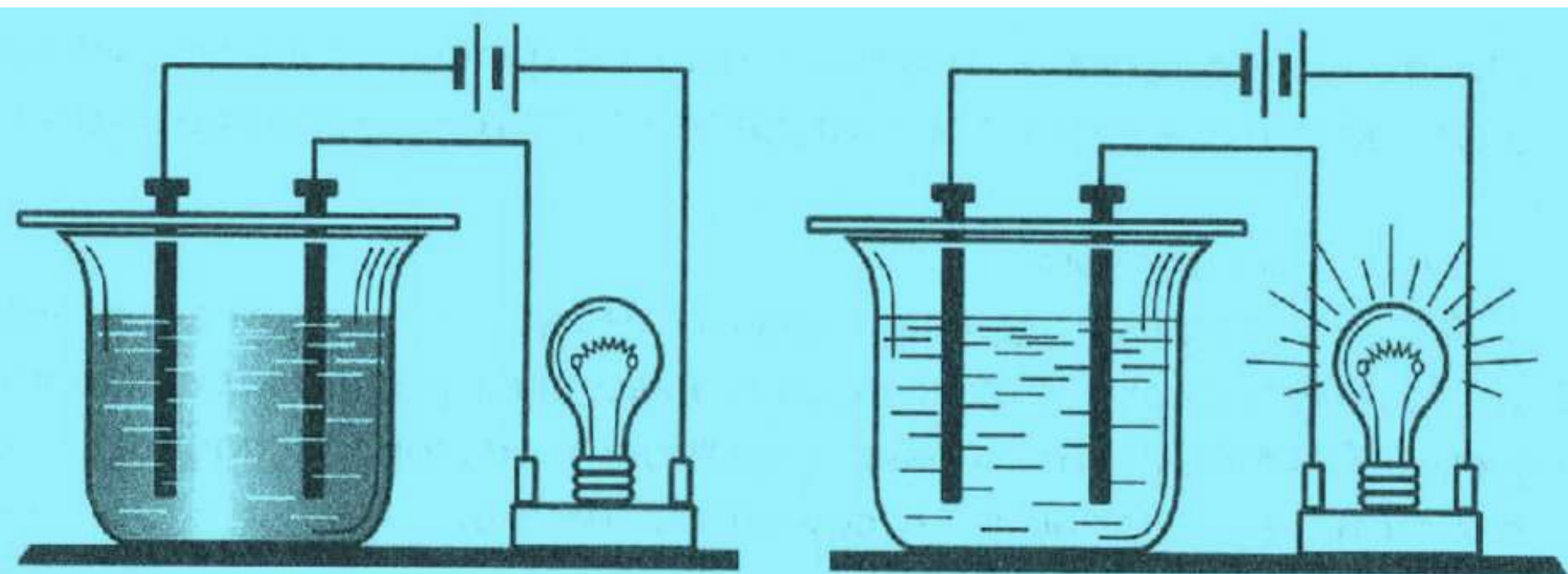


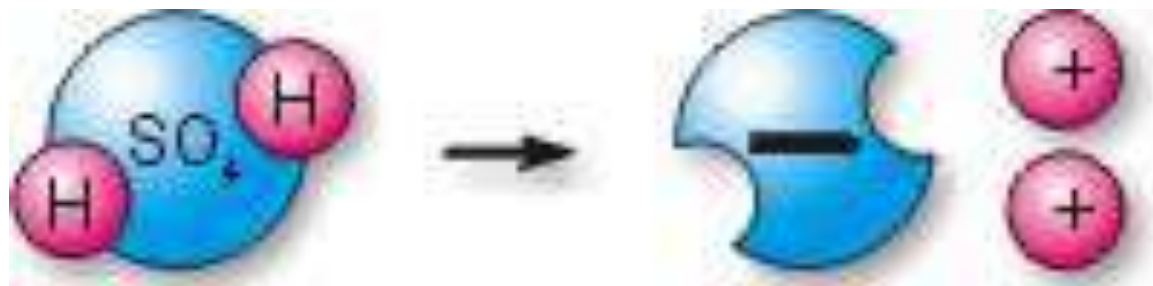
Электролиз. Закон электролиза
Фарадея. Электрохимический
эквивалент. Виды газовых
разрядов

Электролиз в физике

- — это явление переноса вещества при прохождении электрического тока через электролит. В процессе электролиза происходит разложение растворённого вещества на составные части и выделение этих частей на электродах



Абсолютно **чистая вода** – это диэлектрик и **ток** она **не проводит**.



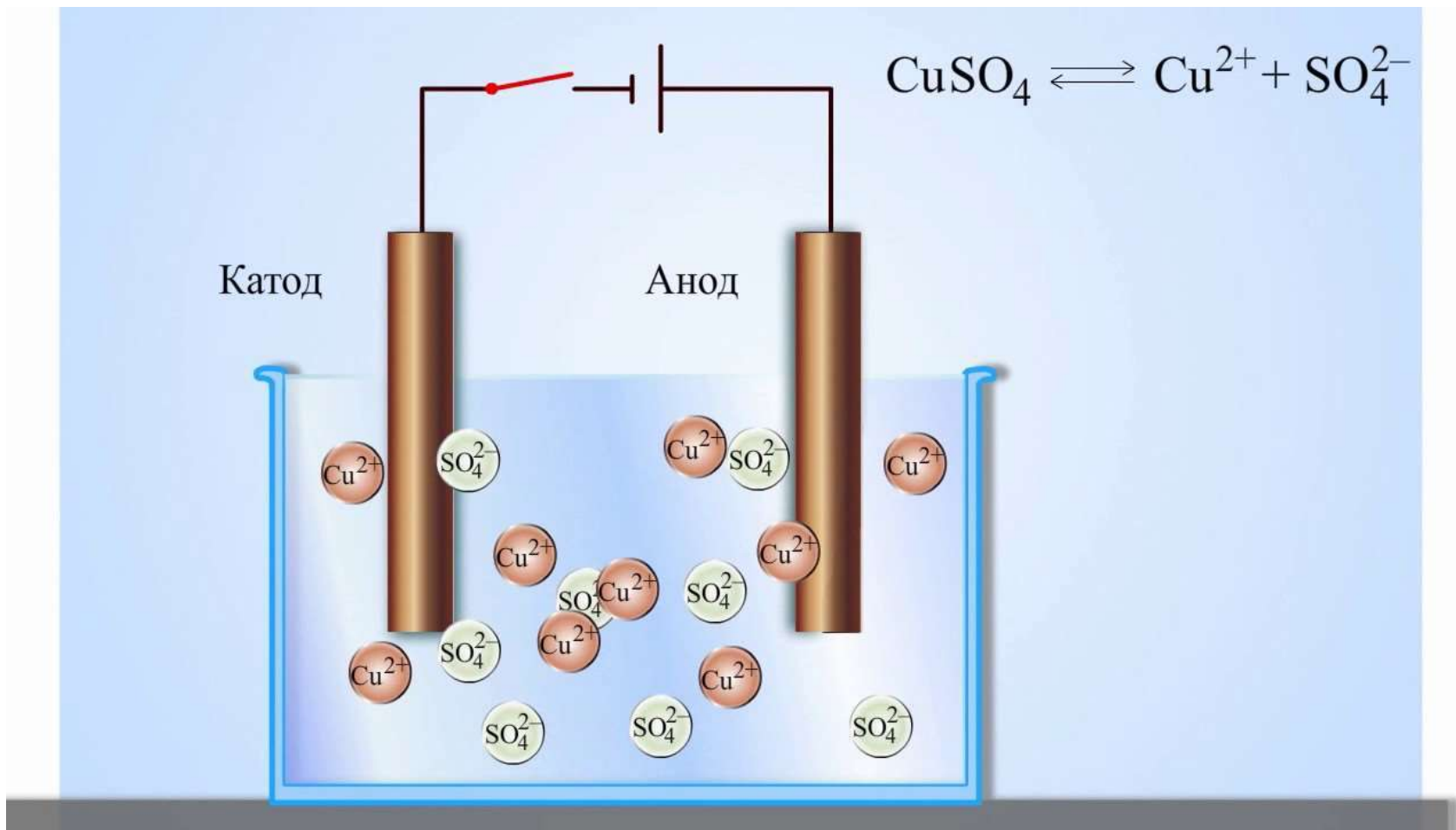
Электролитическая диссоциация – разделение молекул вещества в воде на ионы. Решающее значение в диссоциации имеет вода. Она ослабляет электрическое поле в 81 раз и, следовательно, сила притяжения ионов ослабляется во столько же раз.

