

# Тема урока: «**Законы электролиза**»

# Задачи урока:

- **1. Обучающие:** обеспечить усвоение предметного содержания темы «Законы электролиза»:
  - на первом уровне отличать электролиты от других видов веществ по электропроводности;
  - на втором уровне формировать понятие электролитов и их практического применения;
  - на третьем уровне сравнивать, анализировать, формировать их физические свойства;
  - на четвертом уровне оперировать понятиями темы, применять практические знания для объяснения закона Фарадея;
  - на пятом уровне осознанно использовать полученные знания.

# Задачи урока:

- **2. Развивающая.** Развитие основных способов мыслительной деятельности (сравнение, сопоставление, анализ, обобщение). Развивать память, познавательные интересы, самостоятельность в организации труда с персональным компьютером. Оценить результаты своей работы.

# Задачи урока:

- **3. Воспитательная.** Способствовать формированию коммуникативных качеств, трудолюбия, ответственности за порученное дело.

# Методическая цель.

Показать эффективность использования элементов технологии критического мышления.

# Тип урока

Комбинированный урок  
(использование элементов  
технологии критического мышления)

*Изучать, открывать, удивлять,  
Верить в силу наук для людей  
И природы закон применять,  
Как его применял Фарадей.*

**Фаза ВЫЗОВА**



**Вспомним, что мы знаем об электролитах.  
Для этого заполним кластер.**



## Электролиты

```
graph TD; A[Электролиты] --- B[ ]; A --- C[ ]; A --- D[ ];
```

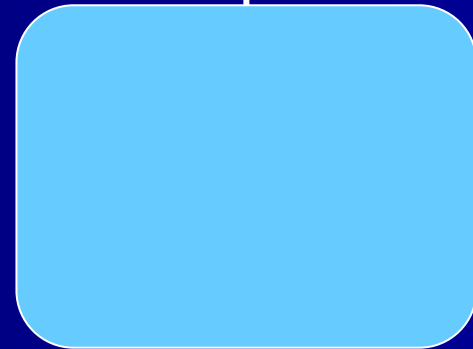
Модель  
электрического  
тока в растворах  
электролитов

# Электролиты

```
graph TD; A[Электролиты] --- B[Модель электрического тока в растворах электролитов]; A --- C[Основные закономерности протекания тока в данной среде]; A --- D[ ];
```

Модель  
электрического  
тока в растворах  
электролитов

Основные  
закономерности  
протекания  
тока в данной  
среде



# Электролиты

```
graph TD; A[Электролиты] --- B[Модель электрического тока в растворах электролитов]; A --- C[Основные закономерности протекания тока в данной среде]; A --- D[Механизм электропроводности электролитов];
```

Модель  
электрического  
тока в растворах  
электролитов

Основные  
закономерности  
протекания  
тока в данной  
среде

Механизм  
электропроводности  
электролитов

Проверим ваши знания.  
Для этого проведем  
**физический диктант**

# Электролиты – это

растворы неорганических солей, кислот, щелочей

растворы органических солей, кислот, щелочей

Ответ правильный.  
Вы получаете 1 балл.

Ответ неправильный.

Правильный ответ:

**Электролиты** – это растворы неорганических солей, кислот, щелочей.

Вы получаете 0 баллов.



# Носителями зарядов в электролитах являются

молекулы входящих в раствор веществ

положительные и отрицательные ионы, которые образуются вследствие электролитической диссоциации

Ответ правильный.  
Вы получаете 1 балл.

Ответ неправильный.

Правильный ответ:

**Носителями зарядов** в электролитах являются положительные и отрицательные ионы, которые образуются вследствие электролитической диссоциации.

Вы получаете 0 баллов.

# Электролитическая диссоциация

распад молекул электролитов на ионы

соединение молекул электролитов из ионов

Ответ правильный.  
Вы получаете 1 балл.

Ответ неправильный.

Правильный ответ:

**Электролитическая диссоциация -**  
это распад молекул электролитов на  
ионы.

Вы получаете 0 баллов.

# Рекомбинация — это

то же самое, что и диссоциация

процесс, противоположный диссоциации

Ответ правильный.  
Вы получаете 1 балл.



Ответ неправильный.

Правильный ответ:

**Рекомбинация** - это процесс, противоположный диссоциации.

Вы получаете 0 баллов.

# Электролиз - это

окислительно-восстановительная реакция, протекающая на электродах при прохождении электрического тока через электролит

химическая реакция, протекающая в электролите при прохождении электрического тока

Ответ правильный.  
Вы получаете 1 балл.

Ответ неправильный.

Правильный ответ:

**Электролиз** - это окислительно-восстановительная реакция, протекающая на электродах при прохождении электрического тока через электролит.

Вы получаете 0 баллов.

# Окислительно-восстановительная реакция - ЭТО

реакция с изменением степени окисления элементов

физическое явление с изменением массы элементов

Ответ правильный.  
Вы получаете 1 балл.

Ответ неправильный.

Правильный ответ:

**Окислительно-восстановительная реакция** - это реакция с изменением степени окисления элементов.

Вы получаете 0 баллов.

# Проводимость электролитов называют

молекулярной.

ионной.



Ответ правильный.  
Вы получаете 1 балл.

Ответ неправильный.

Правильный ответ:

**Проводимость электролитов  
называют ионной.**

Вы получаете 0 баллов.

# Катод – это

электрод, соединенный с положительным полюсом источника тока.

электрод, соединенный с отрицательным полюсом источника тока.

Ответ правильный.  
Вы получаете 1 балл.

