

**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[ ];
```

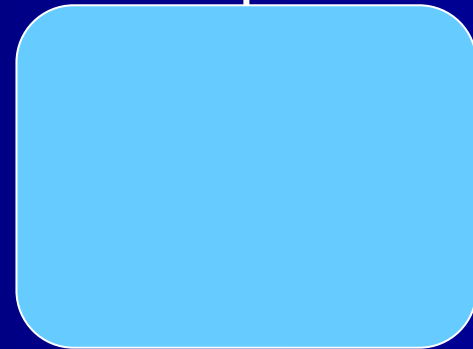
Модель
электрического
тока в растворах
электролитов

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.**

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

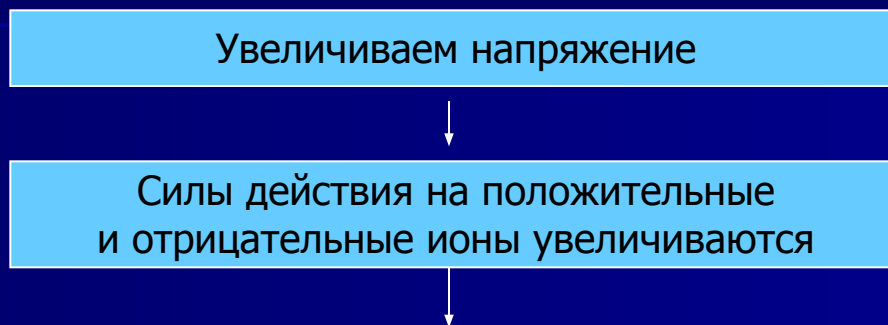
Зависимость силы тока от напряжения $I(U)$

Увеличиваем напряжение



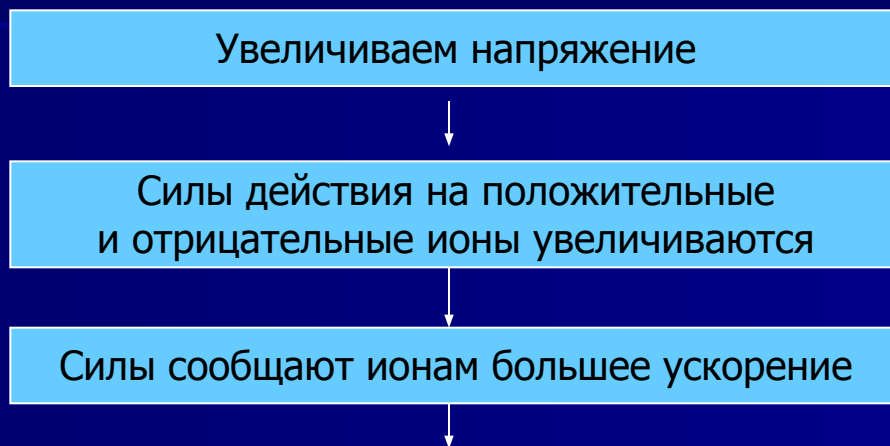
