет окисления атома металла, из которого сделан анод: $\text{Me}^0 - ne^- = \text{Me}^{n+}$
анод во внешнюю цепь в раствор

Рассмотрим примеры



Задания для тренировки:

1. Установите соответствие между формулой соли и продуктом, образующимся на катоде при электролизе ее 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	

Ответ:

А	Б	В	Г

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

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА		АНОДНЫЙ ПРОДУКТ	
А) KI		1) кислород	
Б) AgF		2) металл	
В) FeCl_2		3) иод	
Г) KHCO_3		4) фтор	
		5) углекислый газ	
		6) хлор	

Ответ:

А	Б	В	Г

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

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА		КАТОДНЫЙ ПРОДУКТ	
А) H_2SO_4		1) сероводород	
Б) CuSO_4		2) только металл	
В) AlCl_3		3) металл и водород	
Г) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$		4) только водород	
		5) сера	
		6) хлор	

Ответ:

А	Б	В	Г

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

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА		КАТОДНЫЙ ПРОДУКТ	
А) KOH		1) сернистый газ	
Б) ZnSO_4		2) только металл	
В) CrCl_3		3) металл и водород	
Г) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$		4) только водород	
		5) сера	
		6) хлор	

Ответ:

А	Б	В	Г

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

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	АНОДНЫЙ ПРОДУКТ
А) $\text{Ba}(\text{OH})_2$	1) кислород
Б) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	2) сернистый газ
В) CrCl_3	3) металл
Г) Li_2SO_4	4) водород
	5) сера
	6) хлор

Ответ:

А	Б	В	Г

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

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	АНОДНЫЙ ПРОДУКТ
А) KOH	1) кислород
Б) ZnSO_4	2) сернистый газ
В) CrCl_3	3) металл
Г) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	4) водород
	5) сера
	6) хлор

Ответ:

А	Б	В	Г

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

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	АНОДНЫЙ ПРОДУКТ
А) Na_2SO_4	1) кислород
Б) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	2) сернистый газ
В) FeCl_3	3) диоксид азота
Г) KHSO_4	4) водород
	5) азот
	6) хлор

Ответ:

А	Б	В	Г

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

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	АНОДНЫЙ ПРОДУКТ
А) Na_2CO_3	1) кислород
Б) Ag_2SO_4	2) сернистый газ
В) FeCl_2	3) углекислый газ
Г) NaHSO_4	4) водород
	5) сера
	6) хлор

Ответ:

А	Б	В	Г

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

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

КАТОДНЫЙ ПРОДУКТ

- А) K_3PO_4
 Б) H_2SO_4
 В) $CuCl_2$
 Г) $NaHSO_4$

- 1) кислород
 2) только металл
 3) только водород
 4) металл и водород
 5) сера
 6) хлор

Ответ:

А	Б	В	Г

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

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

КАТОДНЫЙ ПРОДУКТ

- А) Na_2CO_3
 Б) Ag_2SO_4
 В) $FeCl_2$
 Г) $NaHSO_4$

- 1) кислород
 2) только металл
 3) только водород
 4) металл и водород
 5) сера
 6) хлор

Ответ:

А	Б	В	Г

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

ФОРМУЛА СОЛИ

ПРОДУКТ НА КАТОДЕ

- А) $CuSO_4$
 Б) $AgNO_3$
 В) K_2S
 Г) Na_2SO_4

- 1) водород
 2) кислород
 3) металл
 4) аммиак
 5) сера
 6) диоксид азота

Ответ:

А	Б	В	Г

12. Установите соответствие между названием вещества и продуктами электролиза его водного раствора

ВЕЩЕСТВА

ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА

- А) хлорид натрия
 Б) сульфат натрия
 В) хлорид меди
 Г) сульфат меди

- 1) натрий и хлор
 2) натрий и кислород
 3) водород и кислород
 4) медь и хлор
 5) медь и кислород
 6) водород и хлор

Ответ:

А	Б	В	Г

13. Установите соответствие между формулой соли и продуктом, который образуется на аноде в результате электролиза ее водного раствора

