

19.12.2022

Група 21

Фізика і астрономія

Урок 35-36

Тема: Електричний струм у електролітах. Електроліз

Мета:

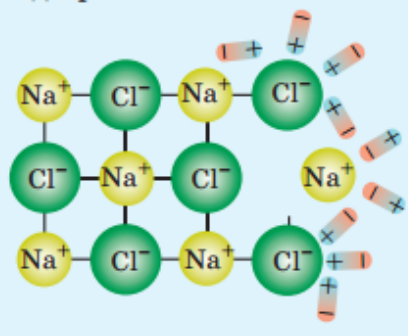
- Повторити теоретичний матеріал; узагальнити, систематизувати та поглибити знання учнів із теми; застосувати знання з фізики під час розв'язування прикладних задач; формувати уяву про процеси у природі;
- розвивати в учнів пізнавальний інтерес, уміння використовувати набуті знання, навички й уміння в нових ситуаціях; підвищити інтерес до вивчення фізики та астрономії; розвивати абстрактне та логічне мислення;
- виховувати у учнів повагу та зацікавленість до вивчення фізики та астрономії, старанність у навчанні; сприяти розширенню кругозору учнів.

Матеріали до уроку:

### Нагадуємо

Електролітична дисоціація (від латин. *dissociatio* — розділення) — це розпад речовин на йони внаслідок дії полярних молекул розчинника.

Так, коли кристалик кухонної солі потрапляє у воду, полярні молекули води оточують йони Натрію та йони Хлору і відокремлюють їх від кристалика.



### 1 Що являє собою електричний струм в електролітах

Електроліти — тверді або рідкі речовини, які мають йонну провідність.

Механізм йонної провідності твердих речовин є досить складним, тому розглянемо йонну провідність лише рідких електролітів.

Солі, кислоти або луги під час розчинення можуть розпастися на окремі йони. Це явище називають *електролітичною дисоціацією* (див. текст ліворуч), а розчини відповідних речовин — електролітами.

Розпад речовин на йони може бути спричинений не тільки розчинником. Деякі солі та оксиди металічних елементів розпадаються на йони внаслідок значного підвищення температури. Розплави цих речовин теж є електролітами.

За відсутності електричного поля йони перебувають у хаотичному тепловому русі.

У результаті в розчині з'являються вільні заряджені частинки — позитивні й негативні йони.

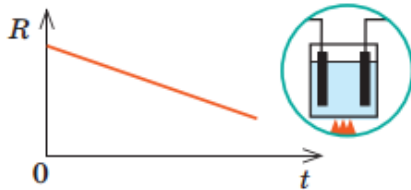
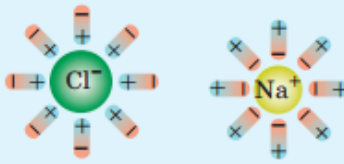


Рис. 6.1. Приблизний графік залежності опору  $R$  електроліту від температури  $t$

## 2 Що таке електроліз

Під час проходження електричного струму через електроліт відбувається перенесення хімічних складових електроліту й ті виділяються на електродах — осідають у вигляді твердого шару або виділяються в газоподібному стані.

Так, якщо через водний розчин купрум(II) хлориду пропускати струм, то поверхню катода вкриє тонкий шар міді, а біля анода виділиться хлор. Це відбувається тому, що під дією електричного поля вільні позитивні йони Купруму ( $\text{Cu}^{2+}$ ) прямують до катода, а вільні негативні йони Хлору ( $\text{Cl}^-$ ) — до анода (рис. 6.2).

Досягши катода, катіони Купруму «захоплюють» з його поверхні електрони, яких їм «бракує», — відбувається *хімічна реакція відновлення*: катіони Купруму перетворюються на нейтральні атоми, і на поверхні катода осідає мідь. Водночас аніони Хлору, досягши поверхні анода, «віддають» йому «надлишкові» електрони — відбувається *хімічна реакція окиснення*: аніони Хлору перетворюються на нейтральні атоми, і на аноді виділяється хлор.

Процес виділення речовин на електродах, пов'язаний з окисно-відновними реакціями, які відбуваються на електродах під час проходження струму, називають **електролізом**.

А от якщо в розчин або розплав помістити електроди, приєднані до різнойменних полюсів джерела струму, то, як і вільні електрони в металах, йони дрейфуватимуть у певному напрямку: позитивні йони (катіони) — до негативного електрода (катода); негативні йони (аніони) — до позитивного електрода (анода). Тобто в розчині виникне *електричний струм*.