Основные закономерности протекания электрического тока в растворах электролитов

Зависимость силы тока от напряжения $I(U)$



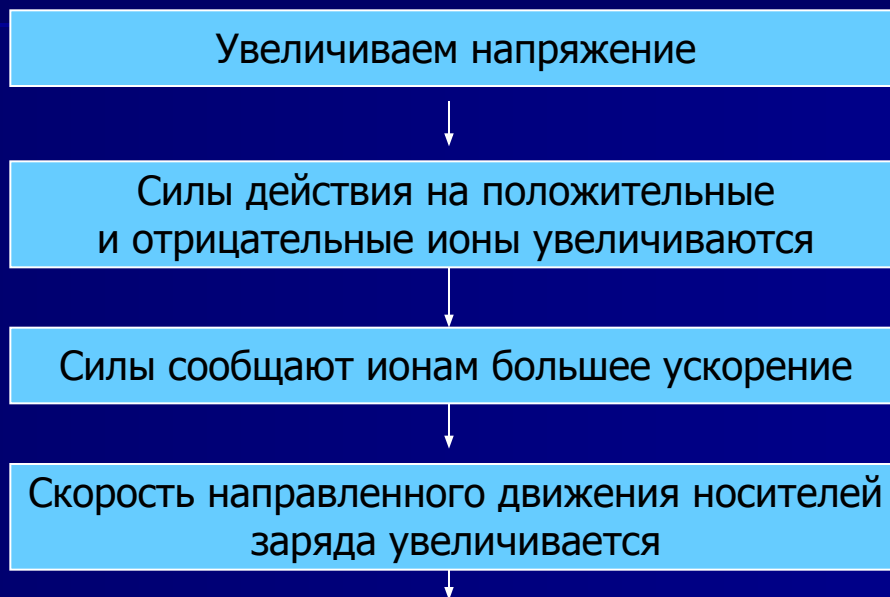
Основные закономерности протекания электрического тока в растворах электролитов

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 $I = \mathcal{G} \times q \times S \times n$



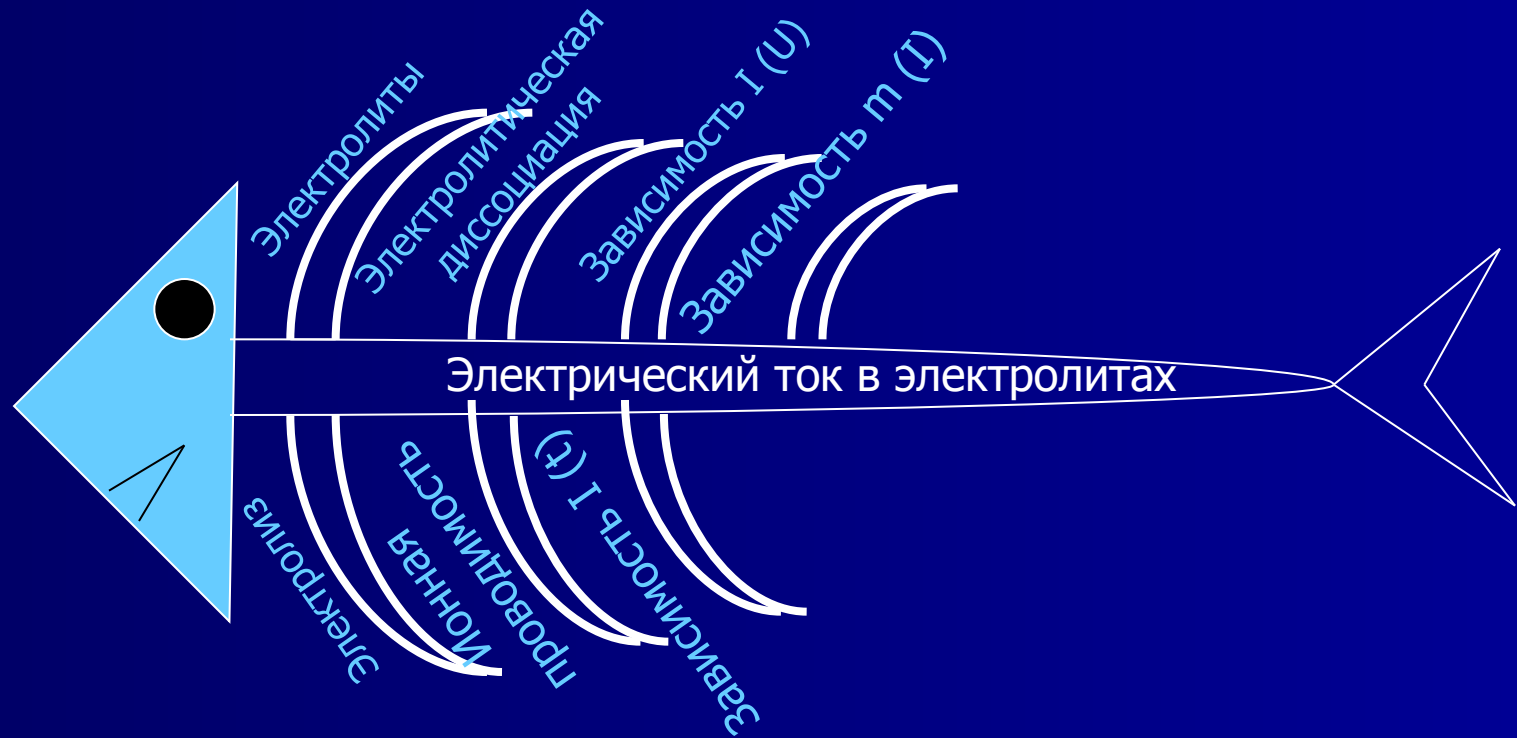
При увеличении скорости движения катионов за определенный промежуток времени большее их количество достигнет катода



