

Тема уроку: Електричний струм у розчинах і розплавах електролітів. Електроліз та його закони.

Мета уроку:

навчальна – поглибити поняття електролітичної дисоціації, вивчити природу електричного струму в розчинах і розплавах електролітів та процесу електролізу, з'ясувати фізичний зміст законів електролізу Фарадея, поняття електрохімічного еквіваленту речовини;

розвивальна – розвивати уяву, творчі здібності учнів, вдосконалювати вміння застосовувати набуті знання на практиці;

виховна – виховувати почуття відповідальності, взаємодопомоги, вміння виступати перед аудиторією.

Матеріал до уроку

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*, а розчини відповідних речовин — електролітами.

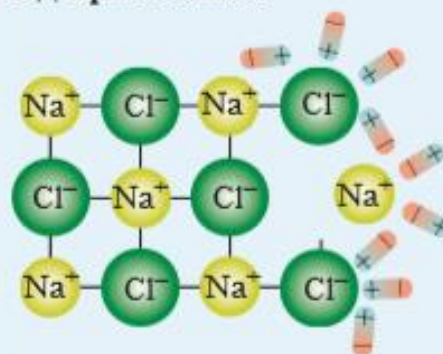
Розпад речовин на йони може бути спричинений не тільки розчинником. Деякі солі та оксиди металічних елементів розпадаються на йони внаслідок значного підвищення температури. Розплави цих речовин теж є електролітами.

За відсутності електричного поля йони перебувають у хаотичному тепловому русі. 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.

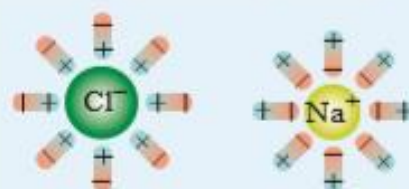
Нагадуємо

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.



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



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

Зазначимо, що зі збільшенням температури кількість іонів в електроліті значно збільшується, тому, незважаючи на збільшення кількості ефективних зіткнень, опір електроліту зменшується.

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 (Cu^{2+}) прямують до катода, а вільні негативні йони Хлору (Cl^-) — до анода.

Досягши катода, катіони Купруму «захоплюють» з його поверхні електрони,

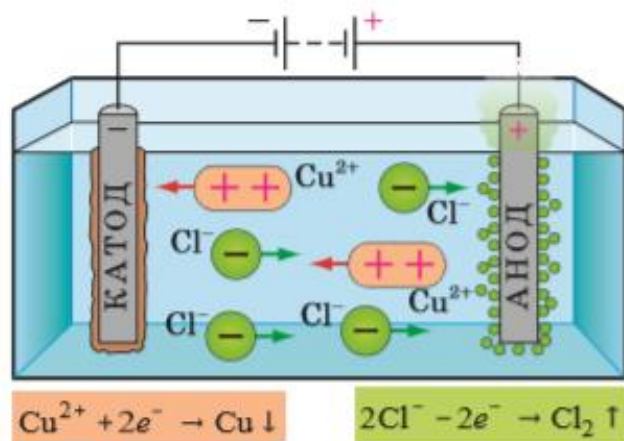


Рис. 6.2. Електроліз розчину CuCl_2 . У ванну з розчином занурені катод і анод. Після замикання кола позитивні йони (катіони) рухаються до катода, негативні йони (аніони) — до анода