Диэлектрическая проницаемость воды $\epsilon = 81$

Процесс электролиза

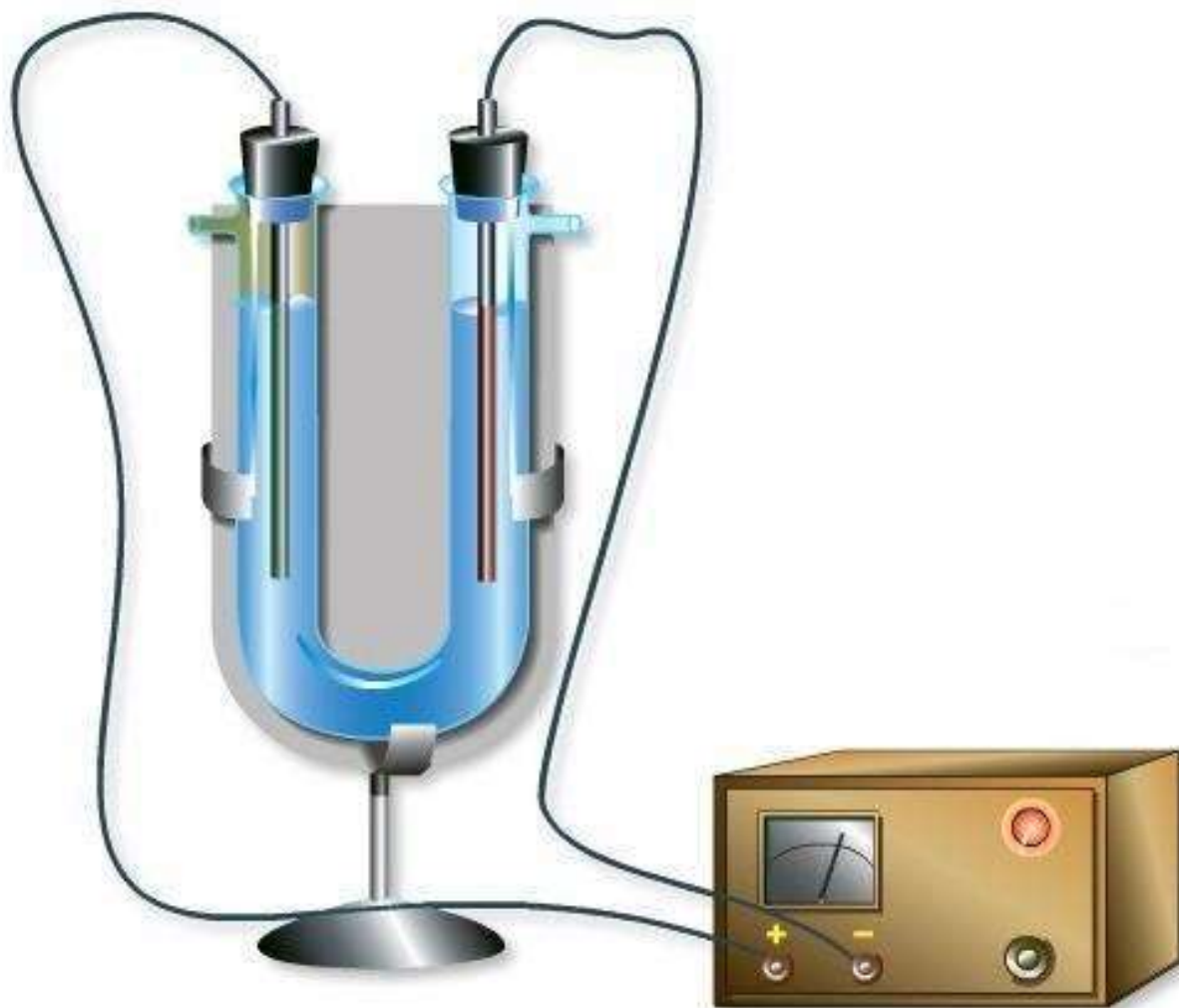
происходит так:

- когда отрицательно заряженные ионы подходят под действием электрического поля к аноду, они отдают свой лишний электрон аноду и сами прилипают к нему. А положительно заряженные ионы, подойдя к катоду, получают дополнительные электроны и тоже прилипают к нему



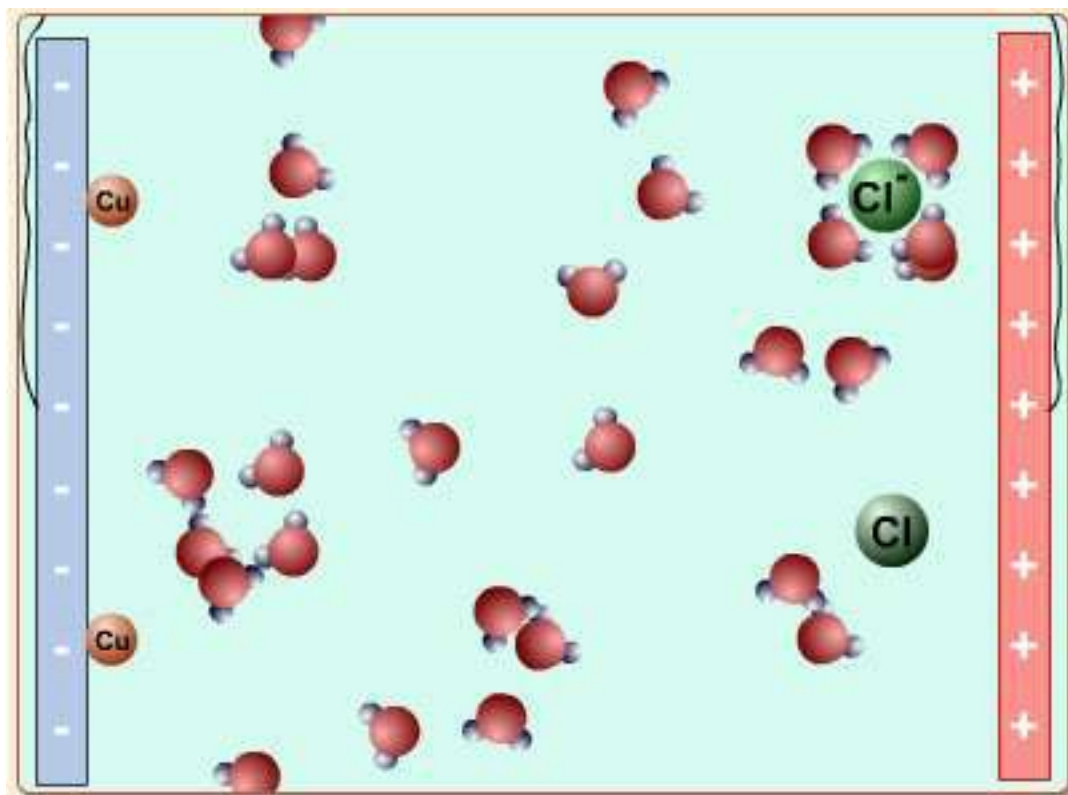
Раствор кислоты, щёлочи или основания в воде называется электролитом.

Электрический ток в электролите образуют ионы.