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

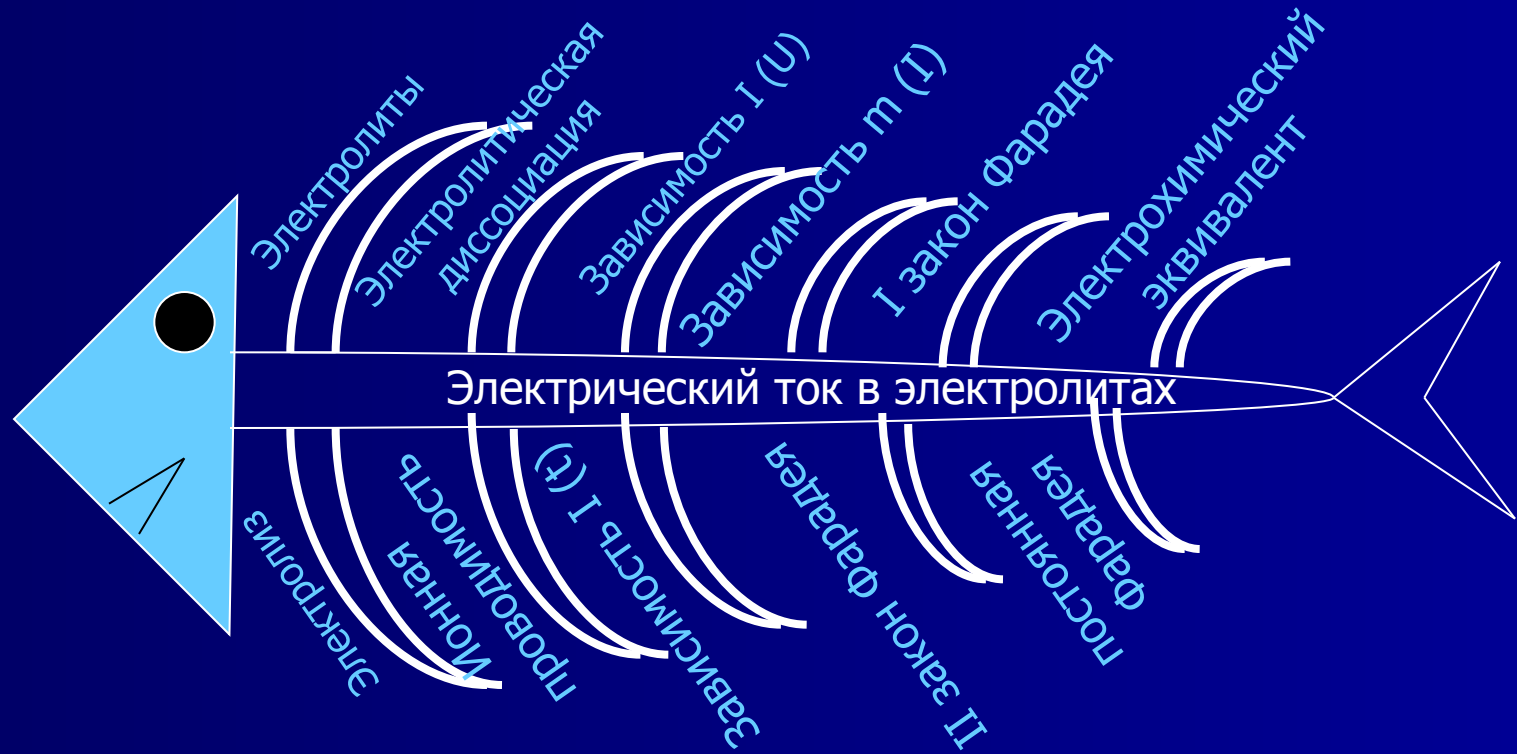
C – коэффициент пропорциональности, который имеет одно и то же значение для всех веществ

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

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

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

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

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