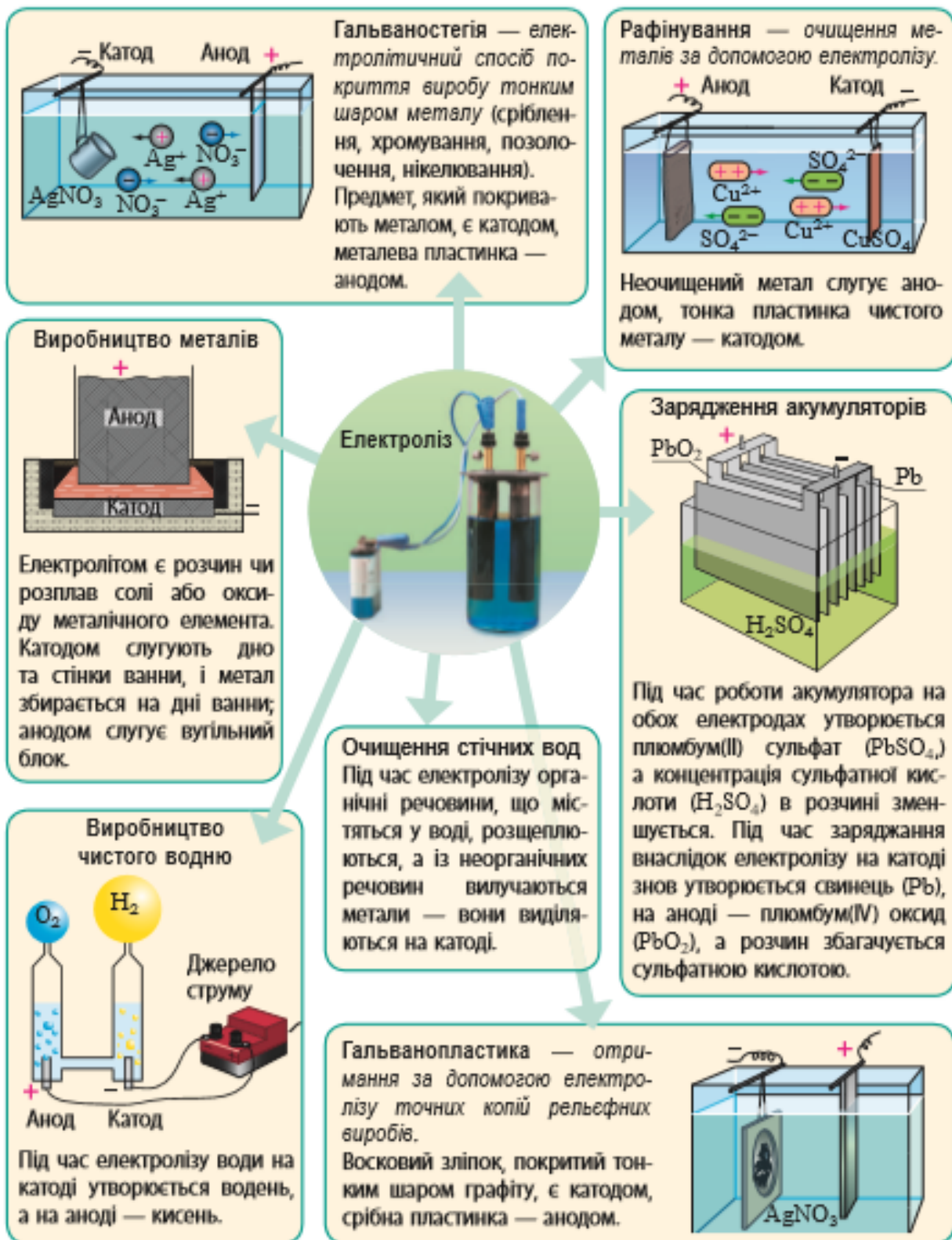
яких їм «бракує», — відбувається хімічна *реакція відновлення*: катіони Купруму перетворюються на нейтральні атоми, і на поверхні катода осідає мідь. Водночас аніони Хлору, досягши поверхні анода, «віддають» йому «надлишкові» електрони — відбувається хімічна *реакція окиснення*: аніони Хлору перетворюються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

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 I та часу t його проходження через електроліт:</p> $m = kIt, \text{ або } m = kq,$ <p>де q — заряд, що пройшов через електроліт; k — коефіцієнт пропорційності, який називають електрохімічний еквівалент:</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 k прямо пропорційний відношенню молярної маси M елемента до валентності n цього елемента в даній хімічній сполуці:</p> $k = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{n},$ <p>де F — стала Фарадея, 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>

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



Задача 1. 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 (Cu^{2+}) (див. Додаток 1), визначимо шукану величину.

Дано:

$$m_{\text{доміш}} = 0,12 \text{ т}$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$U = 0,5 \text{ В}$$

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

$$\Delta W \text{ — ?}$$

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: $\Delta W \approx 2,7 \text{ МДж}$.

Задача 2. Під час електролізу поверхню сталеві деталі площею 800 см^2 покрито шаром нікелю завтовшки 54 мкм . За якої сили струму проходив процес, якщо електроліз тривав 4 год ?

Дано:

$$S = 800 \text{ см}^2 = 8 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$$

$$d = 54 \text{ мкм} = 5,4 \cdot 10^{-5} \text{ м}$$

$$t = 4 \text{ год} = 1,44 \cdot 10^4 \text{ с}$$

$$k = 3 \cdot 10^{-7} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$$

$$\rho = 8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$I \text{ — ?}$$

Розв'язання

Маса речовини, що виділяється під час електролізу, $m = kIt$.

З другого боку, $m = \rho V = \rho dS$.

$$\text{Звідси } I = \frac{\rho dS}{kt}.$$

Перевіримо одиниці:

$$[I] = \frac{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м} \cdot \text{м}^2}{\frac{\text{кг}}{\text{Кл}} \cdot \text{с}} = \frac{\text{Кл}}{\text{с}} = \text{А}.$$

Визначимо значення шуканої величини:

$$I = \frac{8,9 \cdot 10^3 \cdot 5,4 \cdot 10^{-5} \cdot 8 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 10^{-7} \cdot 1,44 \cdot 10^4} = 8,9 \text{ (А)}.$$

Відповідь: $I = 8,9 \text{ А}$.