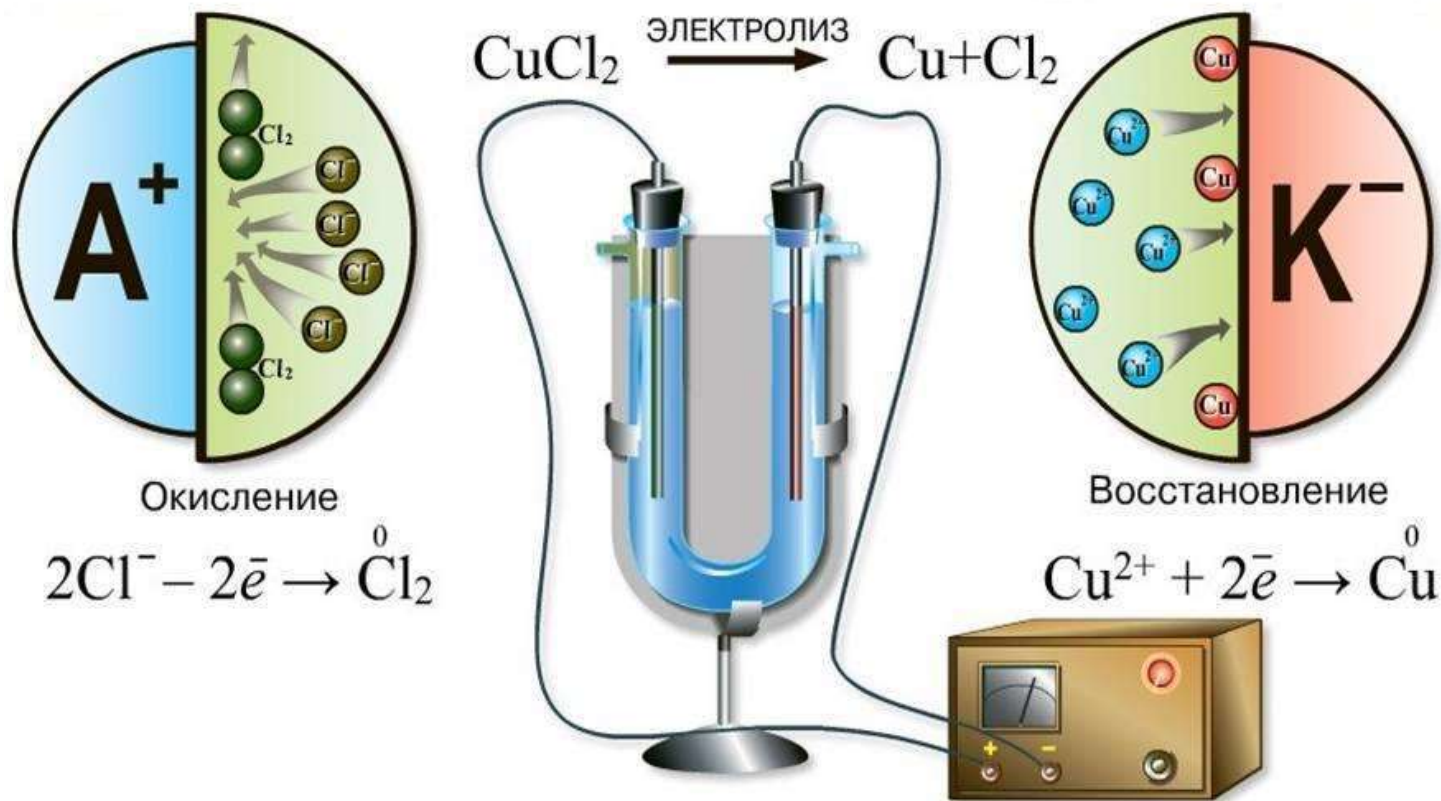
Электролит проводит электрический ток

Cu



Cl

Электрический ток в электролите сопровождается отложением веществ на электродах. Электролиз - отложение вещества на электродах при прохождении электрического тока через электролит



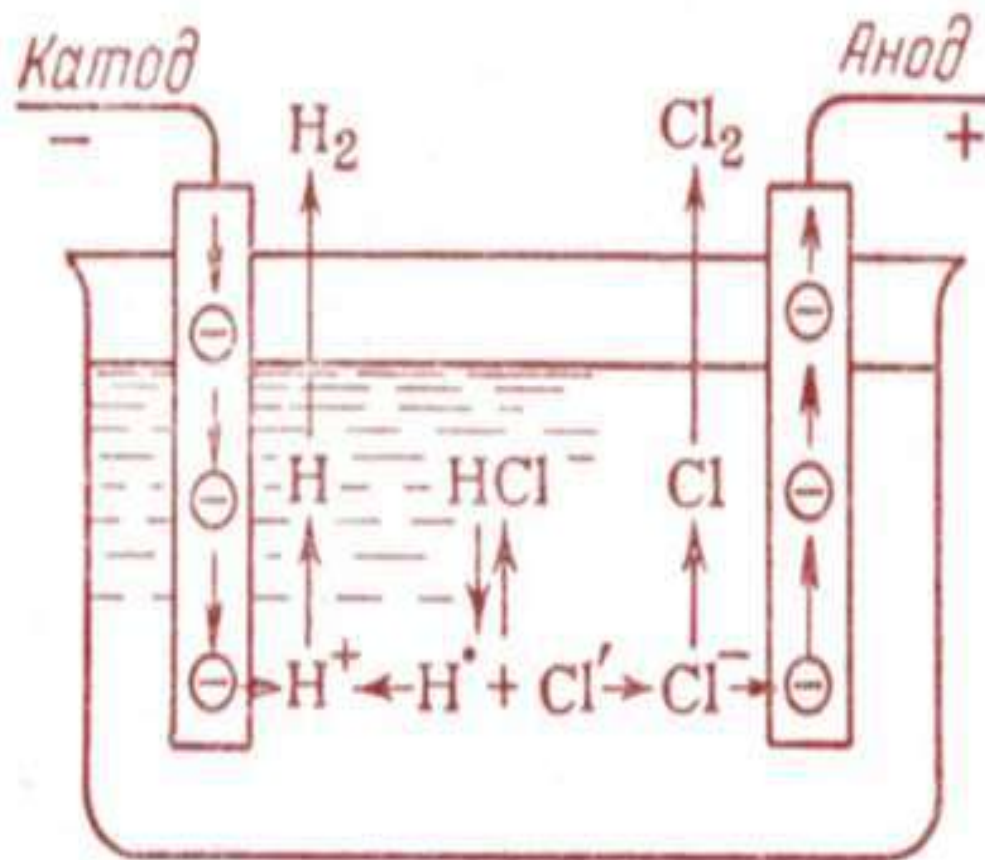
$\text{Li}^+ \text{ K}^+ \text{ Ca}^{2+} \text{ Na}^+ \text{ Mg}^{2+} \text{ Al}^{3+} \text{ Zn}^{2+} \text{ Cr}^{3+} \text{ Fe}^{2+} \text{ Ni}^{2+} \text{ Sn}^{2+} \text{ Pb}^{2+} \text{ H}^+ \text{ Cu}^{2+} \text{ Hg}^{2+} \text{ Ag}^+ \text{ Pt}^{4+} \text{ Au}^{3+}$

$\xrightarrow{\text{увеличение окислительной активности катионов}}$

$\text{NO}_3^- \text{ SO}_4^{2-} \text{ OH}^- \text{ Cl}^- \text{ Br}^- \text{ I}^- \text{ S}^{2-}$