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

$$= 338\text{ К}$$

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

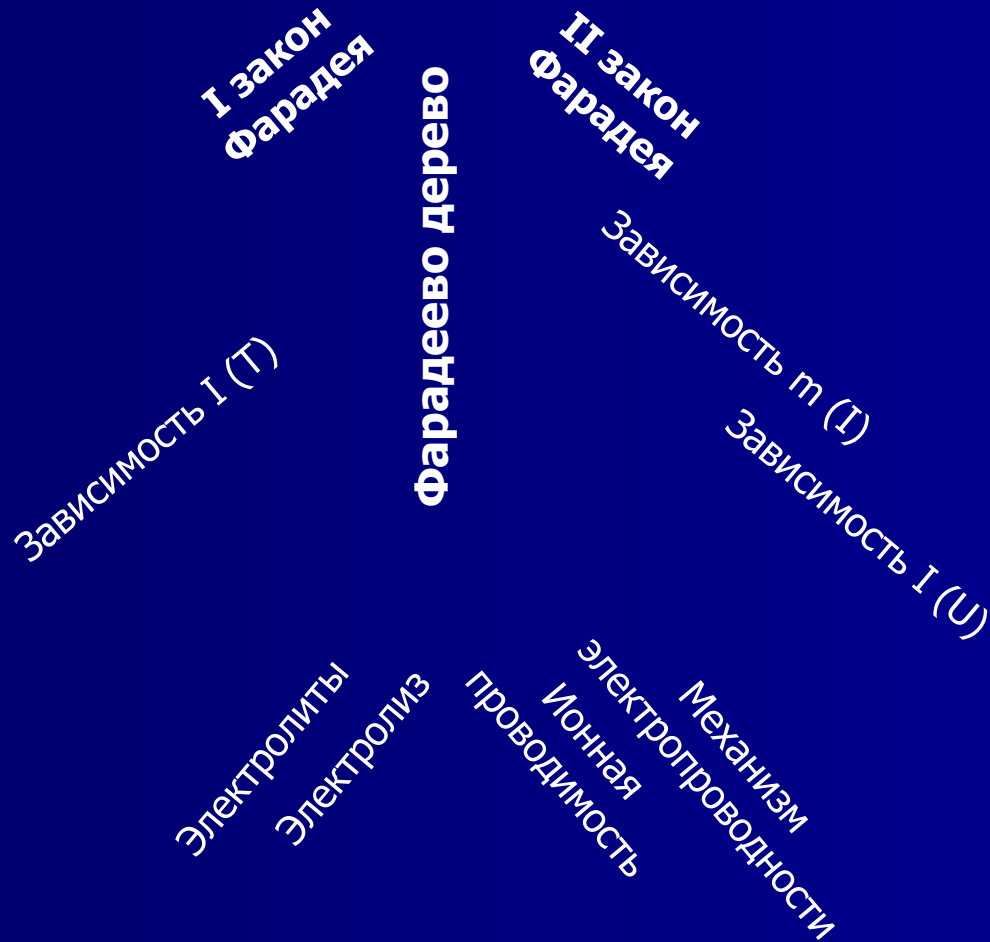
$$= \frac{1,3 \times 10^5\text{ Па} \times 0,5 \times 10^{-3}\text{ м}^3 \times 32 \times 10^{-3}\text{ кг/моль} \times 96500\text{ Кл} \times 2}{1,6 \times 10^{-3}\text{ кг/моль} \times 2,5\text{A} \times 3600\text{с} \times 8,31\text{ Дж/моль} \cdot \text{К}} =$$