Ответ неправильный.

Правильный ответ:

**Катод** – это электрод, соединенный с отрицательным полюсом источника тока.

Вы получаете 0 баллов.

# Анод – это

электрод, соединенный с положительным полюсом источника тока.

электрод, соединенный с отрицательным полюсом источника тока.

Ответ правильный.  
Вы получаете 1 балл.

Ответ неправильный.

Правильный ответ:

**Анод** – это электрод, соединенный с положительным полюсом источника тока.

Вы получаете 0 баллов.



# Электролиз применяют

для получения металлов (меди, алюминия) электролитическим способом, в гальванопластике и др.

для получения солей различных элементов и их растворов.

Ответ правильный.  
Вы получаете 1 балл.

Ответ неправильный.

Правильный ответ:

**Электролиз применяют** для получения  
металлов (меди, алюминия)  
электролитическим способом, в  
гальванопластике и др.

Вы получаете 0 баллов.

**Посчитайте свои баллы  
и сообщите учителю.**

# Итог по фазе вызова. «Фишбон»



# Фаза осмысления

Продолжаем нашу работу.  
Следующая фаза осмысления.

Попробуем установить основные  
закономерности протекания  
электрического тока в растворах  
электролитов.

# Основные закономерности протекания электрического тока в растворах электролитов

Зависимость силы тока от напряжения  $I (U)$

Зависимость силы тока от температуры  $I (t)$

Зависимость массы вещества,  
выделившегося  
на катоде, от силы тока  $m (I)$

# Основные закономерности протекания электрического тока в растворах электролитов

## Зависимость силы тока от напряжения $I(U)$

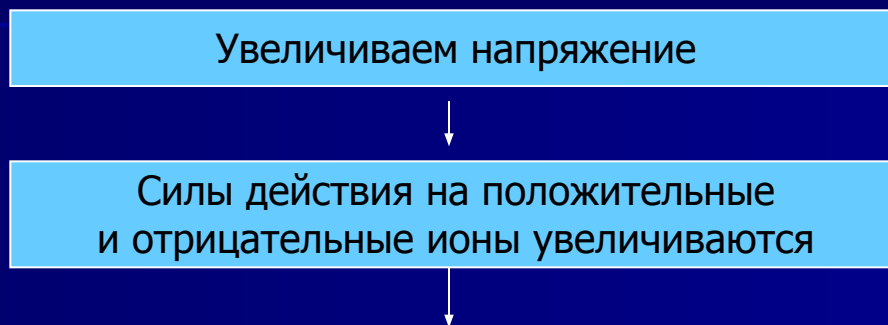
Увеличиваем напряжение





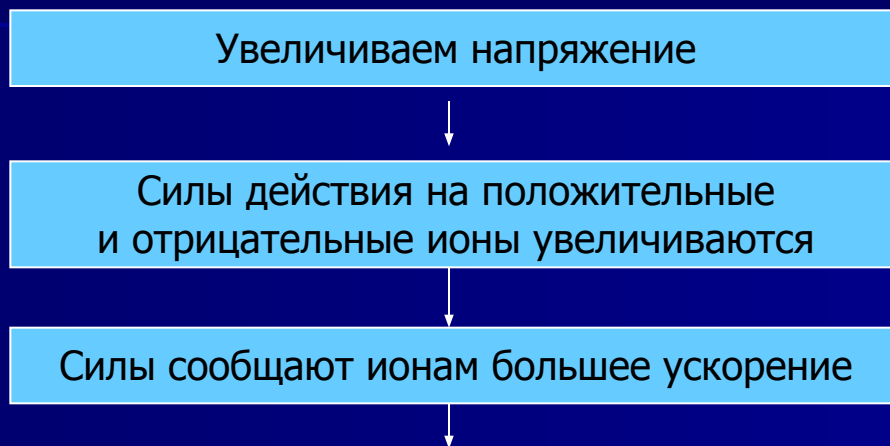
# Основные закономерности протекания электрического тока в растворах электролитов

## Зависимость силы тока от напряжения $I(U)$



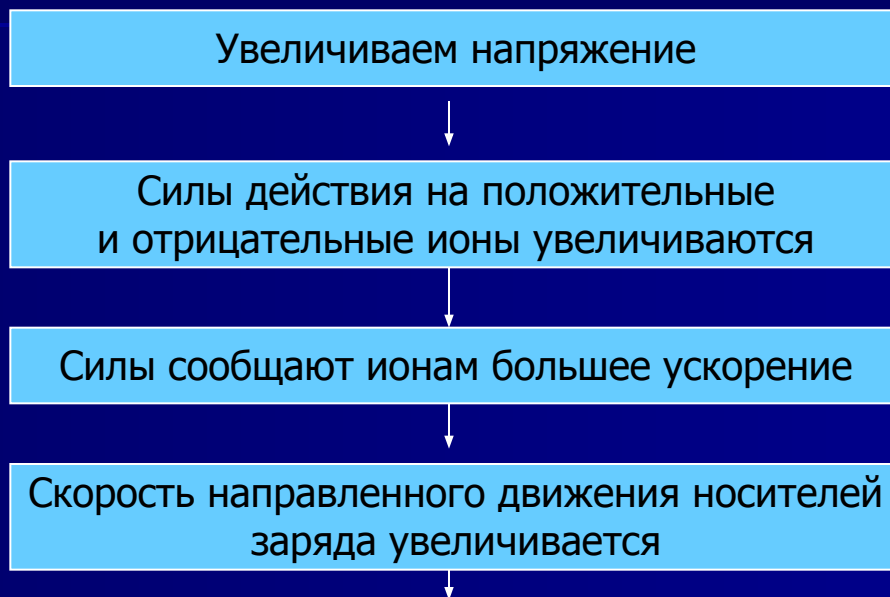
# Основные закономерности протекания электрического тока в растворах электролитов

