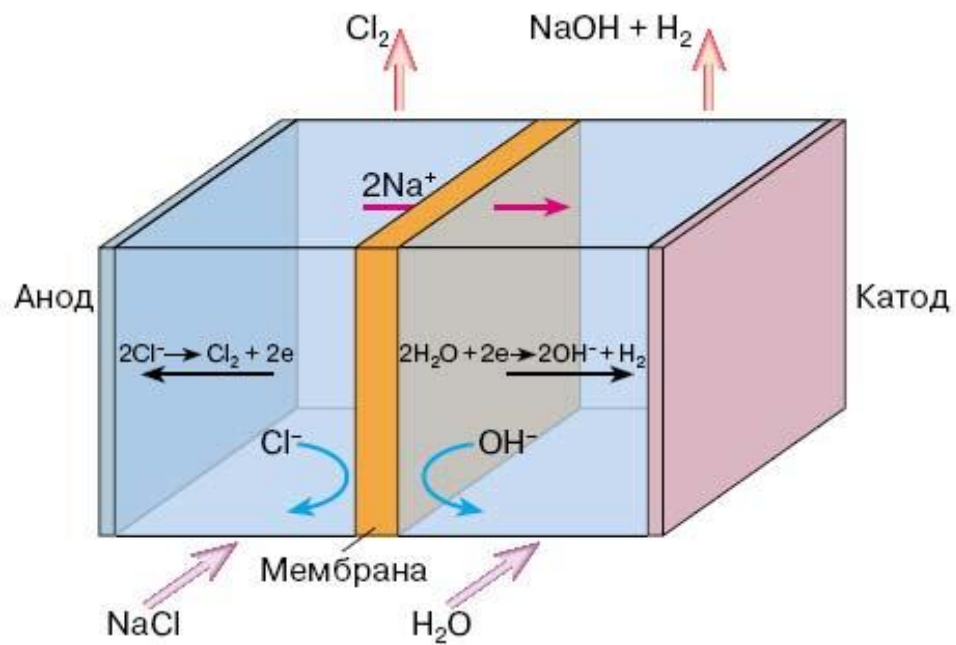
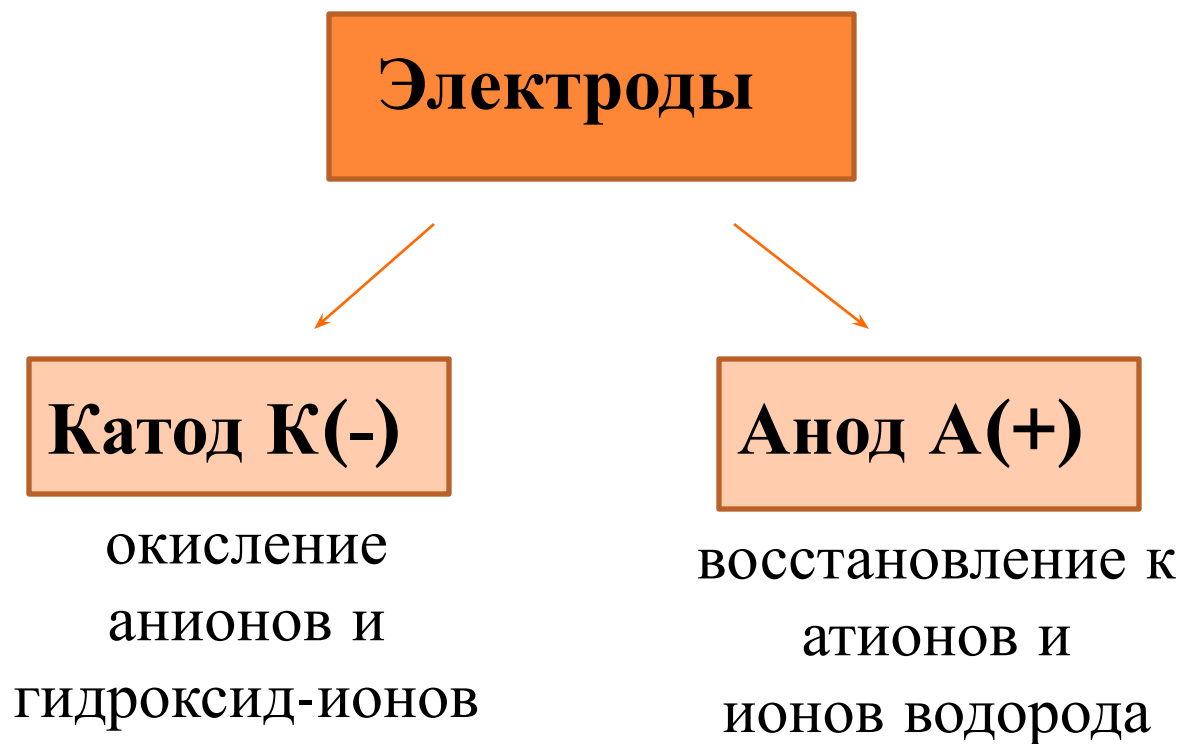