**Електричний струм у розчинах і розплавах електролітів** являє собою напрямлений рух вільних йонів.

Зазначимо, що зі збільшенням температури кількість йонів в електроліті значно збільшується, тому, незважаючи на збільшення кількості ефективних зіткнень, *опір електроліту зменшується* (рис. 6.1).

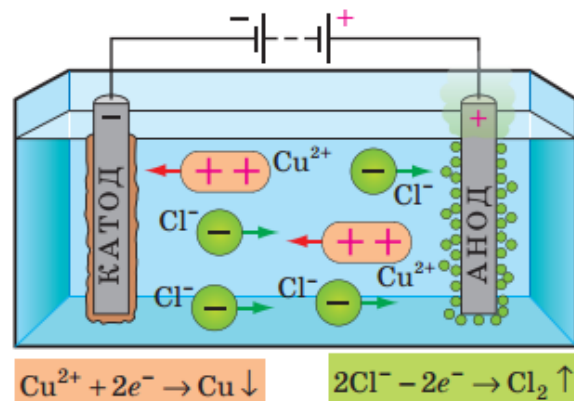


Рис. 6.2. Електроліз розчину  $\text{CuCl}_2$ . У ванну з розчином занурені катод і анод. Після замикання кола позитивні йони (катіони) рухаються до катода, негативні йони (аніони) — до анода

### 3 Закони М. Фарадея для електролізу

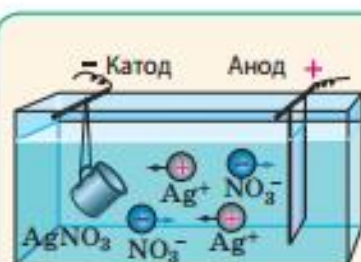
Уперше явище електролізу докладно вивчив англійський фізик *Майкл Фарадей* (1791–1867). Точно вимірюючи маси речовин, які виділялися на електродах під час електролізу, вчений сформулював два закони електролізу.

Закони Фарадея для електролізу	
Перший закон електролізу	Другий закон електролізу
<p>Маса речовини, яка виділяється на електроді під час електролізу, прямо пропорційна силі струму <math>I</math> та часу <math>t</math> його проходження через електродит:</p> $m = kIt, \text{ або } m = kq,$ <p>де <math>q</math> — заряд, що пройшов через електродит; <math>k</math> — коефіцієнт пропорційності, який називають <b>електрохімічний еквівалент</b>:</p> $[k] = 1 \frac{\text{кг}}{\text{Кл}} \left( \frac{\text{кг}}{\text{C}} \right).$ <p>Електрохімічні еквіваленти визначають експериментальним шляхом і заносять у таблиці (див. Додаток 1).</p>	<p>Електрохімічний еквівалент <math>k</math> прямо пропорційний відношенню молярної маси <math>M</math> елемента до валентності <math>n</math> цього елемента в даній хімічній сполуці:</p> $k = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{n},$ <p>де <math>F</math> — <b>стала Фарадея</b>, яка визначається як добуток модуля заряду електрона на сталу Авогадро:</p> $F =  e  N_A = 9,65 \cdot 10^4 \text{ Кл / моль.}$ <p>Тобто стала Фарадея дорівнює модулю заряду одного моля електронів.</p>



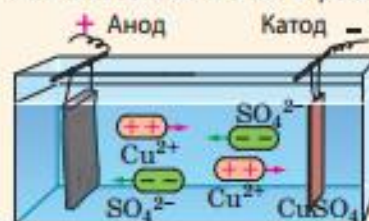
#### 4 Де застосовують електроліз

Електроліз широко застосовують у сучасній техніці, зокрема для полірування поверхонь, зарядження кислотних і лужних акумуляторів, отримання чистого водню (електроліз води), багатьох металів тощо.



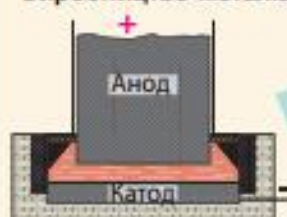
**Гальваностегія** — електролітичний спосіб покриття виробу тонким шаром металу (сріблення, хромування, позолочення, нікелювання). Предмет, який покривають металом, є катодом, металева пластинка — анодом.

**Рафінування** — очищення металів за допомогою електролізу.



Неочищений метал слугує анодом, тонка пластинка чистого металу — катодом.