## Зависимость силы тока от напряжения $I(U)$



# Основные закономерности протекания электрического тока в растворах электролитов

## Зависимость силы тока от напряжения $I(U)$



# Основные закономерности протекания электрического тока в растворах электролитов

## Зависимость силы тока от напряжения $I$ ( $U$ )

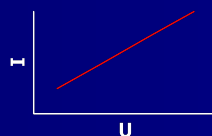
Увеличиваем напряжение

Силы действия на положительные и отрицательные ионы увеличиваются

Силы сообщают ионам большее ускорение

Скорость направленного движения носителей заряда увеличивается

**Чем больше скорость, тем больше сила тока в растворах электролита** (*линейная зависимость*)



# Основные закономерности протекания электрического тока в растворах электролитов

## Зависимость силы тока от температуры $I(t)$

Мысленно нагреем раствор электролита, через который протекает электрический ток ( $U - \text{constant}$ )

Процесс электролитической диссоциации пойдет быстрее



# Основные закономерности протекания электрического тока в растворах электролитов

## Зависимость силы тока от температуры $I(t)$

Мысленно нагреем раствор электролита, через который протекает электрический ток ( $U - \text{constant}$ )

Процесс электролитической диссоциации пойдет быстрее

в результате число положительных и отрицательных ионов увеличится

# Основные закономерности протекания электрического тока в растворах электролитов

## Зависимость силы тока от температуры $I(t)$

Мысленно нагреем раствор электролита, через который протекает электрический ток ( $U - \text{constant}$ )

Процесс электролитической диссоциации пойдет быстрее

в результате число положительных и отрицательных ионов увеличится

Заряд переносится большим числом частиц.

**Следовательно, при нагревании  
сила тока увеличится**

# Основные закономерности протекания электрического тока в растворах электролитов

## Зависимость массы вещества, выделившегося на катоде, от силы тока $m(I)$

Мысленно увеличим силу тока в растворе электролита ( $t - \text{constant}$ )

При увеличении силы тока увеличивается скорость заряженных частиц  $I = \mathcal{G} \times q \times S \times n$





# Основные закономерности протекания электрического тока в растворах электролитов

## Зависимость массы вещества, выделившегося на катоде, от силы тока $m(I)$

Мысленно увеличим силу тока в растворе электролита ( $t - \text{constant}$ )

При увеличении силы тока увеличивается скорость заряженных частиц  $I = \mathcal{G} \times q \times S \times n$



При увеличении скорости движения катионов за определенный промежуток времени большее их количество достигнет катода



# Основные закономерности протекания электрического тока в растворах электролитов

## Зависимость массы вещества, выделившегося на катоде, от силы тока $m(I)$

Мысленно увеличим силу тока в растворе электролита ( $t - \text{constant}$ )

При увеличении силы тока увеличивается скорость заряженных частиц  $I = \mathcal{G} \times q \times S \times n$



При увеличении скорости движения катионов за определенный промежуток времени большее их количество достигнет катода



На катоде будет осаждаться большее число катионов

**Следовательно, при увеличении силы тока масса выделившегося вещества увеличится**

**Повторим основные  
закономерности протекания  
электрического тока в растворах  
электролитов.**

# Основные закономерности протекания электрического тока в растворах электролитов

## Зависимость силы тока от напряжения $I (U)$

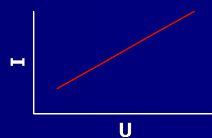
Увеличиваем напряжение

Силы действия на положительные и отрицательные ионы увеличиваются

Силы сообщают ионам большее ускорение

Скорость направленного движения носителей заряда увеличивается

**Чем больше скорость, тем больше сила тока в растворах электролита** (*линейная зависимость*)



# Основные закономерности протекания электрического тока в растворах электролитов

## Зависимость силы тока от температуры $I(t)$

Мысленно нагреем раствор электролита, через который протекает электрический ток ( $U - \text{constant}$ )

Процесс электролитической диссоциации пойдет быстрее

в результате число положительных и отрицательных ионов увеличится

Заряд переносится большим числом частиц.

**Следовательно, при нагревании  
сила тока увеличится**

# Основные закономерности протекания электрического тока в растворах электролитов

## Зависимость массы вещества, выделившегося на катоде, от силы тока $m(I)$

Мысленно увеличим силу тока в растворе электролита ( $t - \text{constant}$ )

При увеличении силы тока увеличивается скорость заряженных частиц  $I = \mathcal{G} \times q \times S \times n$