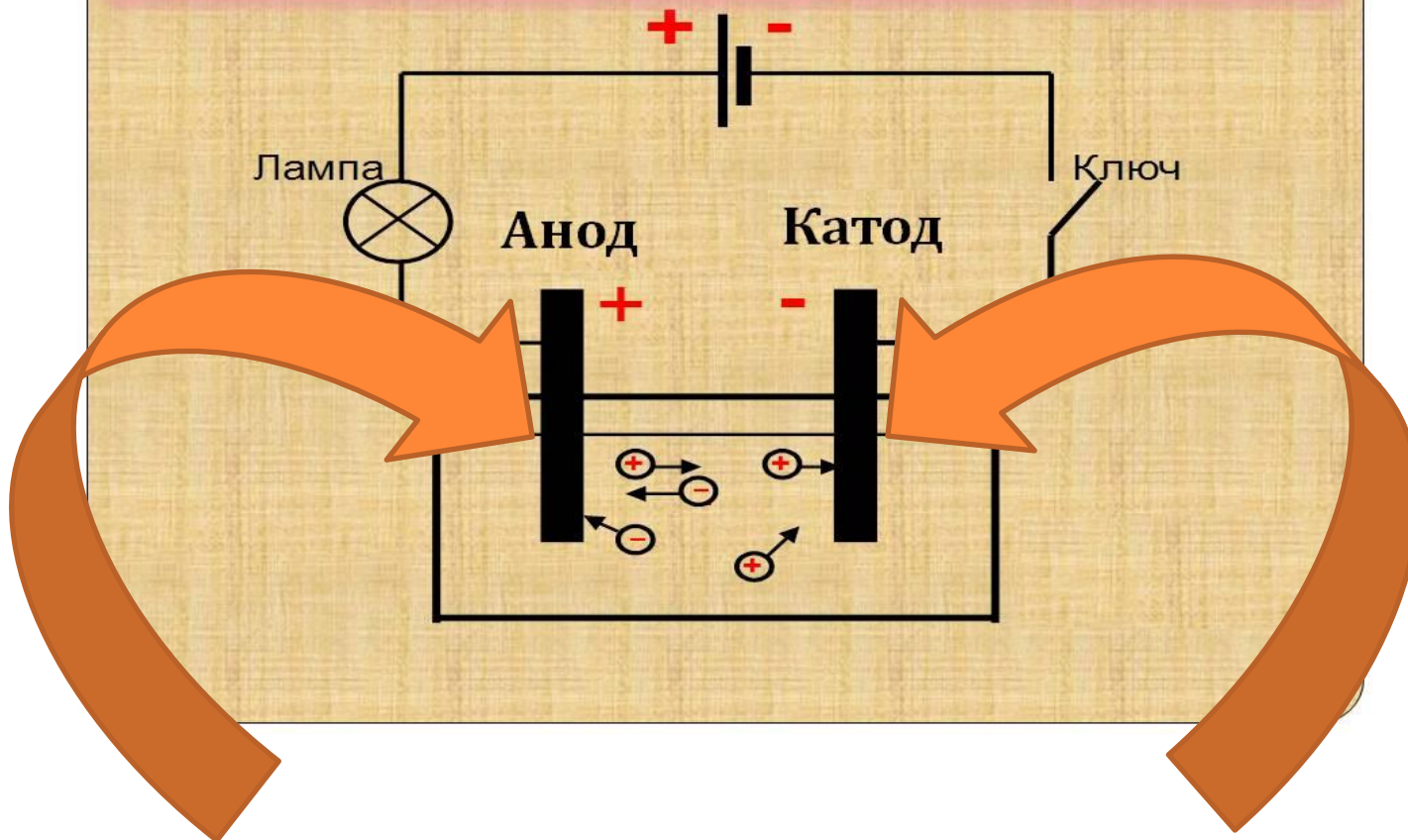
# ЭЛЕКТРОЛИЗ РАСПЛАВОВ И РАСТВОРОВ



**Электролиз** — это окислительно — восстановительный процесс, протекающий на электродах при прохождении постоянного электрического тока через расплав или раствор электролита.



## Перемещение ионов в электролите под действием электрического поля



**Анод** – это положительно-  
заряженный электрод

**Катод** -это отрицательно -  
заряженный электрод

# ПРОЦЕСС НА КАТОДЕ

- Если в растворе **ионы  $H^+$**  - они разряжаются до  **$H_2$**



Металлы правее H:

Разряжаются на катоде - Me ↓

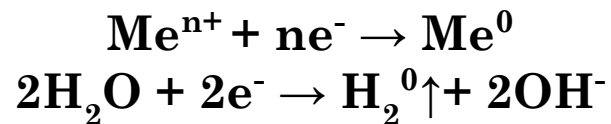


Металлы от Al до H:

Идет 2 параллельных процесса:

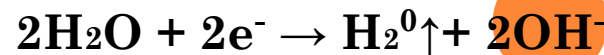
А) разрядка **металла** – Me

Б) разрядка **воды** –  $H_2$



Металлы левее Al :

Восстанавливаются молекулы воды –  $H_2$



