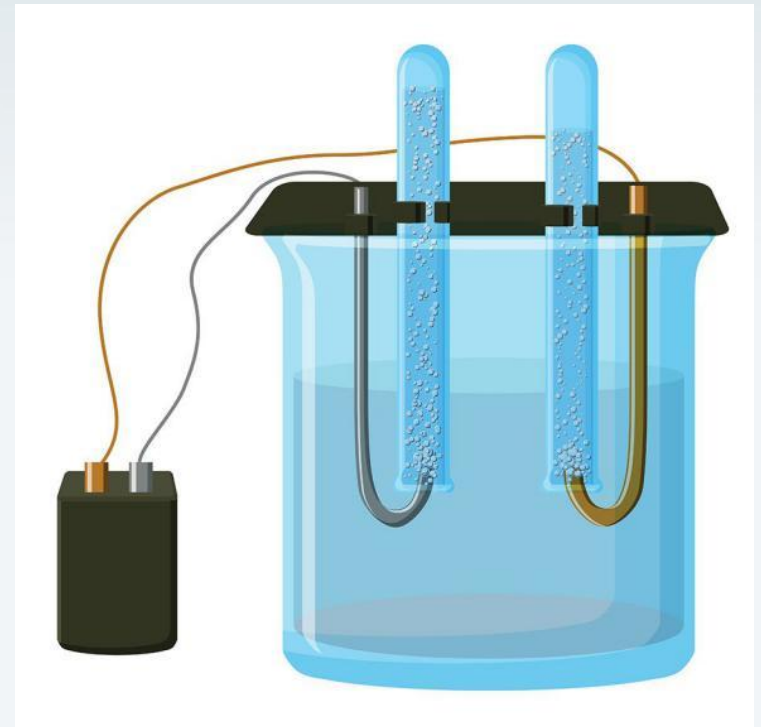


Электролиз



Электролиз -

совокупность окислительно-восстановительных процессов, протекающих на поверхности электродов при пропускании электрического тока через расплав или раствор электролитов



Электролиз

Катод (-)

отрицательно
заряженный электрод.



К нему притягиваются все
катионы, находящиеся в
растворе или расплаве.



На катоде протекают
реакции восстановления
ионов и молекул.

Анод (+)

положительно заряженный
электрод.



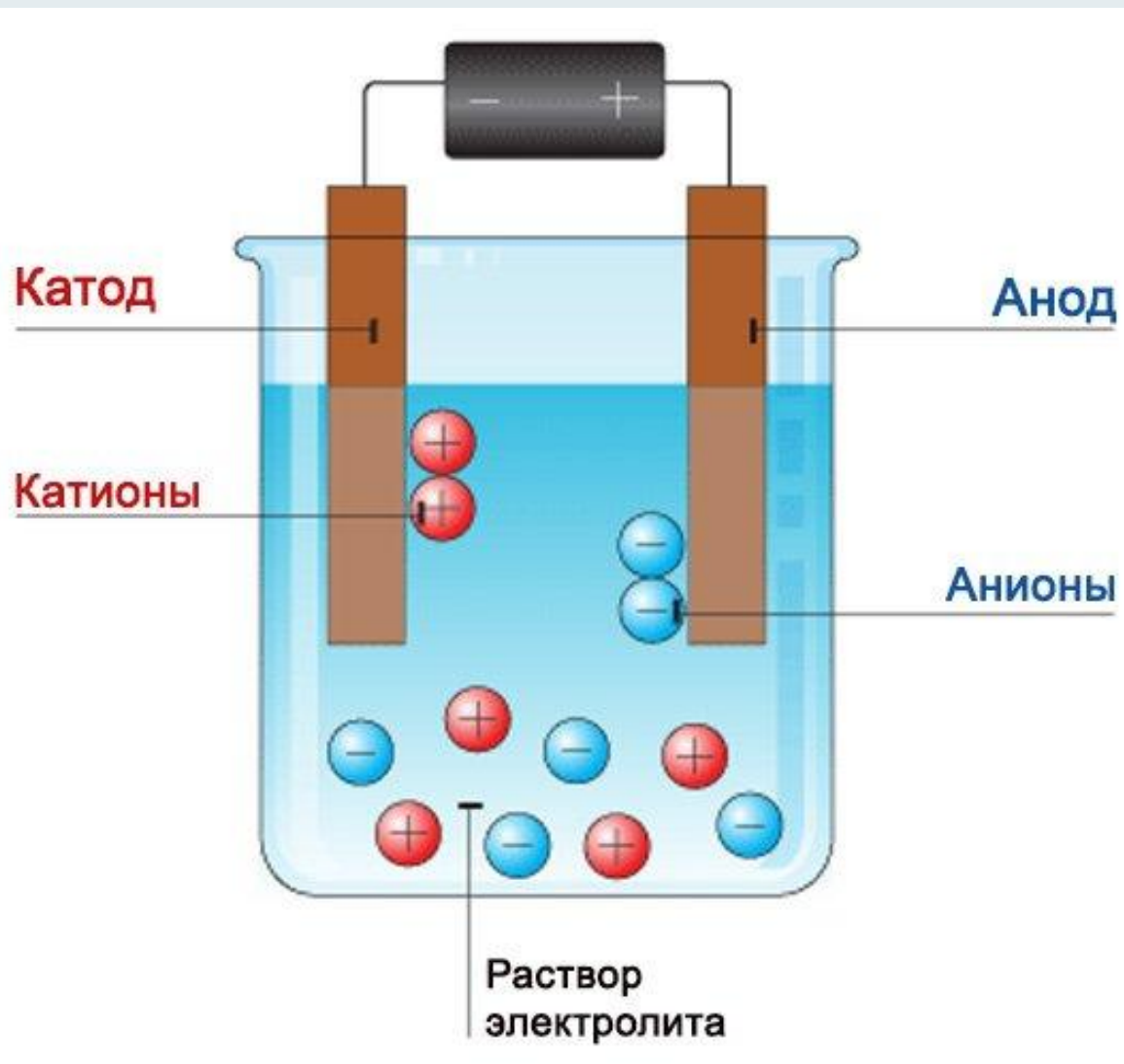
К нему притягиваются все
анионы, находящиеся в
растворе или расплаве.