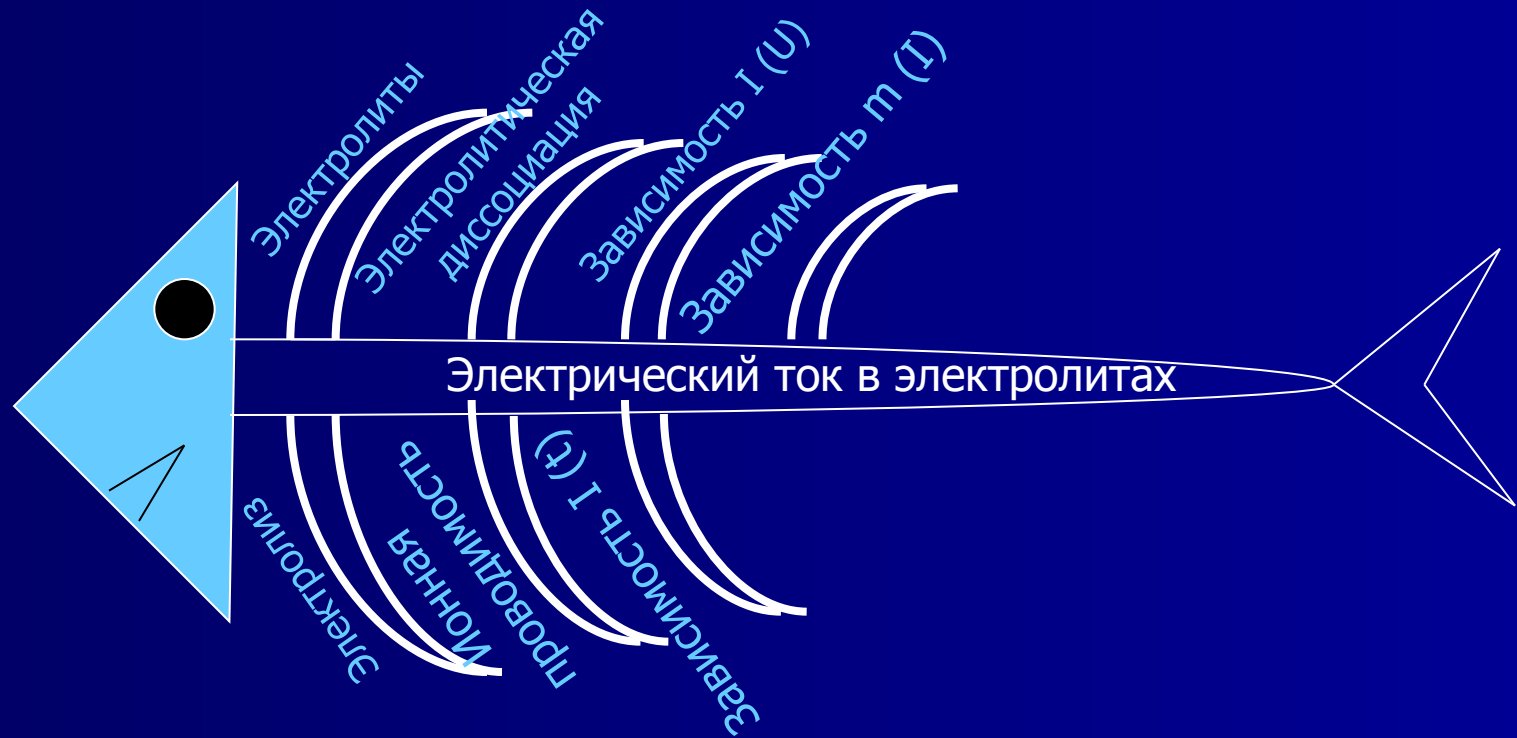
При увеличении скорости движения катионов за определенный промежуток времени большее их количество достигнет катода



На катоде будет осаждаться большее число катионов

**Следовательно, при увеличении силы тока масса выделившегося вещества увеличится**

# Итог по фазе осмысления. «Фишбон»



# Фаза осмысления

(продолжение)

Зная механизм проводимости электролитов можно определить массу вещества, выделившегося при электролизе. Чтобы решить эту задачу, необходимо получить и изучить законы Фарадея.



# Самостоятельная работа с учебником

**I закон Фарадея.**

**Алгоритм.**

# 1. Запишите формулу массы вещества

$$m = m_0 \times N$$

$m_0$  – масса атома

$N$  – число ионов

## 2. Свяжите массу атома с молярной массой.

$$m_0 = \frac{M}{N_A} \quad \text{тогда} \quad m = \frac{MN}{N_A} \quad \mathbf{(1)}$$

### 3. Находим N – число ионов, проходящих через раствор электролитов.

а) Каждый одновалентный ион несет заряд, равный заряду электрона  $e$ . Если валентность равна  $n$ , кратный ему заряд равен  $ne$ .

б) Все количество электричества, переносимое N – ионами, равно  $q = n \times e \times N$  отсюда  $N = \frac{q}{n \times e}$

в) Подставим значение N в выражение **(1)**, получим

$$m = \frac{M \times N}{N_A} = \frac{M}{N_A \times n \times e} \times q \quad \text{(2)}$$

**(объединенный закон Фарадея)**

### 3. Находим $N$ – число ионов, проходящих через раствор электролитов.

г) так как в выражении (2) правой части все физические величины, кроме  $q$ , постоянны, формулу (2) записываем

$$m = \frac{M}{N_A \times n \times e} \times q = \kappa \times q \quad \text{где} \quad \kappa = \frac{M}{N_A \times n \times e}$$

д) Так как  $q = It$ , записываем **I закон Фарадея** – масса вещества, выделившегося на электроде при электролизе, пропорциональна количеству электричества, прошедшего через раствор (или расплав) электролита.

$$m = \kappa \times I \times t$$

## 4. Электрохимический эквивалент $K$

Физический смысл электрохимического эквивалента  $K$  – это масса вещества в кг, выделившаяся при прохождении через электролит 1 кулона электричества.

# Самостоятельная работа с учебником

**II закон Фарадея.**

**Алгоритм.**

1. Дайте определение химического эквивалента.