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

АНОДНЫЙ ПРОДУКТ

- А) $Cu(NO_3)_2$
 Б) $CaCl_2$
 В) KNO_3
 Г) Na_3PO_4

- 1) водород
 2) кислород
 3) кальций
 4) калий
 5) медь
 6) хлор

А	Б	В	Г
---	---	---	---

Ответ:

--	--	--	--

14. Установите соответствие между формулой вещества и продуктом, который образуется на аноде в результате электролиза его водного раствора.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

ПРОДУКТ РЕАКЦИИ

- | | |
|----------------------|------------------|
| А) нитрат меди | 1) водород |
| Б) хлорид кальция | 2) кислород |
| В) гидроксид калия | 3) диоксид азота |
| Г) ортофосфат натрия | 4) фосфор |
| | 5) медь |
| | 6) хлор |

Ответ:

А	Б	В	Г

15. Установите соответствие между названием вещества и продуктом, который образуется на катоде в результате электролиза его водного раствора.

ВЕЩЕСТВО

КАТОДНЫЙ ПРОДУКТ

- | | |
|----------------------|-------------------|
| А) гидроксид кальция | 1) Са |
| Б) сульфат меди | 2) Сu |
| В) гидроксид калия | 3) К |
| Г) нитрат серебра | 4) Аg |
| | 5) Н ₂ |
| | 6) О ₂ |

Ответ:

А	Б	В	Г

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

ФОРМУЛА СОЛИ

ПРОДУКТ НА АНОДЕ

- | | |
|-----------------------------------|-------------|
| А) CuCl ₂ | 1) водород |
| Б) AgNO ₃ | 2) кислород |
| В) K ₂ SO ₄ | 3) металл |
| Г) NaBr | 4) галоген |
| | 5) сера |
| | 6) азот |

Ответ:

А	Б	В	Г

17. Установите соответствие между веществом (и его состоянием) и продуктами электролиза

ВЕЩЕСТВО (и его состояние)

ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| А) расплав хлорида цезия | 1) металл и хлор |
| Б) раствор сульфата меди | 2) металл и кислород |
| В) расплав гидроксида калия | 3) водород и кислород |
| Г) раствор гидроксида бария | 4) водород и хлор |
| | 5) металл и триоксид серы |
| | 6) водород и триоксид серы |

Ответ:

А	Б	В	Г

18. Установите соответствие между формулой соли и продуктом, который образуется на катоде в результате электролиза ее водного раствора

ФОРМУЛА СОЛИ

ПРОДУКТ НА КАТОДЕ

- | | |
|----------------------|--------------------|
| А) CuCl ₂ | 1) Cu |
| Б) NaCl | 2) Na |
| В) CaCl ₂ | 3) Ca |
| Г) KCl | 4) К |
| | 5) Н ₂ |
| | 6) Cl ₂ |

Ответ:

А	Б	В	Г

Ответ:

--	--	--	--

19. Установите соответствие между названием вещества и продуктом, который образуется на катоде в результате электролиза его водного раствора.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ НА КАТОДЕ
А) нитрат меди(II)	1) Cu
Б) гидроксид натрия	2) Na
В) хлорид натрия	3) Cl ₂
Г) сульфат калия	4) K
	5) H ₂
	6) O ₂

Ответ:

А	Б	В	Г

20. Установите соответствие между названием процесса и продуктом, который образуется на катоде

ПРОЦЕСС	ПРОДУКТ НА КАТОДЕ
А) электролиз раствора хлорида меди (II)	1) медь
Б) электролиз расплава гидроксида натрия	2) натрий
В) электролиз расплава хлорида кальция	3) кальций
Г) электролиз расплава гидроксида калия	4) калий
	5) водород
	6) кислород

Ответ:

А	Б	В	Г

21. Установите соответствие между формулой вещества и продуктом, образующимся на аноде при электролизе его водного раствора.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ НА АНОДЕ
А) NaOH	1) натрий
Б) NaBr	2) калий
В) KBr	3) медь
Г) CuBr ₂	4) водород
	5) кислород
	6) бром

Ответ:

А	Б	В	Г

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

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТ НА КАТОДЕ
А) CuCl ₂	1) водород
Б) AgNO ₃	2) кислород
В) K ₂ S	3) металл
Г) NaBr	4) галоген
	5) сера
	6) азот

Ответ:

А	Б	В	Г

23. Установите соответствие между формулой соли и продуктом, который образуется на инертном аноде при электролизе её водного раствора.