Перевірте себе:

1. У чому полягає явище електролітичної дисоціації?
2. Що таке електроліт?
3. Що являє собою електричний струм у розчинах і розплавах електролітів?
4. Опишіть процес електролізу.
5. Сформулюйте закони Фарадея.
6. Наведіть приклади застосування електролізу.

Домашнє завдання:

Написати конспект. Опрацювати додатково параграфи №10,12. Виконати задачі:

1. За який час на катоді електролізної ванни виділиться 40 г хрому, якщо електроліз проходить за сили струму 25 А? Електрохімічний еквівалент хрому 0,18 мг/Кл.
2. Скільки часу потрібно для нікелювання металевого виробу з площею поверхні 120 см², якщо товщина покриття має становити 0,03 мм? Сила струму під час електролізу дорівнює 0,5 А. Електрохімічний еквівалент нікелю 0,3 мг/Кл.

Урок № 28

Тема уроку: Газові розряди та їх застосування. Плазма.

Мета уроку:

навчальна – встановити природу електричного струму в газах та з'ясувати особливості його походження; розглянути природу електричного струму у вакуумі з точки зору електронної теорії; розглянути будову і принцип дії електронних ламп ;

розвивальна – розвивати уяву, творчі здібності учнів, вдосконалювати вміння застосовувати набуті знання на практиці;

виховна – виховувати почуття відповідальності, взаємодопомоги, вміння виступати перед аудиторією.

Матеріал до уроку



Йонізація газів - процес утворення позитивних і негативних іонів та вільних електронів з молекул (атомів) газу

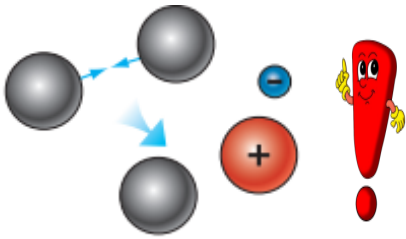


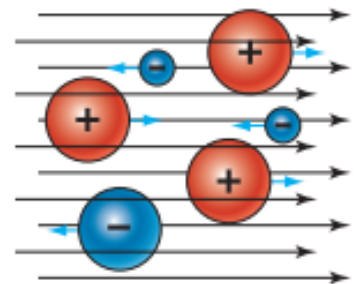
Схема йонізації молекули газу. Втративши в результаті зіткнення електрон, молекула стає позитивним іоном

Електричний струм у газах являє собою напрямлений рух вільних електронів, позитивних і негативних іонів



Схема утворення негативних іонів у газі: електрон «прилипає» до нейтральної молекули

Слід звернути увагу на той факт, що газ може стати йонізованим не тільки в результаті підвищення його температури, але й унаслідок впливу інших чинників. Наприклад, верхні шари атмосфери Землі йонізуються під дією космічних променів; сильний йонізаційний вплив мені й т. д



За наявності електричного поля в йонізованому газі виникає напрямлений рух вільних заряджених частинок — електричний струм



Газовий розряд – процес проходження електричного струму через газ

З'ясуємо, чому після припинення дії йонізатора газовий розряд припиняється.



Несамостійним газовим розрядом називається електропровідність газів, викликана зовнішнім йонізатором

По-перше, у процесі теплового руху позитивний іон може наблизитися до електрона і притягти його, у результаті чого утвориться нейтральна молекула (атом) газу. Цей процес називають *рекомбінацією*.

Унаслідок рекомбінації кількість вільних заряджених частинок у повітряному проміжку між пластинами зменшується.



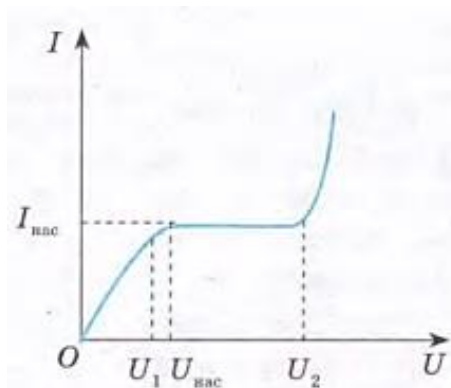
Рекомбінація – об'єднання позитивних і негативних йонів у нейтральні молекули

По-друге, позитивний йон, досягши негативного електрода (катода), «забирає» з нього електрон і перетворюється на нейтральну молекулу (атом). Аналогічно негативний йон, досягши позитивного електрода (анода), віддає йому зайвий електрон і теж перетворюється на нейтральну молекулу (атом). Нейтральні молекули (атоми) повертаються в газ, а вільні електрони притягуються до анода й поглинаються ним.