На аноде протекают
реакции окисления ионов и
молекул.



Электролиз



Электроды

Инертные

Не изменяются
в процессе
электролиза

Изготовлены из
платины или
графита

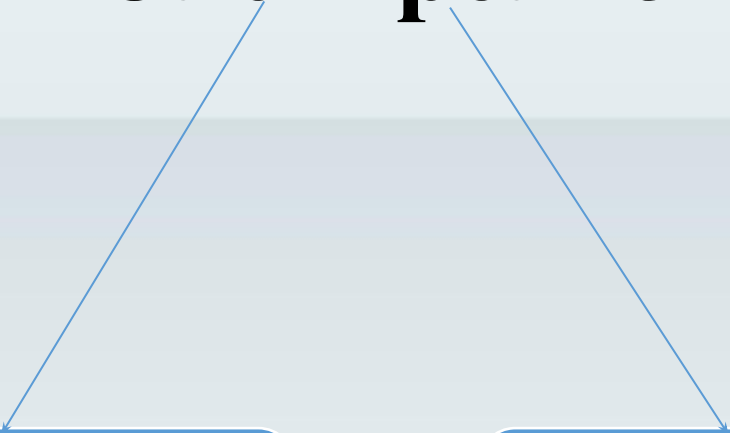
Активные

Участвуют в процессах
окисления или
восстановления

Изготовлены из меди,
олова, свинца, серебра



Электролиз



```
graph TD; A[Электролиз] --> B[Расплавов]; A --> C[Растворов];
```

Расплавов

Растворов

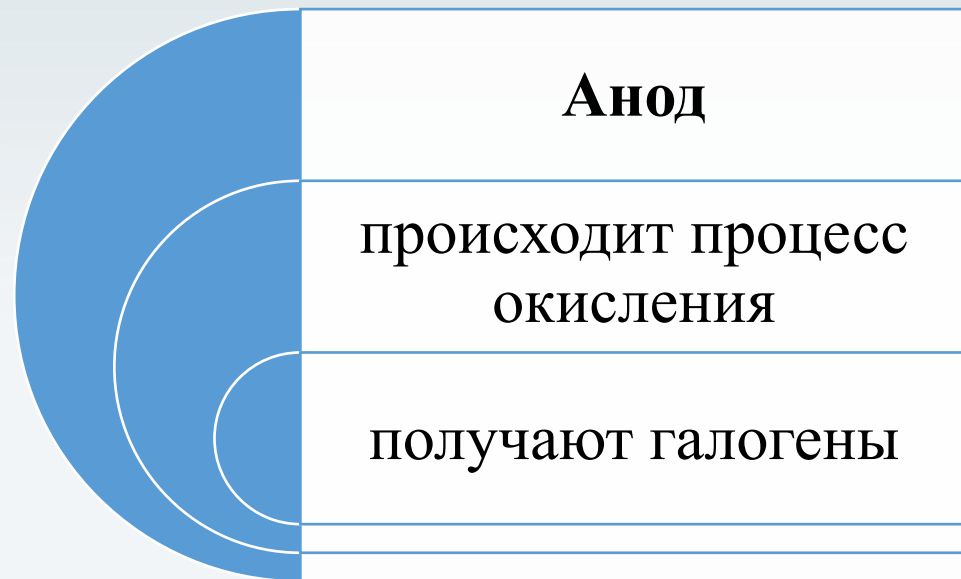
! Электролиз расплавов возможен только для веществ, которые плавятся без разложения.