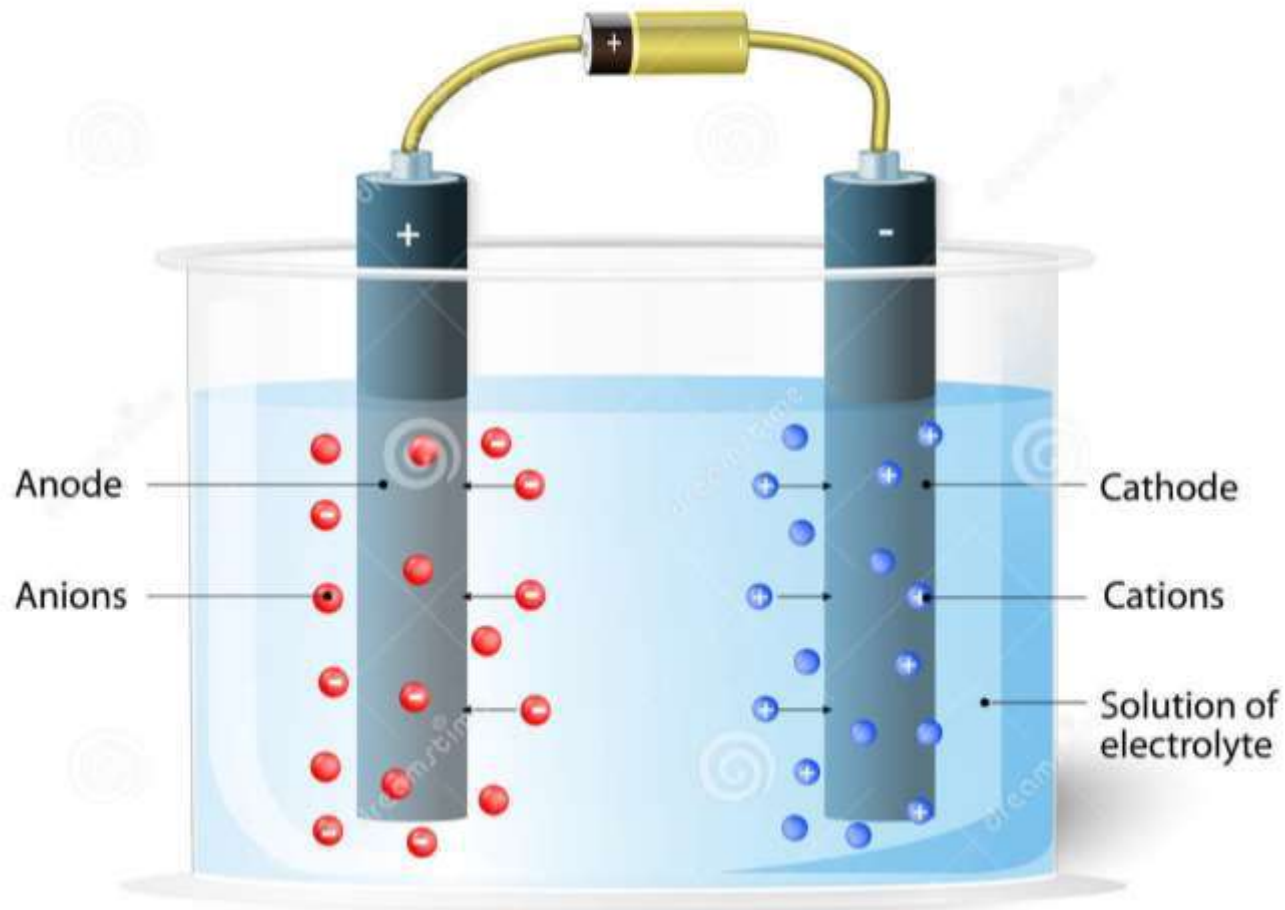
$\xrightarrow{\text{увеличение восстановительной активности анионов}}$

Взгляд на электролиз физика и химика



Пример. Электролиз раствора соляной кислоты HCl .
 На катоде выделяется водород H_2 , на аноде хлор Cl_2

ELECTROLYSIS



Переведите с английского на русский

Законы Фарадея для электролиза

Первый закон Фарадея для электролиза

Масса вещества, выделившегося на электроде $m = m_0 N$,
где $m_0 = M/N_A$ - масса одного иона; M – молярная масса вещества;
 N_A - число Авогадро; $N = q/q_0$ – количество ионов.

q - заряд, прошедший через электролит; q_0 – заряд одного иона

$q = It$ заряд ил количество электричества

$q_0 = en$, где e - элементарный заряд и n – валентность иона

$$N = It/en$$

$$m = MIt/enN_A = kIt ; k = M/en N_A$$

$$m = kIt \text{ или } m = kq$$

Масса вещества, выделившегося на электроде при электролизе прямо пропорциональна силе тока, прошедшего через электролит и времени.

Или

Масса вещества, выделившегося на электроде при электролизе прямо пропорциональна заряду, прошедшему через электролит

Эта зависимость экспериментально была установлена Майклом Фарадеем в 1832 году и носит название закона Фарадея

$m = MIt/enN_A = kIt = kq$; обозначим через
 $k = M/enN_A$ - электрохимический эквивалент вещества
Из $m = kq$ следует, что $k = m/q$ и единица k кг/Кл

Физический смысл k

При $q = 1\text{Кл}$ значение k численно равно массе вещества m ,
то есть электрохимический эквивалент вещества численно
равен массе вещества, выделившегося на электроде при
прохождении через электролит заряда 1Кл.

Для меди $k = 0,33\text{мг/Кл} = 0,33 \cdot 10^{-6}\text{кг/Кл}$.

Это означает, что прохождении 1Кл электричества на катоде
отложится $0,33 \cdot 10^{-6}\text{кг}$ меди.

Интересно, что для серебра $k = 1,12\text{мг/Кл} = 1,12 \cdot 10^{-6}\text{кг/Кл}$.

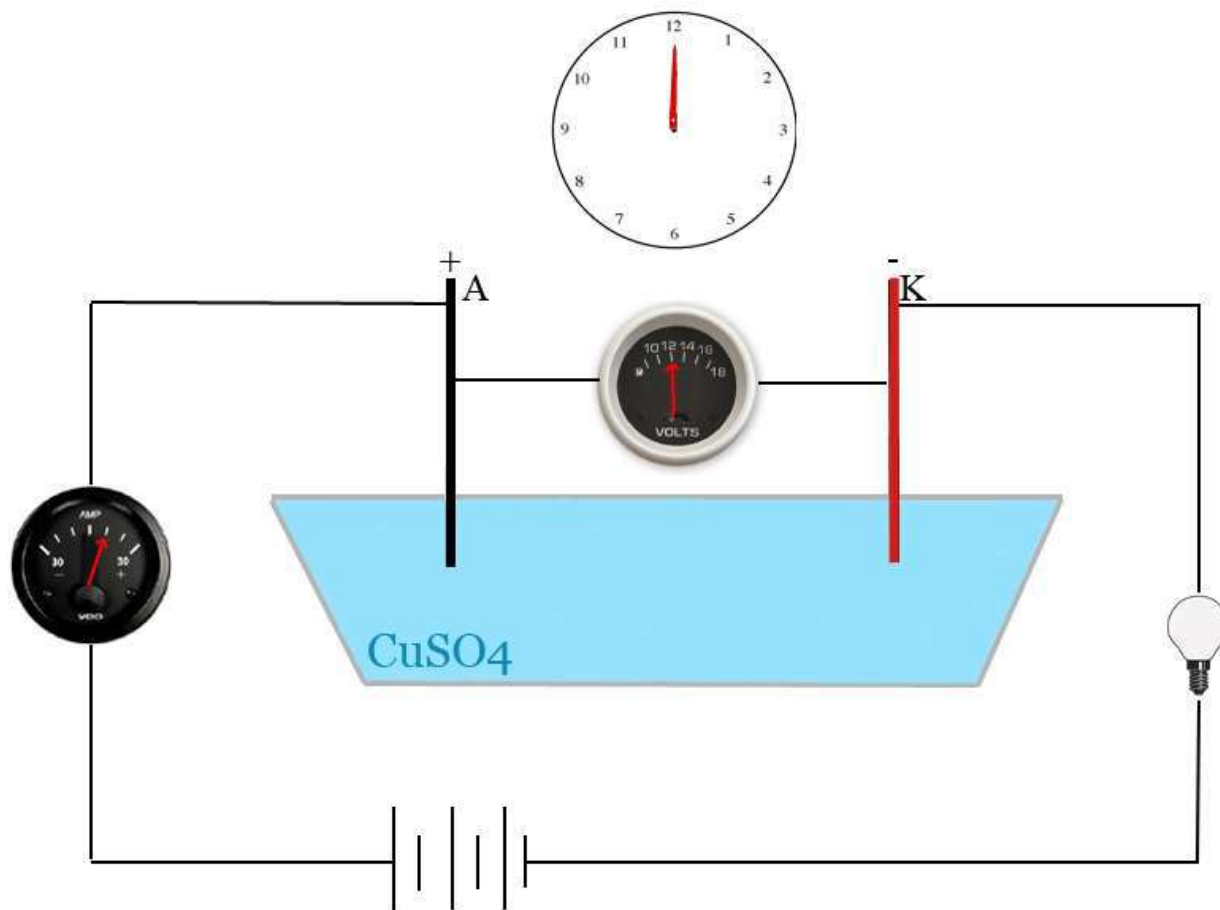
Для любого вещества можно вычислить по формуле
 $k = M/enN_A$ или $k = M/nF$, где $F = eN_A$