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТ ЭЛЕКТРОЛИЗА НА АНОДЕ
А) Cu(NO ₃) ₂	1) водород
Б) Na ₂ S	2) кислород
В) AlCl ₃	3) металл
Г) ZnSO ₄	4) хлор
	5) сера
	6) азот

А	Б	В	Г
---	---	---	---

Ответ:

--	--	--	--

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

ФОРМУЛА СОЛИ

ПРОДУКТ ЭЛЕКТРОЛИЗА НА АНОДЕ

- A) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$
Б) MgCl_2
B) Na_2S
Г) CuSO_4

- 1) азот
2) сера
3) водород
4) кислород
5) металл
6) галоген

Ответ:

А	Б	В	Г

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

ФОРМУЛА СОЛИ

ПРОДУКТ НА КАТОДЕ

- A) K_3PO_4
Б) CuCl_2
B) CaCl_2
Г) CuSO_4

- 1) калий
2) медь
3) кислород
4) хлор
5) водород
6) серная кислота

Ответ:

А	Б	В	Г

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

ФОРМУЛА СОЛИ

ПРОДУКТ НА КАТОДЕ

- A) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$
Б) KF
B) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
Г) FeBr_2

- 1) медь
2) железо, водород
3) железо, кислород
4) водород
5) калий
6) алюминий

Ответ:

А	Б	В	Г

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

ФОРМУЛА СОЛИ

ПРОДУКТ НА АНОДЕ

- A) AlBr_3
Б) Rb_2SO_4
B) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$
Г) AuCl_3

- 1) Cl_2
2) O_2
3) H_2
4) Br_2
5) SO_2
6) NO_2

Ответ:

А	Б	В	Г

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

ФОРМУЛА СОЛИ

ПРОДУКТ НА КАТОДЕ

- A) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
Б) Cs_2SO_4
B) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$
Г) AuBr_3

- 1) Cs
2) Al
3) Hg
4) H_2
5) Au
6) S

А	Б	В	Г
---	---	---	---

Ответ:

--	--	--	--

29. Установите соответствие между формулой соли и уравнением процесса, протекающего на инертном аноде при электролизе её водного раствора.

ФОРМУЛА СОЛИ

УРАВНЕНИЕ АНОДНОГО ПРОЦЕССА

А) KCl

1) $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$

Б) AlBr_3

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

В) CuSO_4

3) $2\text{Cl}^- - 2\text{e} \rightarrow \text{Cl}_2^0$

Г) AgNO_3

4) $2\text{Br}^- - 2\text{e} \rightarrow \text{Br}_2^0$

5) $2\text{SO}_4^{2-} - 2\text{e} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$

6) $2\text{NO}_3^- - 2\text{e} \rightarrow 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$

Ответ:

А	Б	В	Г

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

ФОРМУЛА СОЛИ

ПРОДУКТ НА АНОДЕ

А) KBr

1) O_2

Б) Na_2SO_4

2) Cl_2

В) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

3) Br_2

Г) CuCl_2

4) NO_2

5) SO_2

6) H_2

Ответ:

А	Б	В	Г

ОТВЕТЫ:

1 – 3311

2 – 3161

3 – 4243

4 – 4334

5 – 1161

6 – 1161

7 – 1161

8 – 1161

9 – 3323

10 – 3243

11 – 3311

12 – 6345

13 – 2622

14 – 2622

15 – 5254

16 – 4224

17 – 1223

18 – 1555

19 – 1555

20 – 1234

21 – 5666

22 – 3311

23 – 2542

24 – 4624

25 – 5252

26 – 4412

27 – 4221

28 – 4435

29 – 3411

30 – 3112