Электролиз расплава

Расплавы солей, кислот и оснований при пропускании электрического тока выделяют на электродах свои катионы и анионы

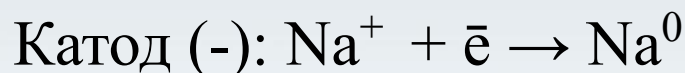
- **Катод**
- происходит процесс восстановления
- получают активные металлы



Электролиз расплава



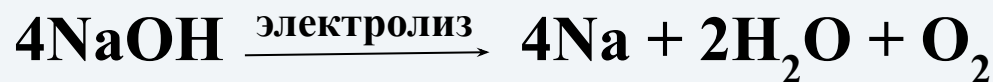
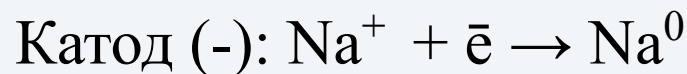
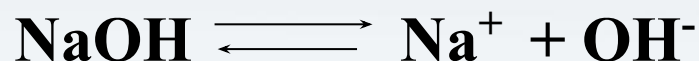
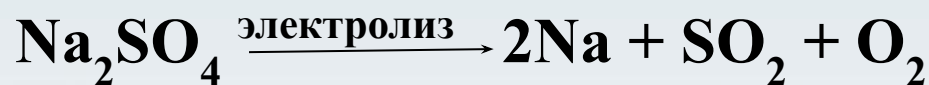
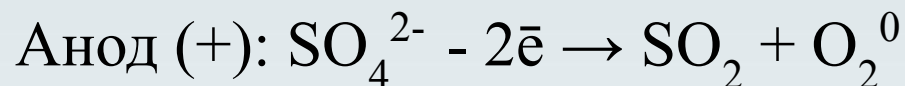
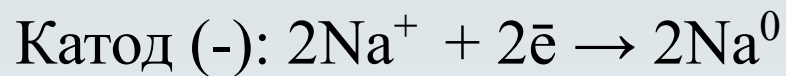
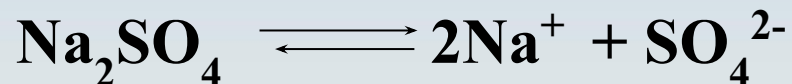
При пропускании электрического тока на катоде протекает восстановление ионов натрия до металлического натрия, а на аноде – окисление хлорид-ионов:



Складывая полуреакции окисления и восстановления, получаем суммарное уравнение электролиза:

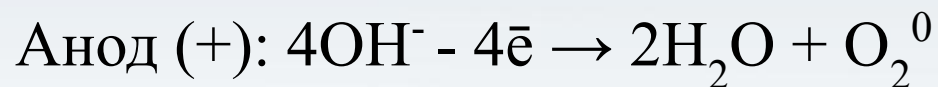
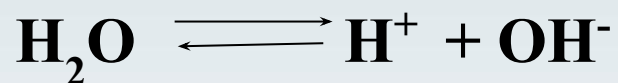


Электролиз расплава



Электролиз воды

Приводит к выделению молекул водорода H_2^0 на катоде и молекул O_2^0 на аноде. Водорода всегда выделяется в 2 раза больше, чем кислорода



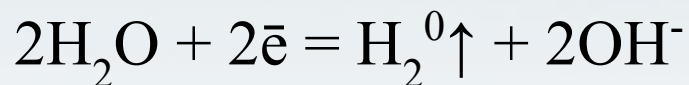
Электролиз растворов

Правила электролиза строго определяют продукты, образующиеся на катоде или аноде в результате электролиза раствора того или иного вещества. Эти правила подразделяются на катодные — определяющие состав продуктов на катоде, и анодные — определяющие состав продуктов на аноде.