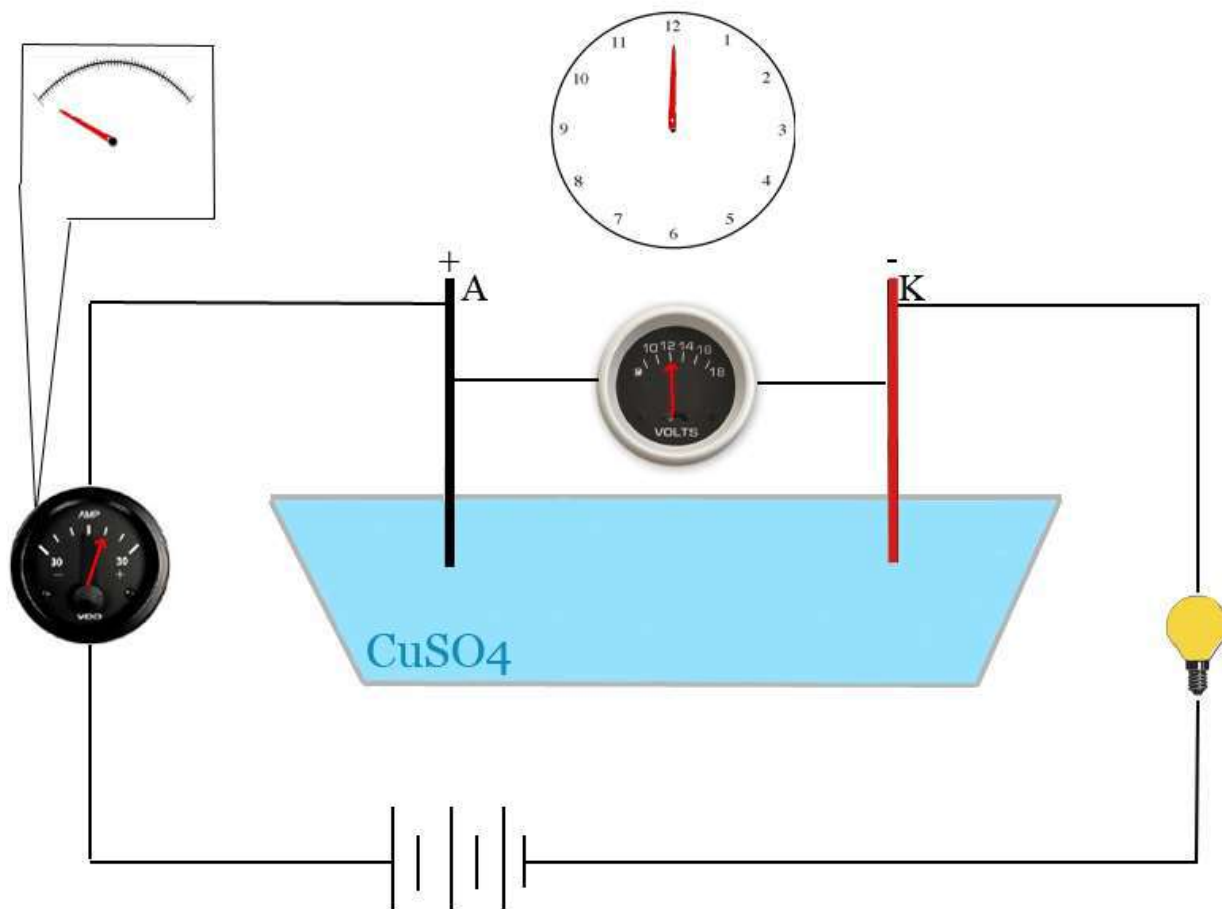
$$m = k q$$

или

$$m = k l t$$



Масса вещества пропорциональна времени электролиза



Масса вещества пропорциональна силе тока и времени, то есть количеству электричества (заряду)

Электрохимический эквивалент

Химический эквивалент вещества – это отношение молярной массы вещества к его валентности – M/n

$$k = M/enN_A = M/nF$$

Электрохимический эквивалент вещества пропорционален его химическому эквиваленту, то есть $k \sim M/n$

$$F = eN_A = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 6,2 \cdot 10^{23} 1/\text{моль} = \\ = 96484,56 \text{ Кл/моль} \approx 9,65 \cdot 10^4 \text{ Кл/моль} - \text{постоянная Фарадея}$$

Второй закон Фарадея для электролиза

$$m_1 = k_1 q$$

$$m_2 = k_2 q$$

$$m_1 : m_2 = k_1 : k_2 = M_1/n_1 : M_2/n_2$$

При одинаковом количестве электричества масса вещества, выделившегося в результате электролиза различных электролитов, пропорциональна отношению молярной массы к валентности

$$m_1 : m_2 = M_1/n_1 : M_2/n_2$$

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{n} \cdot I \cdot t = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{n} \cdot \Delta q$$

объединенный закон Фарадея

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{n} \cdot \Delta q$$

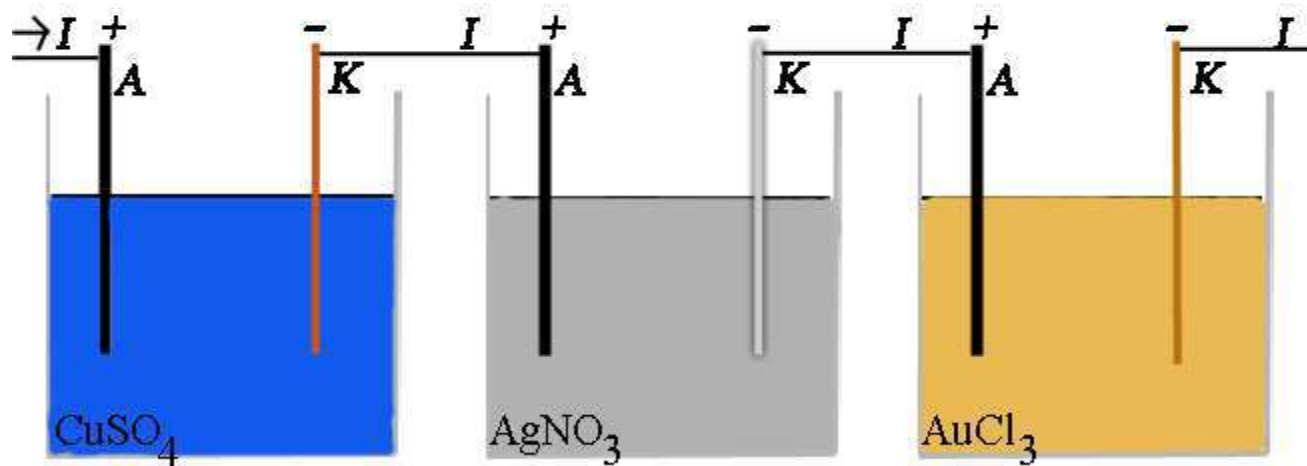
При $m = M$ имеем

$$M = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{n} \cdot \Delta q \rightarrow F = \frac{\Delta q}{n}$$

То есть если $n = 1$, то $F = \Delta q$ (численно)

Постоянная Фарадея численно равна заряду,
который необходимо пропустить через электролит для
выделения на электроде одного моля одновалентного вещества.