$$= 338\text{ К}$$

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 l (T)

Зависимость m (I)

Зависимость l (U)

Электролиты

Электролиз



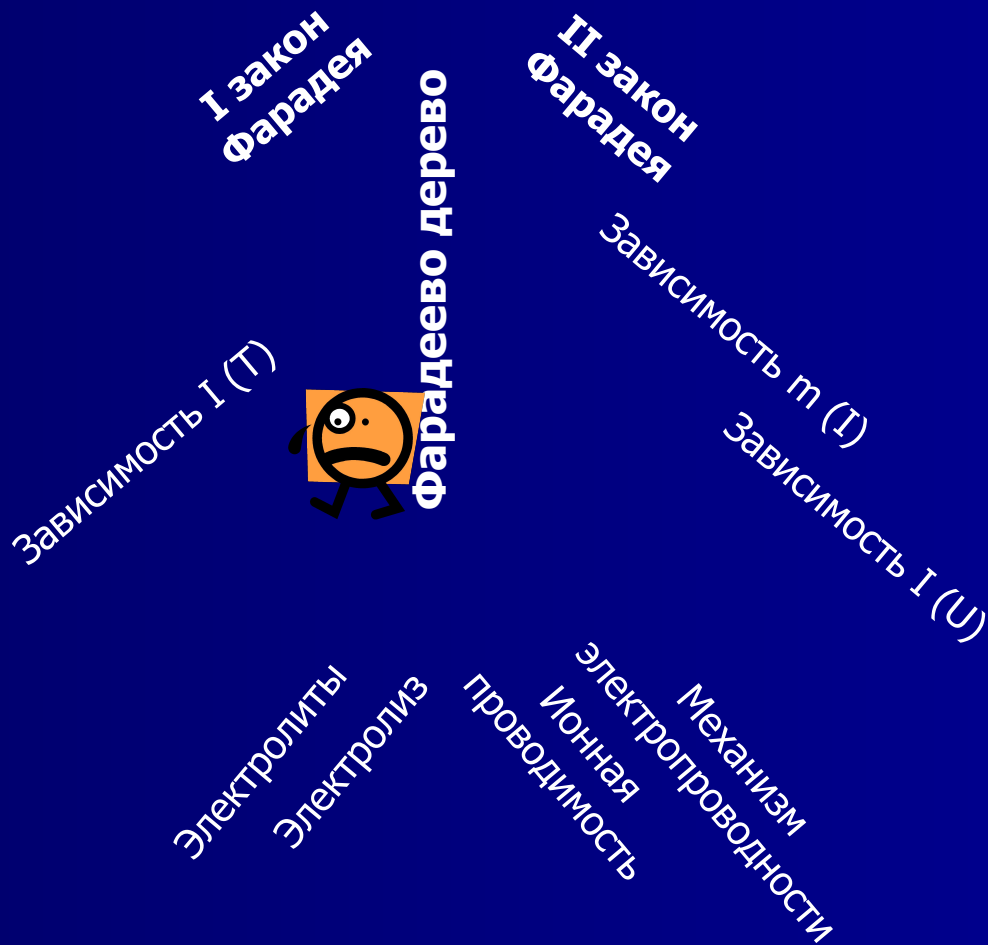
Ионная
проводимость

Механизм
электропроводности

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

электродная
проводимость

Ионная

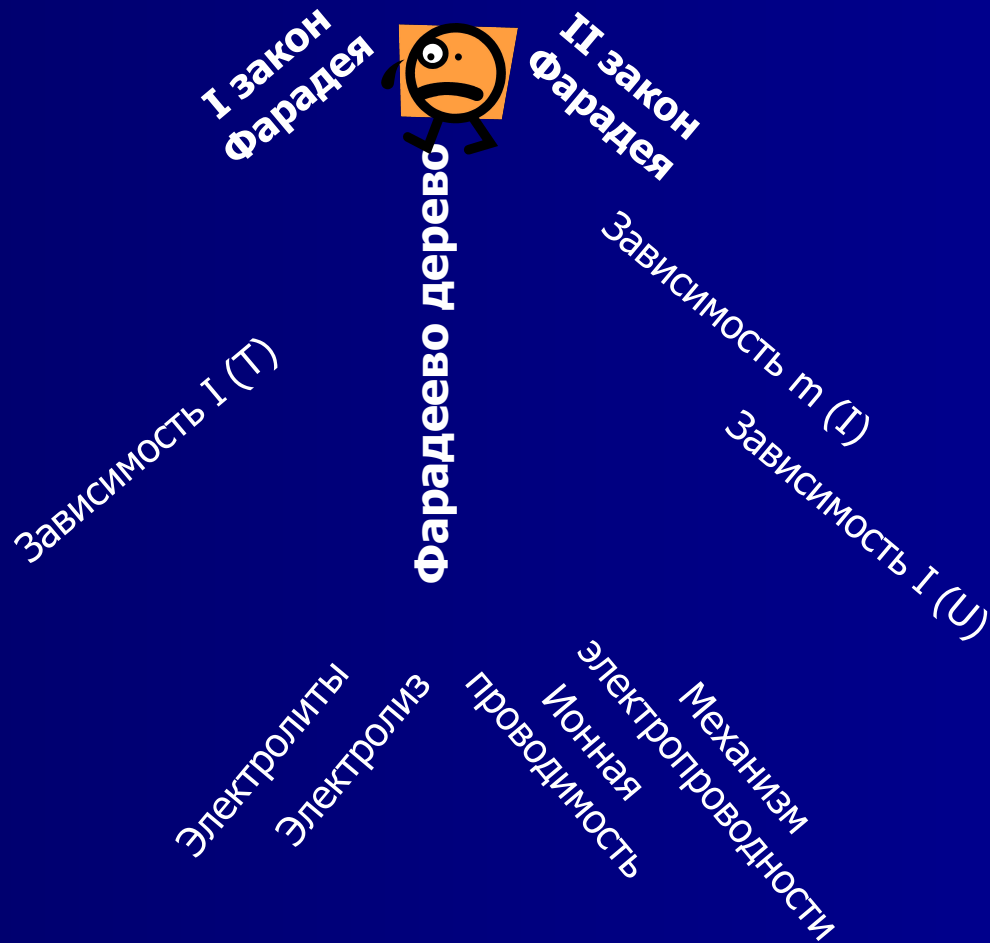
Механизм

электропроводности

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