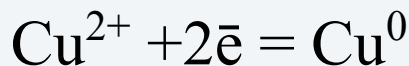


Катодные правила

- 1) Если на катоде находятся катионы H^+ (из воды) и катионы активного металла (расположены в ряду напряжений левее марганца) (из вещества), то происходит восстановление молекул воды и выделяется водород:



- 2) Если на катоде находятся катионы H^+ (из воды) и катионы неактивного металла (расположены в ряду напряжений правее водорода) (из вещества), то выделяется только металл:



Катодные правила

- 3) Если на катоде находятся катионы водорода и катионы металла средней активности (металлы от марганца включительно и до свинца), то возможно одновременное восстановление и молекул воды и катионов металла.

Если на катоде находятся катионы Fe^{3+} ; Ni^{2+} ; Pb^{2+} ; Sn^{2+} и H^+ , то возможно преимущественное восстановление катионов металла. (Обычно даётся по условию задачи).

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
восстановление молекул воды: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$	восстановление молекул воды: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$ восстановление ионов металла: $\text{M}^{n+} + \text{ne}^- \rightarrow \text{M}$	восстановление ионов металла: $\text{M}^{n+} + \text{ne}^- \rightarrow \text{M}$

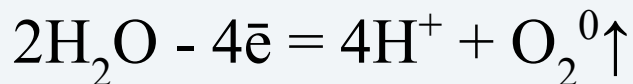
Анодные правила

- 1) Если на аноде находятся анионы бескислородной кислоты (Cl^- , Br^- , I^- , S^{2-}) и гидроксид-анионы, то окисляется сам анион:



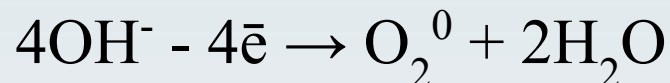
Исключением является ион F^- : при электролизе растворов фтороводорода и фторидов на аноде выделяется кислород.

- 2) Если на аноде находятся анионы кислородсодержащей кислоты (а также фторид-ионы), то на аноде происходит окисление воды с выделением кислорода:

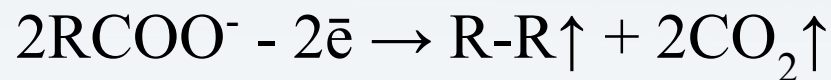


Анодные правила

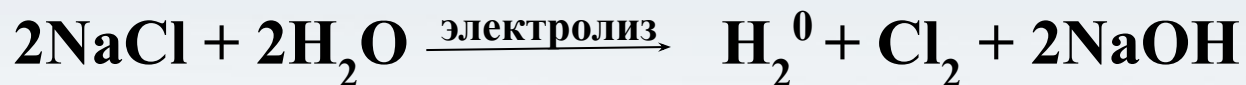
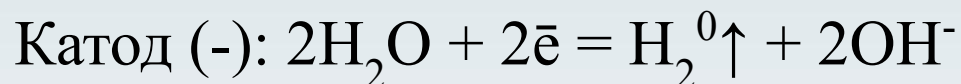
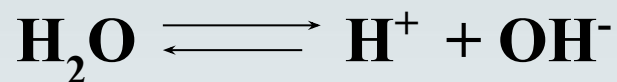
- 3) Если на аноде находятся гидроксид-анионы, то они подвергаются окислению с образованием молекул O_2 .



- 4) При электролизе солей карбоновых кислот на аноде протекает окисление аниона по схеме:

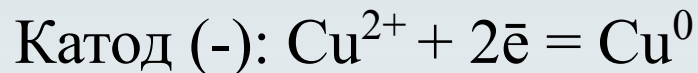
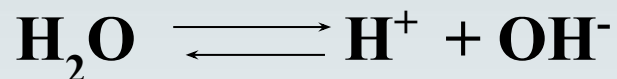
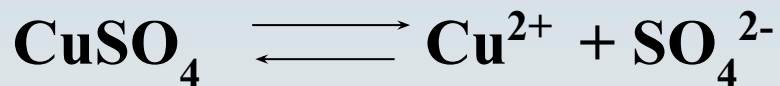


Электролиз раствора NaCl



В растворе останутся молекулы NaOH. При этом анионы OH^- концентрируются на аноде, где создаётся **щелочная среда**.

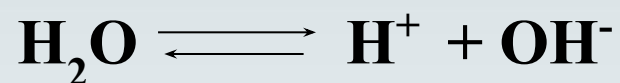
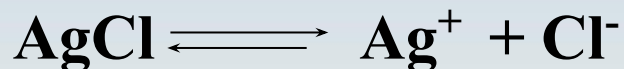
Электролиз раствора CuSO_4



На катоде концентрируются катионы H^+ и создаётся **кислая среда**.