# ПРОЦЕСС НА АНОДЕ

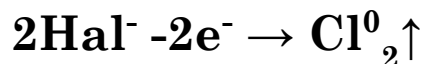
- ★ если анод **растворяется** (железо, цинк, медь, серебро и все металлы, которые окисляются в процессе электролиза), то окисляется **металл** анода, несмотря на природу аниона;



★ Если анод не растворяется (его называют инертным — графит, золото, платина)

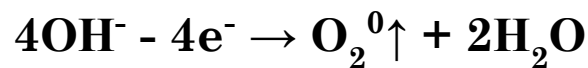
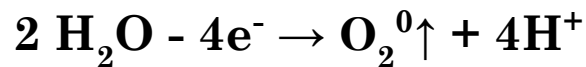
Анионы  
бескислородных  
кислот (кроме F<sup>-</sup>)

Разряжаются до  
простого вещества: S<sup>2-</sup>,  
I<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>



Анионы  
кислородсодержащих  
кислот и F<sup>-</sup>

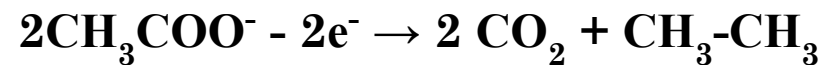
Не разряжаются,  
идет разрядка воды — O<sub>2</sub>





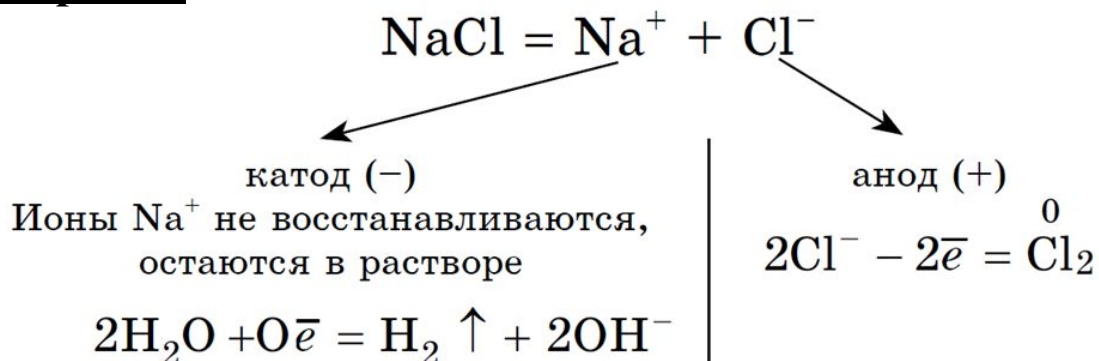
Анионы карбоновых  
кислот – реакция Кольбе