$F \approx 9,65 \cdot 10^4$ Кл/моль - постоянная Фарадея



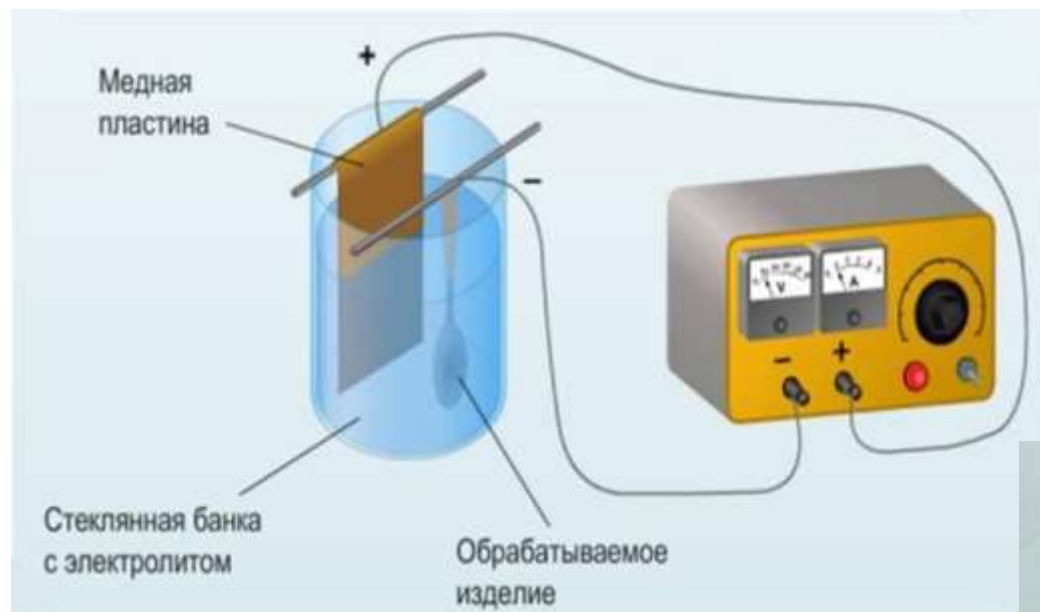
$$M_{\text{Cu}} = 63,54 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}; M_{\text{Ag}} = 107,88 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}; M_{\text{Au}} = 197,54 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль};$$

$$M_{\text{Cu}} < M_{\text{Ag}} < M_{\text{Au}} \rightarrow m_{\text{Cu}} < m_{\text{Ag}} < m_{\text{Au}}$$

Масса отложившегося вещества пропорциональна молярной массе

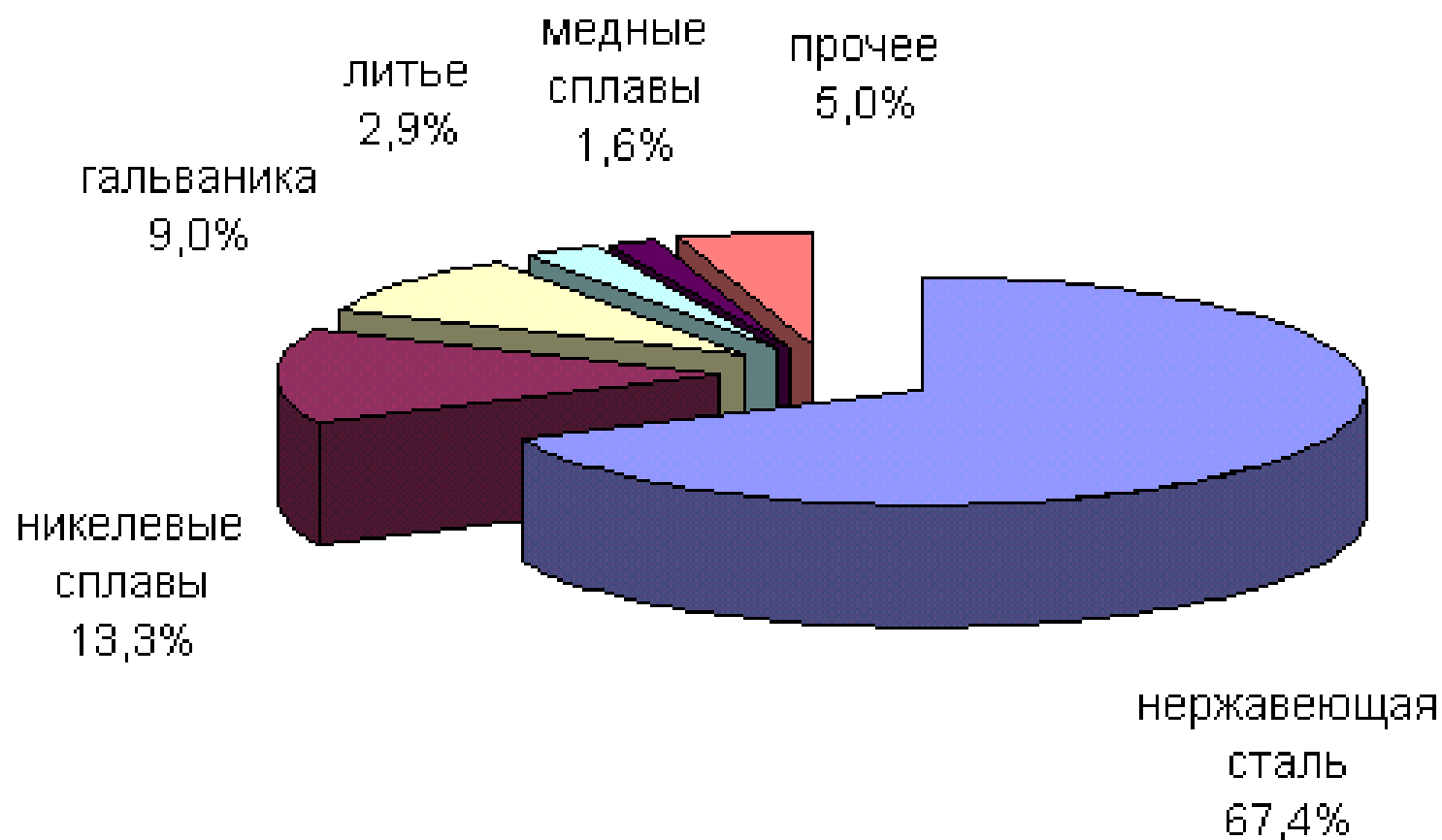
Некоторые практические применения электролиза:

- покрытие проводящего материала тонким слоем металла (гальваностегия);
- очистка металлов от примесей (электролиз солей меди, электролиз расплавленных оксидов алюминия и т. п.)



Гальваностегия – покрытие поверхности проводника другим металлом с помощью электролиза. Производится для защиты от коррозии и в эстетических целях