Суммарную реакцию электролиза записывают таким образом, что первым среди продуктов реакции записывают продукт, выделяющийся на катоде, затем – продукт, выделяющийся на аноде, а после этого то вещество, которое остаётся в растворе.

Электролиз раствора AgCl



Катод (-): $\text{Ag}^+ + 1\bar{e} = \text{Ag}^0$

Анод (+): $2\text{Cl}^- - 2\bar{e} \rightarrow \text{Cl}_2^0$



Электролиз этого вещества сводится к электролизу самой соли, катион и анион которой выделяются в виде молекул на электродах. Среда остаётся **нейтральной**.

Применение электролиза

Виды электролиза:

- 1. Электролиз водных растворов солей
- 2. Электролиз расплавов солей
- 3. Электролиз органических соединений
- 4. Электролиз неорганических соединений
- 5. Электролиз металлов
- 6. Электролиз оксидов металлов
- 7. Электролиз кислот
- 8. Электролиз щелочей
- 9. Электролиз аммиака
- 10. Электролиз азотной кислоты
- 11. Электролиз серной кислоты
- 12. Электролиз фосфорной кислоты
- 13. Электролиз уксусной кислоты
- 14. Электролиз муравьиной кислоты
- 15. Электролиз щавелевой кислоты
- 16. Электролиз лимонной кислоты
- 17. Электролиз янтарной кислоты
- 18. Электролиз винной кислоты
- 19. Электролиз молочной кислоты
- 20. Электролиз гликолевой кислоты
- 21. Электролиз пировиноградной кислоты
- 22. Электролиз пикриновой кислоты
- 23. Электролиз пикриновой кислоты
- 24. Электролиз пикриновой кислоты
- 25. Электролиз пикриновой кислоты
- 26. Электролиз пикриновой кислоты
- 27. Электролиз пикриновой кислоты
- 28. Электролиз пикриновой кислоты
- 29. Электролиз пикриновой кислоты
- 30. Электролиз пикриновой кислоты

Задания для подготовки к ЕГЭ (задание 22)

Пример 1. Установите соответствие между формулой соли и продуктом, образующимся на катоде при электролизе её водного раствора.

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТ НА КАТОДЕ
А) CuBr_2	1) H_2
Б) CuSO_4	2) Cu
В) NaNO_3	3) Na
Г) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	4) Ba
	5) NO_2
	6) Br_2

Задания для подготовки к ЕГЭ

(задание 22)

Решение.

Напомним, что на катоде протекает процесс восстановления (присоединения электронов). Следовательно, при электролизе растворов солей на катоде могут выделяться только металлы или водород. Поэтому два последних варианта ответа можно сразу исключить из рассмотрения как заведомо неверные. Далее руководствуемся правилами определения катодных продуктов электролиза. Медь расположена в ряду напряжений металлов правее водорода, значит, при электролизе и раствора CuBr_2 , и раствора CuSO_4 на катоде будет выделяться медь (ответ 2). Барий и натрий расположены левее марганца, следовательно, при электролизе водных растворов их солей на катоде выделяется водород из воды (ответ 1).

Задания для подготовки к ЕГЭ (задание 22)

Ответ:

А	Б	В	Г
2	2	1	1

Задания для подготовки к ЕГЭ

(задание 22)

Пример 2. Установите соответствие между формулой соли и продуктом, образующимся на инертном аноде при электролизе её водного раствора.

ФОРМУЛА СОЛИ	ПРОДУКТ НА КАТОДЕ
А) CuSO_4	1) водород
Б) K_2S	2) кислород
В) BaCl_2	3) металл
Г) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	4) хлор
	5) сера
	6) азот

Задания для самостоятельного решения

Задание 3. Установите соответствие между формулой вещества и продуктами электролиза водного раствора этого вещества, выделившимися на инертных электродах.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) KClO_4	1) водород, углекислый газ и этан
Б) KI	2) водород и кислород
В) AgNO_3	3) водород и галоген
Г) $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$	4) металл и кислород
	5) металл и галоген
	6) металл и углекислый газ

Задания для самостоятельного решения

Задание 4. Установите соответствие между формулой вещества и продуктами электролиза водного раствора этого вещества, выделившимися на инертных электродах.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА
А) MgBr_2	1) водород и сернистый газ
Б) $\text{Ba}(\text{OH})_2$	2) металл и сероводород
В) CuSO_4	3) водород и кислород
Г) H_2SO_4	4) водород и галоген
	5) металл и кислород
	6) металл и галоген