Происходит процесс декарбоксилирования и  
выделяется алкан

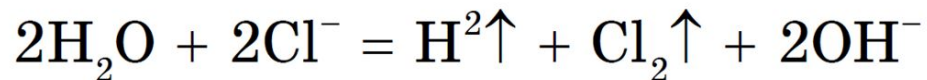


# 1. Анод нерастворимый (например, графитовый)

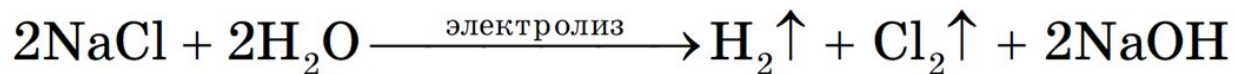
## Пример №1.



Суммарное уравнение:

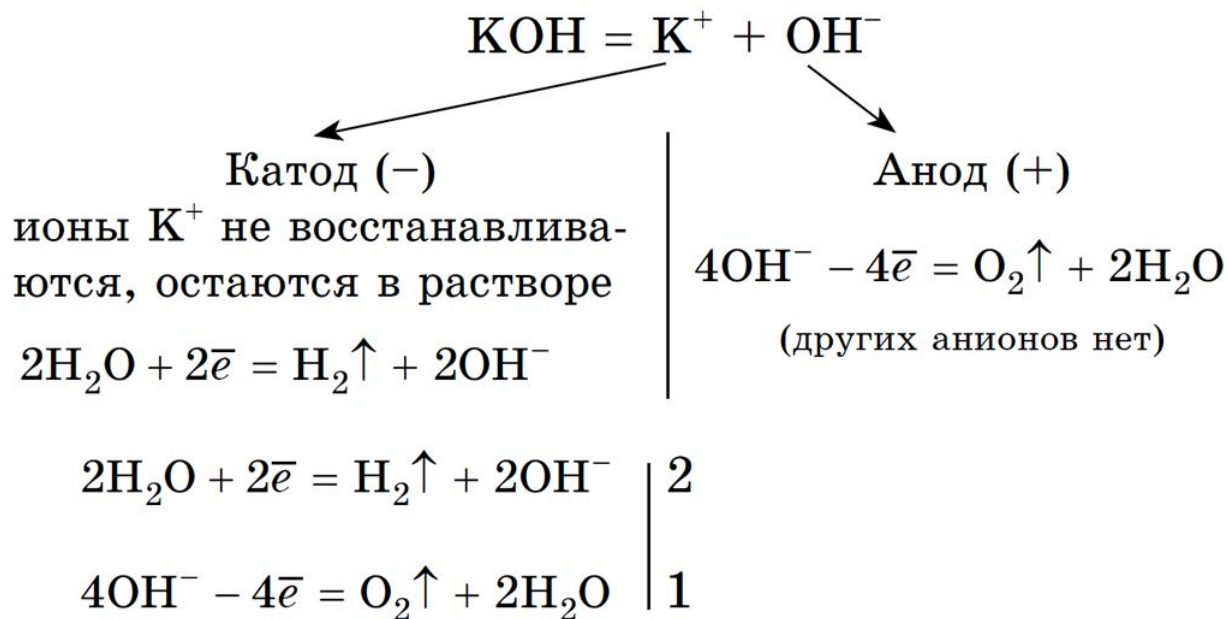


Учитывая присутствие ионов Na в растворе:

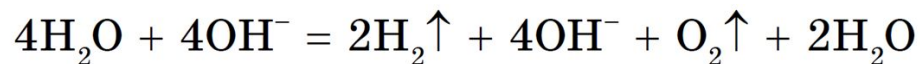




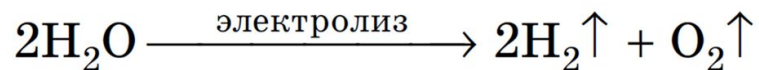
## Пример №2.