**Химический эквивалент** - это отношение атомной (A)  
массы вещества к его валентности ( $n$ )  
$$\frac{A}{n}$$



## 2. Запишите второй закон Фарадея.

**Второй закон Фарадея:** электрохимический эквивалент пропорционален химическому эквиваленту данного вещества.

$$k = C \frac{A}{n}$$

где  $A$  – атомная масса вещества

$n$  – валентность

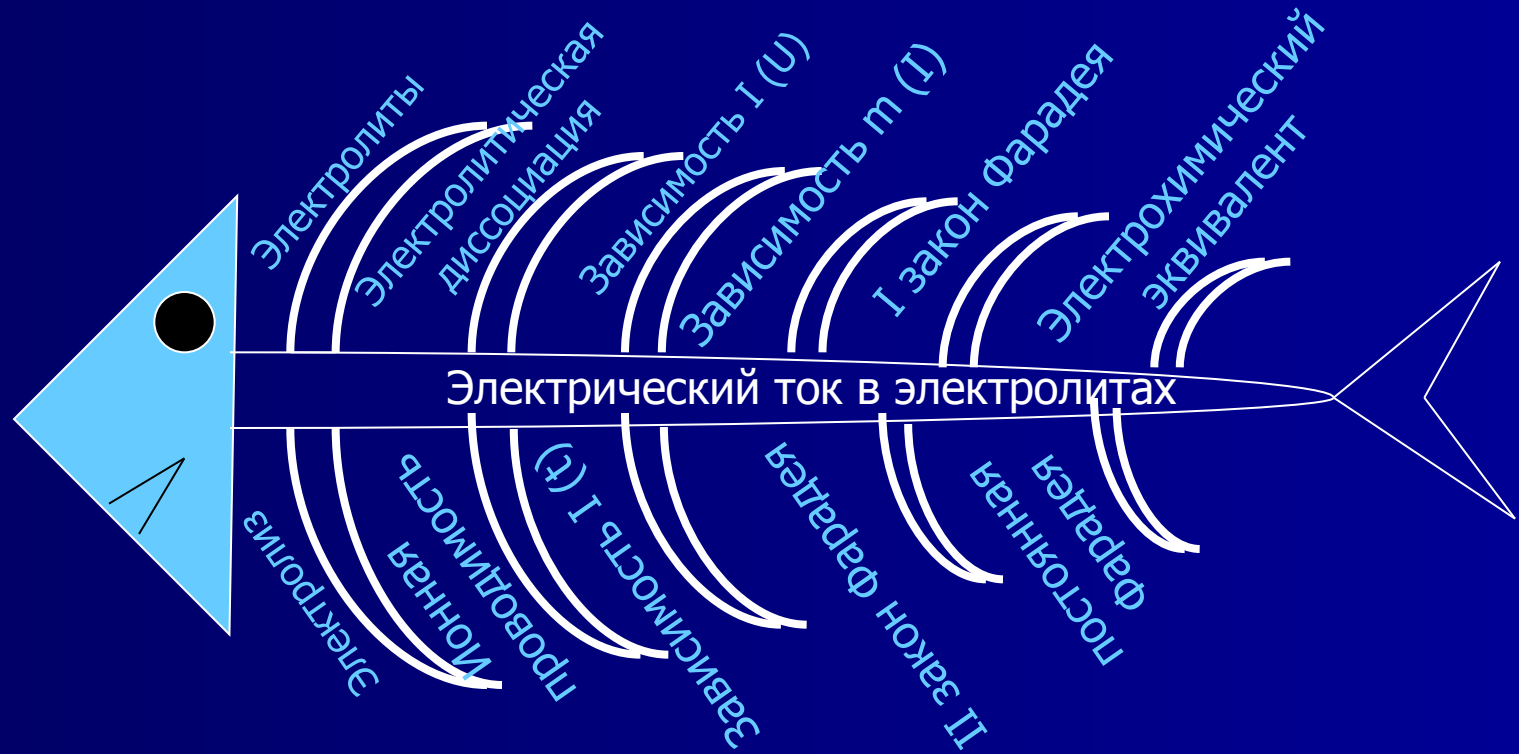
$C$  – коэффициент пропорциональности, который имеет одно и то же значение для всех веществ

$F$  – постоянная Фарадея

3. Дайте определение постоянной Фарадея.

**Постоянная Фарадея  $F$**  – численно равна заряду, который должен пройти через электролит для выделения на электроде количества вещества, равного его *химическому эквиваленту*.

# Итог по фазе осмысления. «Фишбон»



# Фаза практического осмысления (работа с дополнительной литературой)

Законы Фарадея нашли практическое применение в науке и технике, в частности для определения заряда одновалентного иона.

Благодаря законам Фарадея **Германом Людвигом Фердинандом Гельмгольцем** (1821 – 1894) еще в 1881 году был сделан вывод о существовании в природе элементарного электрического заряда. В дальнейшем на основании законов Фарадея установлено, что заряд одновалентного иона представляет собой наименьшее (элементарное) количество электричества, существующее в природе. Любой электрический заряд состоит из целого числа элементарных зарядов и имеет дискретный характер. Зная постоянную Фарадея  $F$  и постоянную Авогадро  $N_A$  был вычислен заряд одновалентного иона, т.е. заряд электрона

$$e = \frac{F}{N_A} = \frac{9,65 \times 10^4 \text{ Кл} / \text{моль}}{6,02 \times 10^{23} \text{ 1} / \text{моль}} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ Кл}$$

# Мозговая атака (мысли по кругу)

## Как решать задачи, используя законы электролиза (памятка).

1. Для электролитов справедлив закон Ома.  $I = \frac{U}{R}$

2. Сила тока в электролите равна силе тока в проводящих проводах.