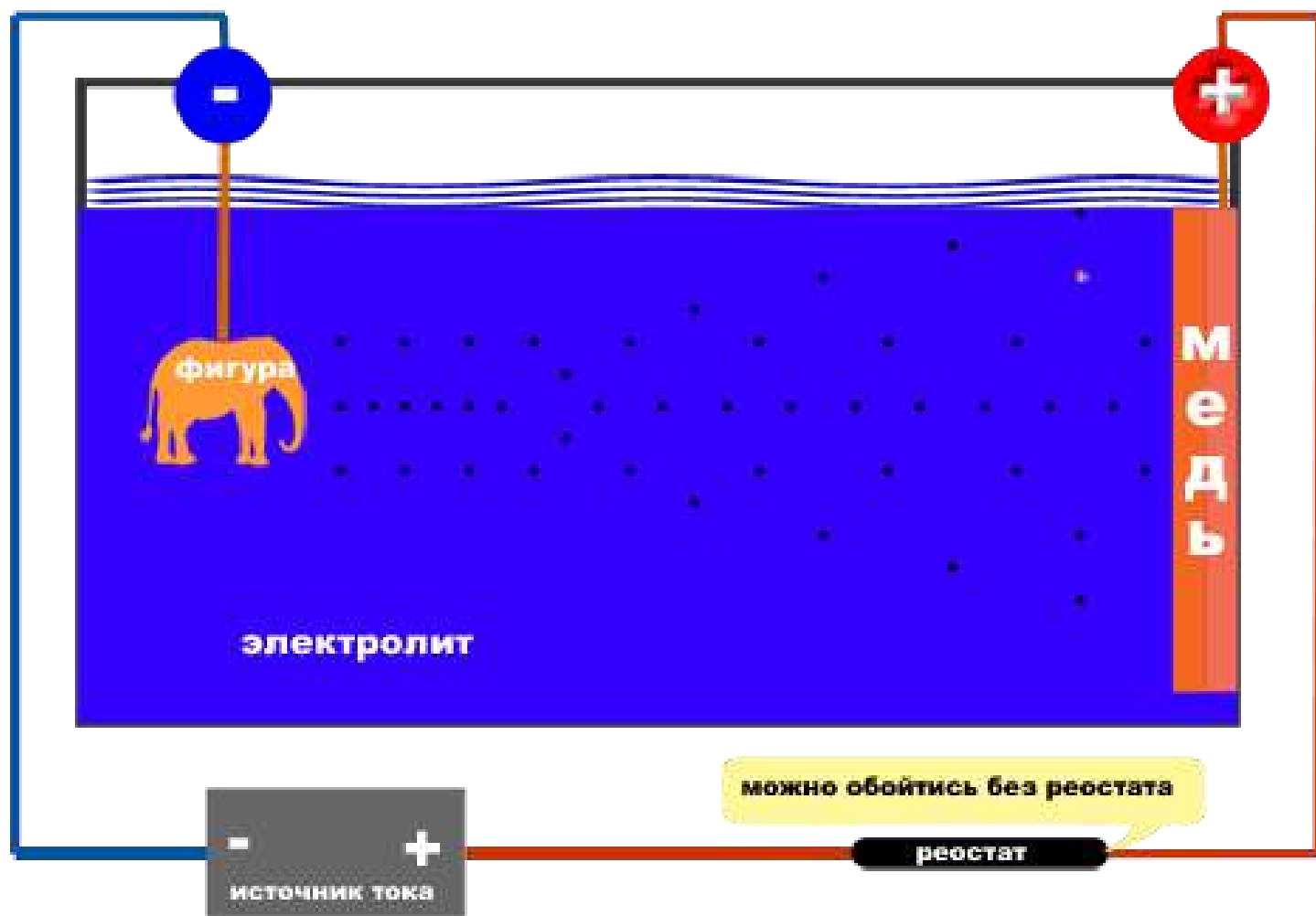
Области первичного потребления никеля



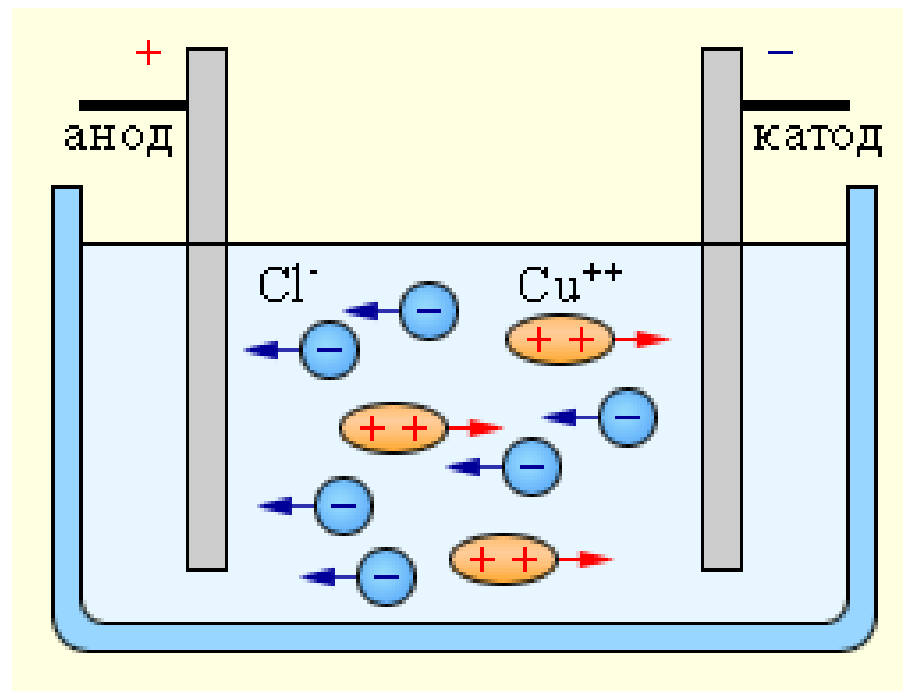
9 % никеля используется в гальванике



От фитинга до автомобиля



Гальванопластика – получение объёмных копий
с помощью электролиза



Раствор какого вещества образует электролит?

Какие заряды образуют ток в электролите?

Какие вещества выделяются на электродах?

Две электролитические ванны подключены последовательно к источнику тока. В первой ванне находится раствор хлористого железа (FeCl_2), а во второй — хлорного железа (FeCl_3). Определите массы выделившегося железа и хлора на электродах первой и второй ванн к тому моменту, когда через источник прошёл заряд $q = 96,5 \text{ МКл}$. Молярная масса железа $M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ г/моль}$, хлора - $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ г/моль}$.
 $(n_1 = 2; n_2 = 3; n_3 =; 1 n_4 = 2)$.

Дано:

Решение:

$$q = 96,5 \text{ МКл} = 96,5 \cdot 10^6 \text{ Кл}$$

$$M_{\text{Fe}} = 55,8 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$M_{\text{Cl}} = 35,3 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

Найти:

$$m_{\text{Fe1}} - ?$$

$$m_{\text{Fe2}} - ?$$

$$m_{\text{Cl1}} - ?$$

$$m_{\text{Cl2}} - ?$$

$$m_{\text{Fe1}} = \frac{Mq}{Fn} = \frac{55,8 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \cdot 96,5 \cdot 10^6 \text{ Кл}}{9,65 \cdot 10^4 \text{ Кл/моль} \cdot 2} = 27,9 \text{ кг}$$

$$m_{\text{Fe2}} = \frac{Mq}{Fn} = \frac{55,8 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \cdot 96,5 \cdot 10^6 \text{ Кл}}{9,65 \cdot 10^4 \text{ Кл/моль} \cdot 3} = 18,6 \text{ кг}$$

$$m_{\text{Cl1}} = \frac{Mq}{Fn} = \frac{35,3 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \cdot 96,5 \cdot 10^6 \text{ Кл}}{9,65 \cdot 10^4 \text{ Кл/моль} \cdot 1} = 35,3 \text{ кг}$$

$$m_{\text{Cl2}} = \frac{Mq}{Fn} = \frac{35,3 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \cdot 96,5 \cdot 10^6 \text{ Кл}}{9,65 \cdot 10^4 \text{ Кл/моль} \cdot 2} = 17,65 \text{ кг}$$

Ответ: 27,9кг;18,6кг;35,3кг;17,65кг

Виды газовых зарядов

Тлеющий разряд

- Возникает в газах при низких давлениях. Положительные ионы, образующиеся между электродами при ионизации газа, под действием приложенного к электродам напряжения приобретают большую скорость. Ударяясь о катод и выбивая из него электроны, они создают вторичную электронную эмиссию, которая и поддерживает разряд. Для тлеющего разряда характерен небольшой ток при большом напряжении между электродами

Тлеющий разряд



Дуговой разряд

- При дуговом разряде положительный объёмный заряд в газе компенсируется отрицательным зарядом электронов. Между электродами создаётся так называемый дуговой столб в виде газового разряда. Благодаря компенсации положительных и отрицательных зарядов между электродами будет малое падение напряжения