**Суммарное ионное уравнение:**



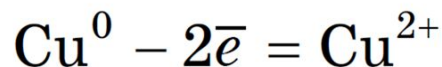
**Суммарное молекулярное уравнение:**



## 2. Анод растворимый (например, медный)

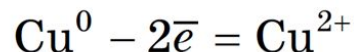


Если анод растворимый, то металл анода будет окисляться:

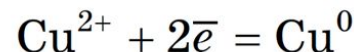


Катионы  $\text{Cu}^{2+}$  в ряду напряжений стоят после ( $\text{H}^+$ ), поэтому они и будут восстанавливаться на катоде.

Анод (+)



Катод (-)



выделение на катоде чистой меди



## Алгоритм составления уравнений электролиза:

Исходные частицы	Процесс	Продукты
Металл	$M - n\bar{e} = M^{n+}$	Ионы металла
Анионы бескислородных кислот.	$S^{2-} > I^- > Br^- > Cl^-$ $2Hal^- - 2\bar{e} = Hal_2 \uparrow$	Свободные неметаллы
Анионы кислот с промежуточной степенью окисления элемента	$SO_3^{2-}, NO_2^-,$ и т.п. $SO_3^{2-} + H_2O - 2\bar{e} = SO_4^{2-} + 2H^+$	Анионы кислот с высшей степенью окисления элемента
Анионы карбоновых кислот	$2RCOO^- - 2\bar{e} = R-R + 2CO_2$	Углеводороды и оксид углерода(IV)
Гидроксид-ион	$4OH^- - 4\bar{e} = O_2 \uparrow + 2H_2O$	Кислород
Вода	$2H_2O - 4\bar{e} = O_2 \uparrow + 4H^+$	Кислород
Анионы кислот с высшей степенью окисления элемента	$SO_4^{2-}, NO_3^-,$ и т.п. $SO_4^{2-} - 2\bar{e} = S_2O_8^{2-}$	Перекисные соединения
Фторид-ион	$2F^- - 2\bar{e} = F_2 \uparrow$	Фтор

*Проверь себя...*



**Задания на  
электролиз**



## Задание 1



Установите соответствие между формулой соли и продуктом, образующимся на катоде при электролизе её водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

### ФОРМУЛА СОЛИ

- А)  $\text{CuCl}_2$
- Б)  $\text{AgNO}_3$
- В)  $\text{K}_2\text{S}$
- Г)  $\text{NaBr}$

### ПРОДУКТ НА КАТОДЕ

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





## Задание 2



Установите соответствие между формулой соли и продуктом, который образуется на инертном аноде в результате электролиза её водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

### ФОРМУЛА СОЛИ

- А)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- Б)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- В)  $\text{ZnBr}_2$
- Г)  $\text{CuCl}_2$

### ПРОДУКТ НА АНОДЕ

- 1)  $\text{SO}_2$
- 2)  $\text{O}_2$
- 3)  $\text{NO}_2$
- 4)  $\text{Br}_2$
- 5)  $\text{Cl}_2$
- 6)  $\text{H}_2$





### Задание 3



Установите соответствие между формулой соли и продуктом, образующимся на катоде при электролизе её водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

#### ФОРМУЛА СОЛИ

- А)  $\text{RbCl}$
- Б)  $\text{K}_2\text{CO}_3$
- В)  $\text{BaBr}_2$
- Г)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

#### ПРОДУКТ НА КАТОДЕ

- 1) хлороводород
- 2) оксид азота(IV)
- 3) кислород
- 4) хлор
- 5) бром
- 6) углекислый газ





## Задание 4



Установите соответствие между формулой соли и продуктом, образующимся на катоде при электролизе её водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

### ФОРМУЛА СОЛИ

- А)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- Б)  $\text{CuSO}_4$
- В)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- Г)  $\text{AgNO}_3$