**Виробництво металів**

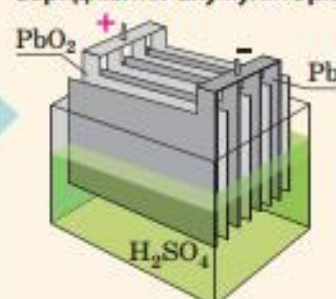


Електролітом є розчин чи розплав солі або оксиду металічного елемента. Катодом слугують дно та стінки ванни, і метал збирається на дні ванни; анодом слугує вугільний блок.

**Електроліз**

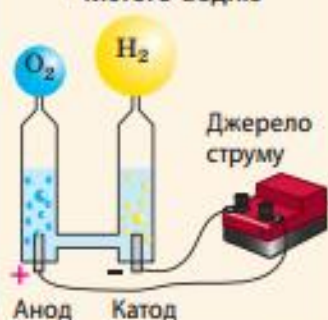


**Зарядження акумуляторів**



Під час роботи акумулятора на обох електродах утворюється плюмбум(II) сульфат ( $PbSO_4$ ) а концентрація сульфатної кислоти ( $H_2SO_4$ ) в розчині зменшується. Під час зарядження внаслідок електролізу на катоді знов утворюється свинець ( $Pb$ ), на аноді — плюмбум(IV) оксид ( $PbO_2$ ), а розчин збагачується сульфатною кислотою.

**Виробництво чистого водню**

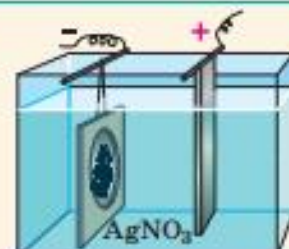


Під час електролізу води на катоді утворюється водень, а на аноді — кисень.

**Очищення стічних вод**  
Під час електролізу органічні речовини, що містяться у воді, розщеплюються, а із неорганічних речовин вилучаються метали — вони виділяються на катоді.

**Гальванопластика** — отримання за допомогою електролізу точних копій рельєфних виробів.

Восковий зліпок, покритий тонким шаром графіту, є катодом, срібна пластинка — анодом.



## 5 Учимся розв'язувати задачі

**Задача.** Під час рафінування міді анодом слугує пластина з неочищеної міді, що має 12 % домішок. Скільки електроенергії витратили для очищення 2 кг такої міді, якщо процес відбувається за напруги 0,5 В?

*Аналіз фізичної проблеми.* Витрати енергії дорівнюють роботі струму:  $\Delta W = A = qU$ , де  $q$  — заряд, який пройшов через електроліт за час рафінування. За першим законом Фарадея знайдемо заряд  $q$  і, скориставшись табличним значенням електрохімічного еквівалента міді ( $\text{Cu}^{2+}$ ) (див. Додаток 1), визначимо шукану величину.

Дано:

$$m_{\text{доміш}} = 0,12m$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$U = 0,5 \text{ В}$$

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

$$\Delta W \text{ — ?}$$

*Пошук математичної моделі, розв'язання.*

$$\text{За першим законом Фарадея: } m_{\text{Cu}} = kq \Rightarrow q = \frac{m_{\text{Cu}}}{k}.$$

$$\text{Отже, } \Delta W = A = qU = \frac{m_{\text{Cu}}}{k}U.$$

$$\text{За умовою маса чистої міді дорівнює: } m_{\text{Cu}} = m - m_{\text{доміш}}.$$

$$\text{Остаточно маємо: } \Delta W = \frac{(m - m_{\text{доміш}})U}{k}.$$

Перевіримо одиницю, знайдемо значення шуканої величини:

$$[\Delta W] = \frac{\text{кг} \cdot \text{В}}{\text{кг/Кл}} = \frac{\text{Дж} \cdot \text{Кл}}{\text{Кл}} = \text{Дж}; \quad \Delta W = \frac{(2 - 0,12 \cdot 2) \cdot 0,5}{0,33 \cdot 10^{-6}} = \frac{0,88}{0,33 \cdot 10^{-6}} \approx 2,7 \cdot 10^6 \text{ (Дж)}.$$

Відповідь:  $\Delta W \approx 2,7 \text{ МДж}$ .

Домашнє завдання: пройти тест за посиланням <https://forms.gle/tP8PpuBjcGWUKD1w7>.

Зворотній зв'язок:

Е-mail [t.anastasia.igorivna@gmail.com](mailto:t.anastasia.igorivna@gmail.com)