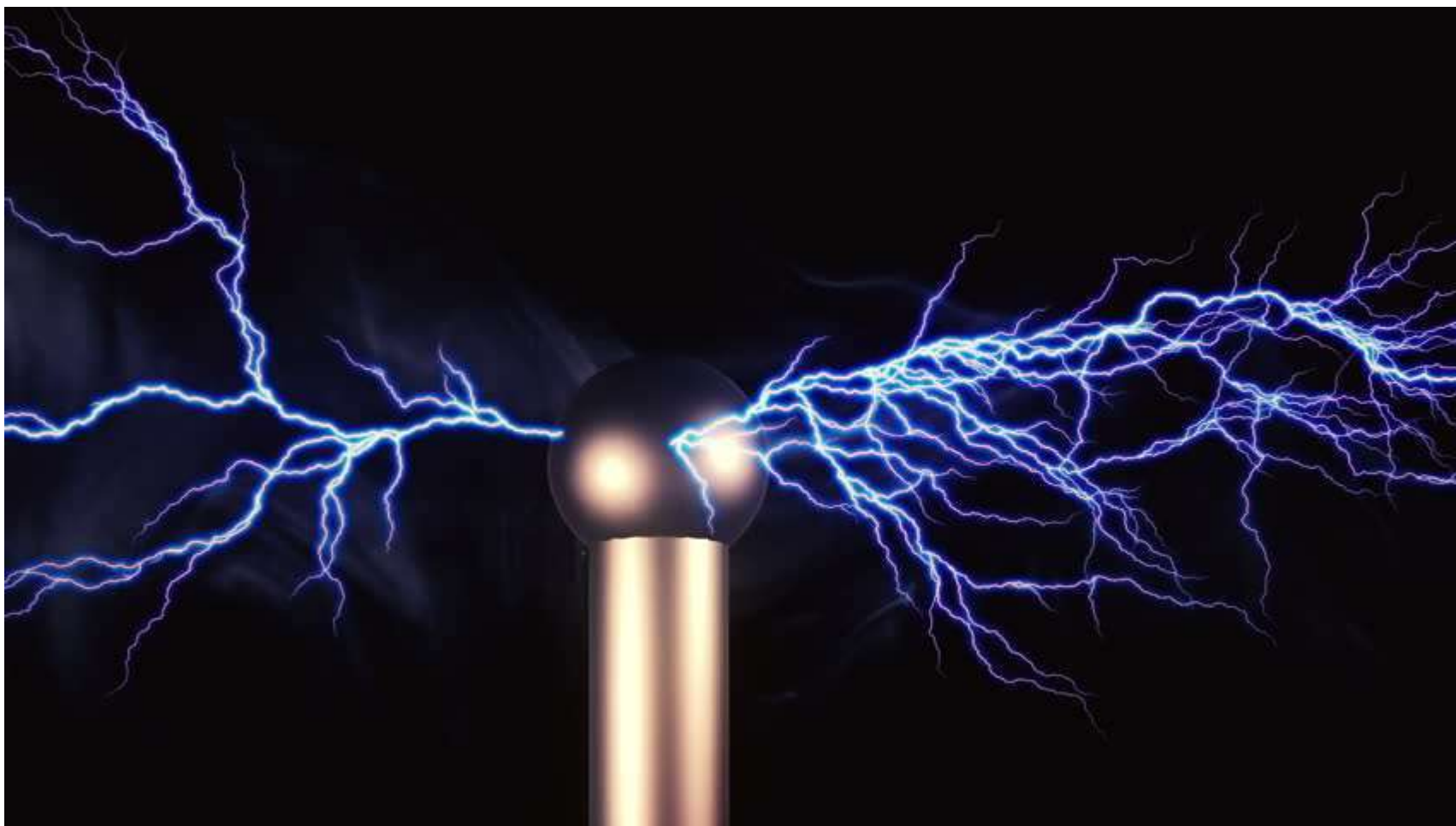
Дуговой разряд



Искровой разряд

- Неустойчивый разряд, который возникает в газе между двумя электродами при атмосферном давлении в мощных относительно однородных электрических полях. Разряд имеет вид прерывистых ярких зигзагообразных разветвлённых каналов ионизированного газа. Разряд сопровождается выделением большого количества теплоты, ярким свечением и шумовым эффектом

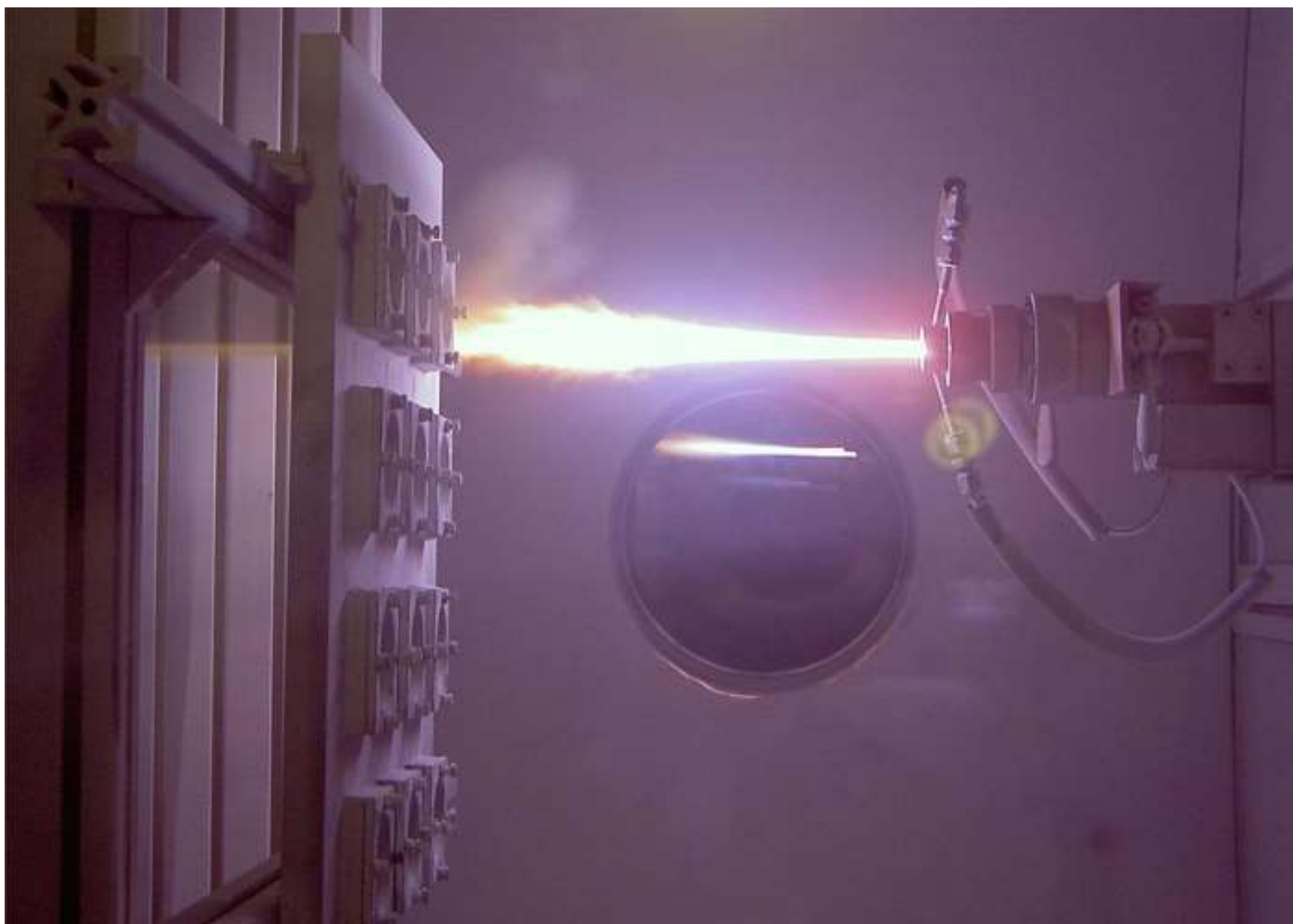
Искровой разряд



Высокочастотный разряд

- При быстром изменении полярности электрического поля ионы наряду с поступательным движением будут совершать и колебательные движения. Ионизация получается более интенсивной, и в разрядном пространстве появляется ток, хотя в этом случае катода нет

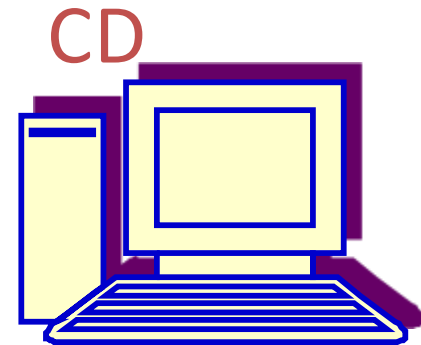
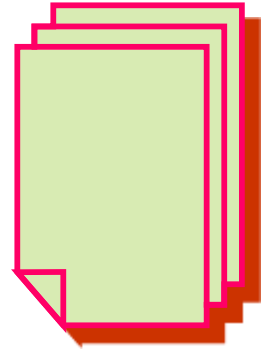
Высокочастотный разряд





Источники дополнительных сведений

- Блудов М. И. Беседы по физике. М. Просвещение. 1996 г.
- Тарасов Л.В. Физика в природе. М.Просвещение. 1988 г.
- Электронные источники.
«Открытая физика».



Автор Автайкин Г.А.

Учительский сайт Автайкин Г.А.

<https://infourok.ru/user/avtaykin-genrih-aleksandrovich>