### ПРОДУКТ НА КАТОДЕ

- 1) серебро
- 2) алюминий
- 3) медь
- 4) кальций
- 5) водород
- 6) кислород







## Задание 5



Установите соответствие между веществом и продуктами его электролиза в растворе или расплаве: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

### ВЕЩЕСТВО

- А)  $\text{KCl}$  (водный раствор)
- Б)  $\text{NaCl}$  (расплав)
- В)  $\text{KNO}_3$  (водный раствор)
- Г)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  (водный раствор)

### ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА

- 1)  $\text{Na}$ ,  $\text{Cl}_2$
- 2)  $\text{K}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_2$
- 3)  $\text{H}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{KOH}$
- 4)  $\text{Cu}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{HNO}_3$
- 5)  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$
- 6)  $\text{Cu}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_2$





## Задание 6



Вычислите объём в литрах газа, выделяющегося на аноде при электролизе водного раствора гидроксида кальция с инертными электродами, если на катоде выделился газ объемом 67,2 л (при н.у.).

- 1) 16,8;    2) 11,2;    3) 33,6;    4) 5,6.

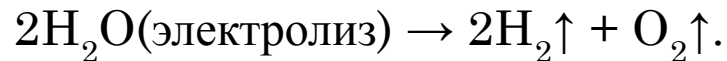
*Решение:*

Электролиз водного раствора гидроксида кальция с инертными электродами:

Катодный процесс К(-) будет:  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ ;

Анодный процесс А(+) будет:  $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ ;

Процесс электролиза сводится к разложению воды:



$$n(\text{H}_2) = 67,2/22,4 = 3 \text{ моль};$$

$$n(\text{O}_2) = n(\text{H}_2)/2 = 3/2 = 1,5 \text{ моль};$$

$$V(\text{O}_2) = 22,4*1,5 = 33,6 \text{ л}.$$





## Задание 7



Какая масса (в граммах) гидроксида лития образуется в растворе при электролизе водного раствора хлорида лития с инертными электродами с инертными электродами, если на аноде выделяется 10,08 л газа (н.у.)?

1) 24; 2) 46; 3) 19; 4) 21,6.

*Решение:*

Электролиз водного раствора хлорида лития с инертными электродами:

Катодный процесс К(-) будет:  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ ;

Анодный процесс А(+) будет:  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2$ ;

Суммарный процесс электролиза:

$2\text{LiCl} + 2\text{H}_2\text{O}$  (электролиз)  $\rightarrow \text{H}_2\uparrow + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{LiOH}$ .

$n(\text{Cl}_2) = 10,08/22,4 = 0,45$  моль;

$n(\text{LiOH}) = 2n(\text{Cl}_2) = 0,45 * 0,45 = 0,9$  моль;

$M(\text{LiOH}) = 24$  г/моль;

$m(\text{LiOH}) = 24 * 0,9 = 21,6$  г.





## Задание 8



Какая **масса** газа выделится на аноде (в граммах) при полном электролизе 320 г 10 %-го водного раствора сульфата меди?

1) 3,2; 2) 12,8; 3) 19,2; 4) 25,6.

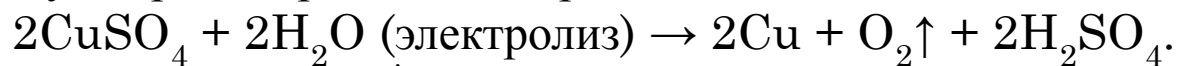
*Решение:*

Электролиз водного раствора сульфата меди с инертными электродами:

Катодный процесс К(-) будет:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ ;

Анодный процесс А(+) будет:  $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ ;

Суммарный процесс электролиза:



$$m(\text{CuSO}_4) = 320 \cdot 10/100 = 32 \text{ г};$$

$$M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль};$$

$$n(\text{CuSO}_4) = 32/160 = 0,2 \text{ моль};$$

$$n(\text{O}_2) = n(\text{CuSO}_4)/2 = 0,1 \text{ моль};$$

$$M(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{O}_2) = 0,1 \cdot 32 = 3,2 \text{ г}.$$