3. Если в задаче рассматривается выделение газа при электролизе, его массу определим из уравнения Менделеева - Клапейрона .

$$pV = \frac{m}{M}RT$$

# Мозговая атака (мысли по кругу)

## Последовательность решения задач.

1. Установить сущность процесса, связанного с прохождением электрического тока через электролит.
2. Записать уравнения законов Фарадея.
3. Записать дополнительные формулы.

$$m = \rho \times V;$$

$$A = IUt$$

$$A = qU$$

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

4. Решить систему уравнений и найти искомую величину.
5. Проанализируйте результат и сформулируйте ответ.

# Фаза практического осмысления

(работа с дополнительной литературой)

Применение законов Фарадея при решении качественных и количественных задач.

## Задача:

Электролиз воды ведется при токе  $I=2,5\text{A}$ . В течение одного часа получен объем  $V=0,5\text{ л}$  кислорода под давлением  $p=1,3 \times 10^5\text{ Па}$ . Найдите температуру кислорода.

## Решение:

$$I=2,5\text{A}$$

$$t=1\text{ч}=3600\text{с}$$

$$V=0,5\text{л}=0,5 \times 10^{-3}\text{м}^3$$

$$p=1,3 \times 10^5\text{Па}$$

$$T=?$$

$$pV = \frac{m}{M_{O_2}} RT \Rightarrow T = \frac{pVM_{O_2}}{mR}$$

$$m = \kappa \times I \times t$$

$$\kappa = \frac{1}{F} \times \frac{A_{O_2}}{n_{O_2}}$$

$$A_{O_2} = 16 \times 10^{-3}\text{ кг/моль}$$

$$n_{O_2} = 2$$

Поэтапное решение задачи

Решение задачи в общем виде

$$\kappa = \frac{16 \times 10^{-3}\text{ кг/моль}}{96500\text{ Кл} \times 2} = 8,2 \times 10^{-8}\text{ кг/Кл}$$

$$m = \kappa \times I \times t$$

$$m = 8,2 \times 10^{-8}\text{ кг/Кл} \times 2,5\text{A} \times 3600 = 0,74 \times 10^{-3}\text{ Кл}$$

$$T = \frac{pVM_{O_2}}{mR} =$$

$$= \frac{1,3 \times 10^5\text{ Па} \times 0,5 \times 10^{-3}\text{ м}^3 \times 32 \times 10^{-3}\text{ кг/моль}}{0,74 \times 10^{-3}\text{ кг} \times 8,31\text{ Дж/моль} \cdot \text{К}} =$$

$$= 338\text{ К}$$

$$T = \frac{pVM_{O_2}}{\kappa ItR} = \frac{pVM_{O_2}Fn_{O_2}}{A_{O_2}ItR} =$$

$$= \frac{1,3 \times 10^5\text{ Па} \times 0,5 \times 10^{-3}\text{ м}^3 \times 32 \times 10^{-3}\text{ кг/моль} \times 96500\text{ Кл} \times 2}{1,6 \times 10^{-3}\text{ кг/моль} \times 2,5\text{A} \times 3600\text{с} \times 8,31\text{ Дж/моль} \cdot \text{К}} =$$

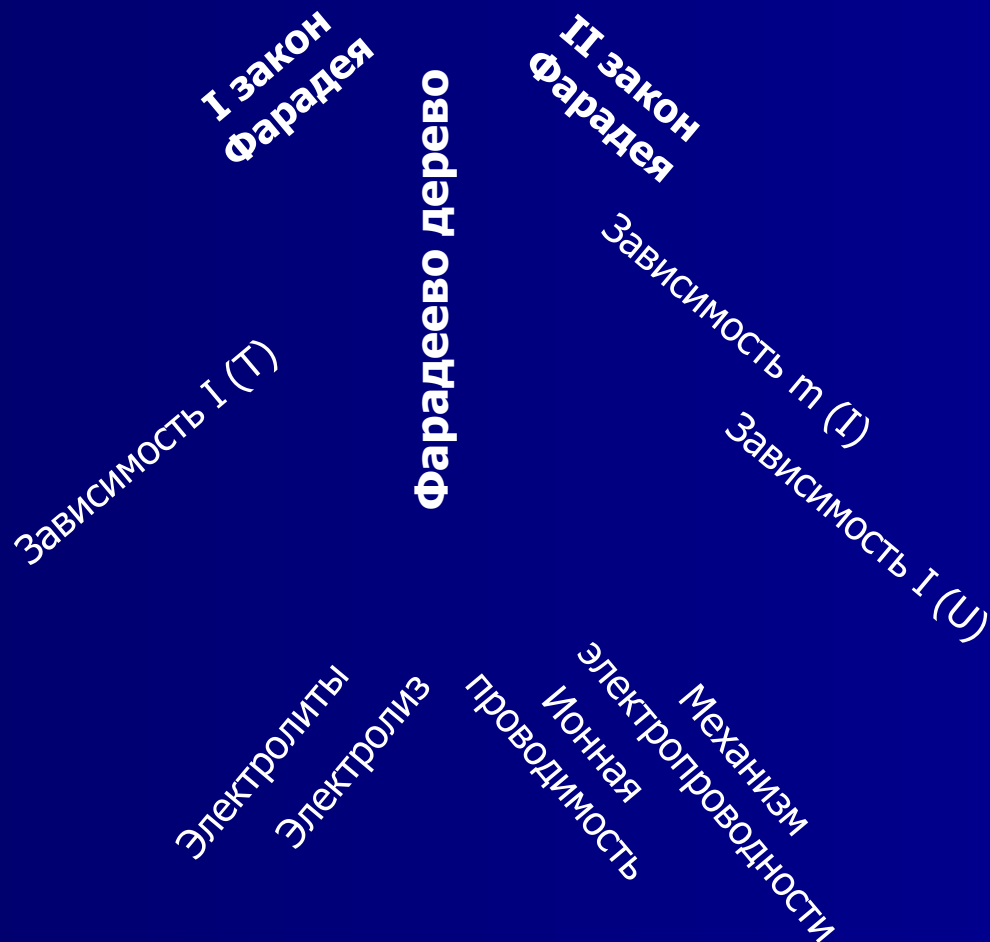
$$= 338\text{ К}$$

# Рефлексия

## Подведем итоги урока.

Перед вами Фарадеево дерево, где можно проследить процесс восхождения на него. **Определите уровень усвоения знаний.**

### Практическое применение





# Рефлексия

Подведем итоги урока.

Практическое применение

I закон  
Фарадея

II закон  
Фарадея

Фарадеево дерево

Зависимость  $I$  ( $T$ )

Зависимость  $m$  ( $I$ )

Зависимость  $I$  ( $U$ )

Электролиты

Электролиз



Ионная  
проводимость

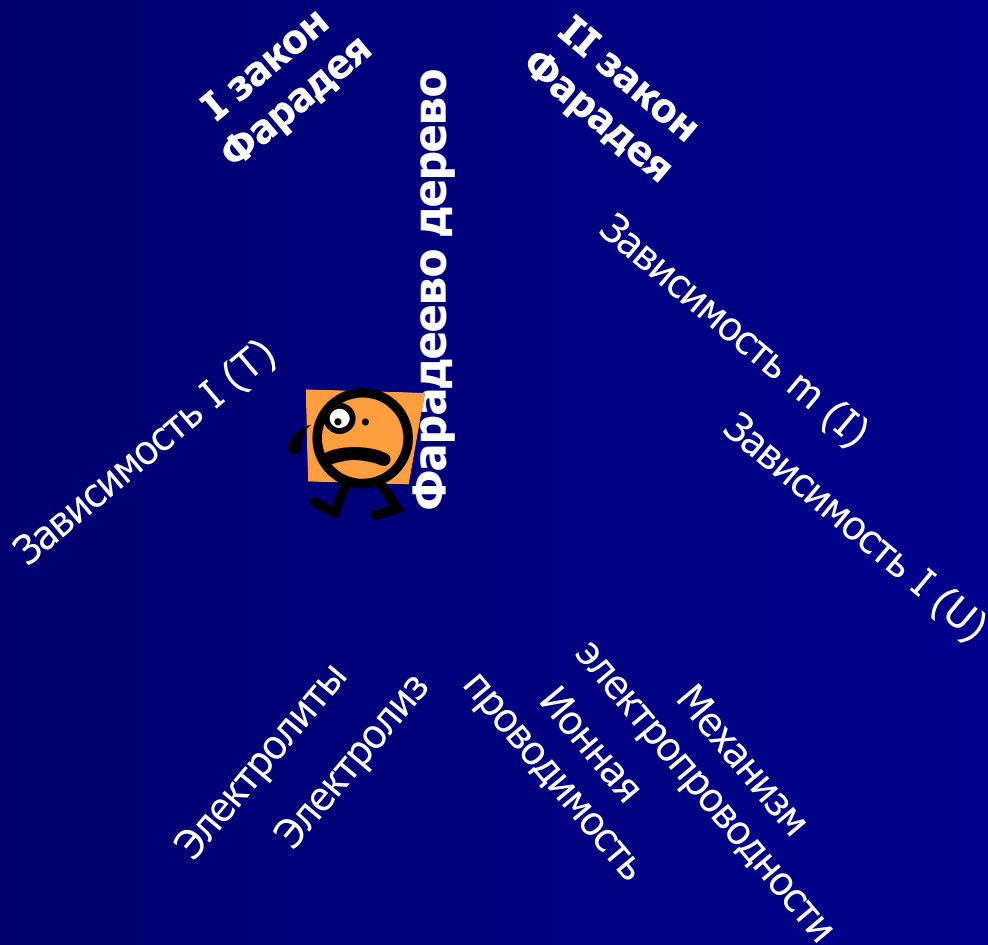
Механизм  
электропроводности

Механизм  
электропроводности

# Рефлексия

Подведем итоги урока.

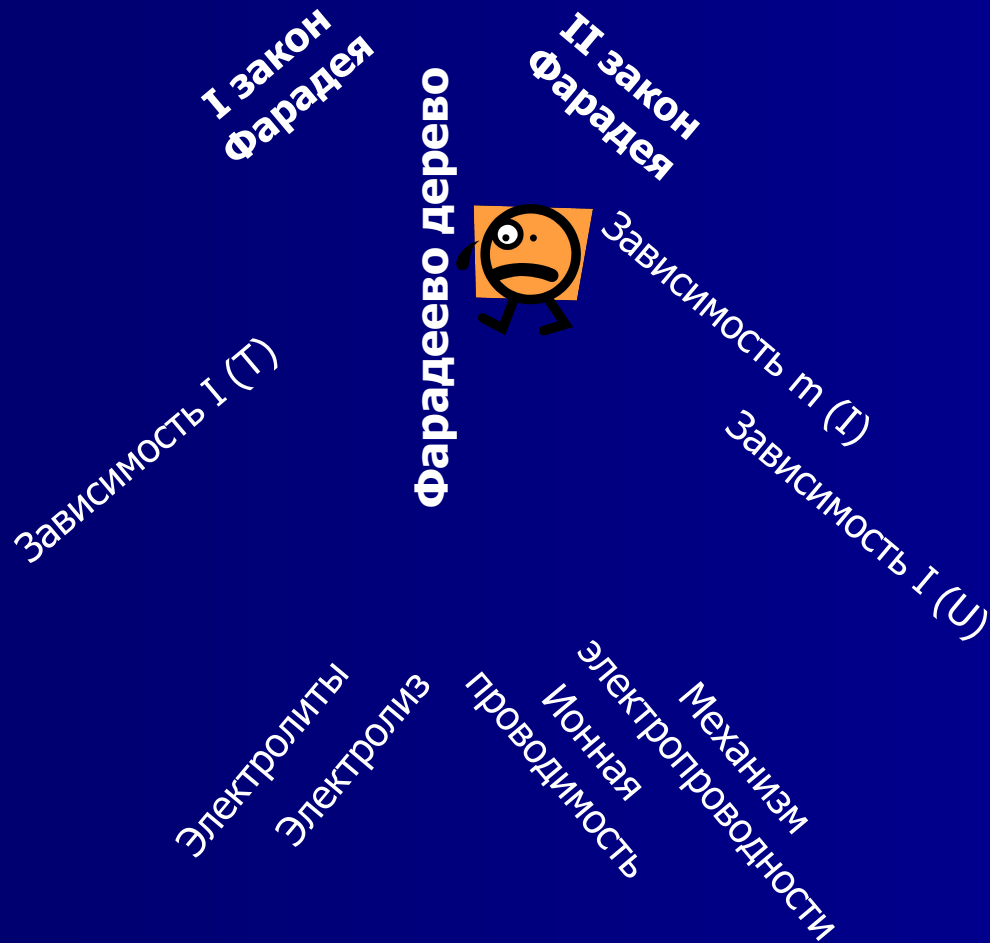
## Практическое применение



# Рефлексия

Подведем итоги урока.

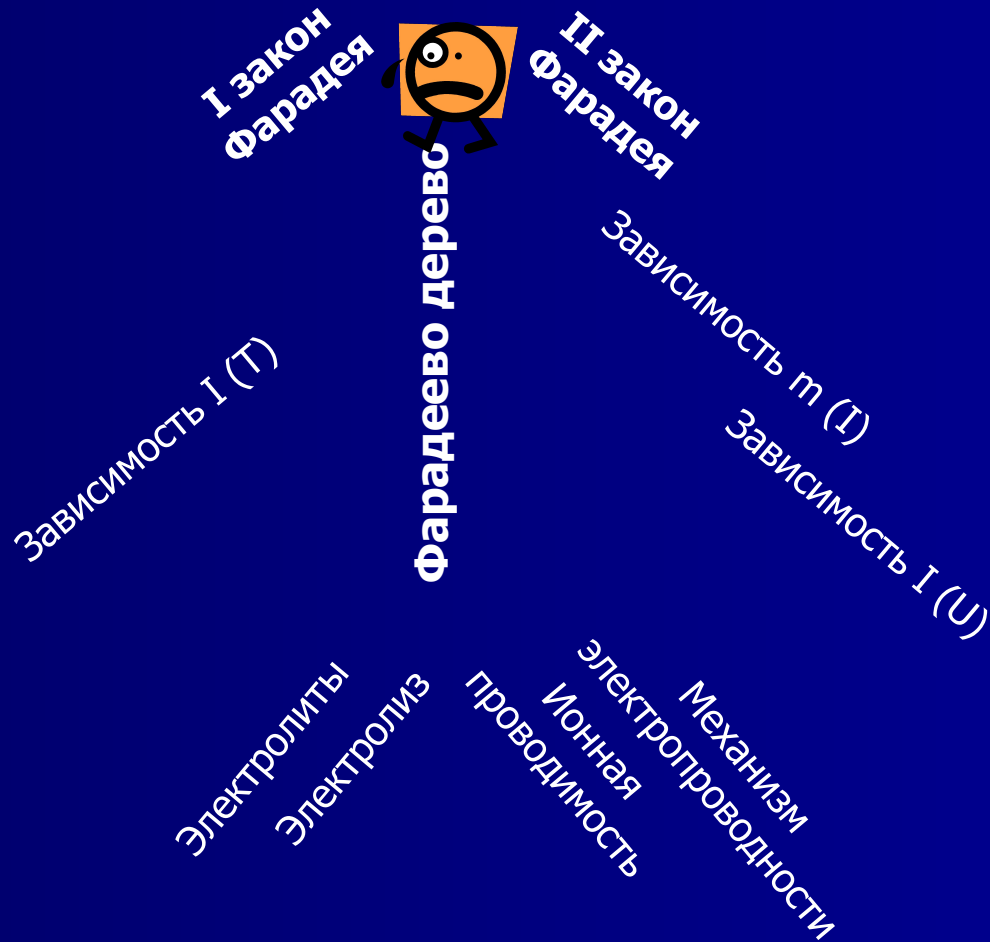
## Практическое применение



# Рефлексия

Подведем итоги урока.

Практическое применение



# Рефлексия

Подведем итоги урока.

Практическое применение



I закон  
Фарадея

II закон  
Фарадея

Фарадеево дерево

Зависимость  $I$  ( $T$ )

Зависимость  $m$  ( $I$ )

Зависимость  $I$  ( $U$ )

Электролиты

Электролиз

Ионная  
проводимость

Механизм  
электропроводности