Якщо йонізатор «працює», у газі безперервно з'являються нові йони. Після припинення дії йонізатора кількість вільних заряджених частинок у газі швидко зменшується і газ перестає бути провідником електрики.

Дізнаємося про йонізацію електронним ударом

Зрозуміло, що збільшення напруги між пластинами, скоріш за все, спричинить збільшення розрядного струму, навіть якщо інтенсивність йонізатора не буде змінюватися. Графік залежності сили розрядного струму від різниці потенціалів (напруги) між електродами за незмінних характеристик йонізатора - *вольт-амперна характеристика газового розряду*. На графіку можна виділити: кілька характерних ділянок



Вольт-амперна характеристика газового розряду

За відносно невеликої напруги (від 0 до U_1) між електродами залежність сили струму від напруги підпорядковується закону Ома, потім пропорційність порушується і починаючи з нас сила струму не змінюється. *Найбільшу силу струму, що є можливою внаслідок дії даного йонізатора, називають струмом насиченості $I_{нас}$* . При струмі насиченості всі йони, що виникають в одиницю часу, долітають до електродів, не встигнувши рекомбінувати. Значення сили струму насиченості визначається властивостями йонізатора. *Для збільшення $I_{нас}$ слід збільшити інтенсивність йонізації*.

За досить великих напруг ($U > U_2$) кінетична енергія електрона зростає настільки, що внаслідок його співударяння з нейтральною молекулою Газу від неї відщеплюється зовнішній електрон. Це явище називають **ударною йонізацією молекул газу**.

Електрони, що вивільнилися, прискорюються в електричному полі і в свою чергу йонізують нейтральні молекули газу, які стикаються з цими електронами. Число електронів і йонів у газі лавинопо дібно зростає (рис. 7), а разом з ним зростає і розрядний струм. За ще більших значень напруги ударну йонізацію викликають і йони. Тепер до обох електродів рухаються лавини: до катода - позитивна йонна, до анода - електронна. Ці лавини зумовлюють **самостійну провідність газу**. Отже, при $U > U_2$) виникає самостійний газовий розряд, який може існувати без зовнішнього йонізатора. Генерація вільних носіїв заряду відбувається в цьому випадку за рахунок ударної йонізації.



Газовий розряд, який продовжується після того, як припиняється дія зовнішнього йонізатора, називається самостійним.

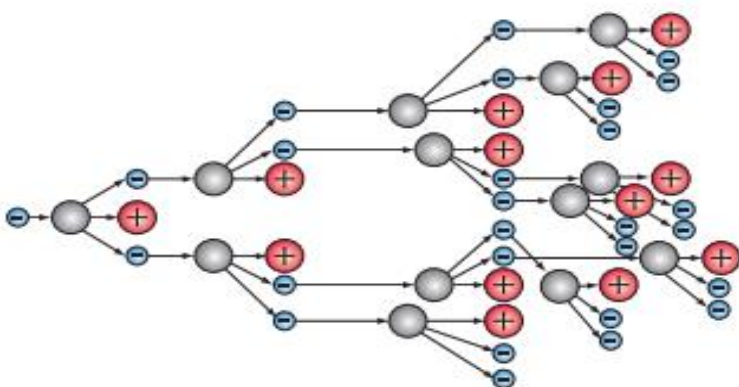
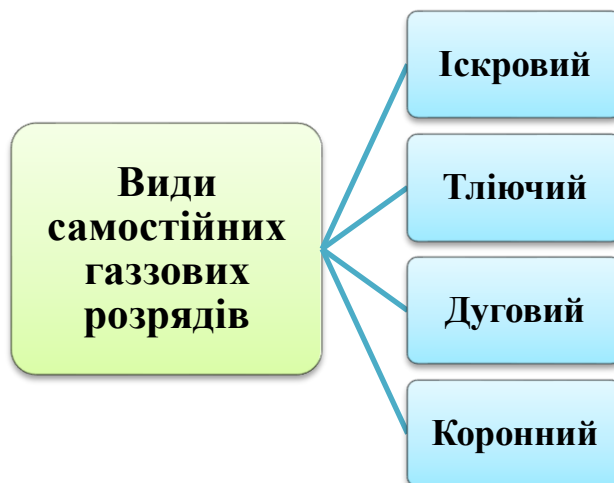


Схема розвитку електронної лавини. Вільний електрон, прискорений електричним полем, йонізує молекулу або атом і звільняє ще один електрон. Розігнавшись, два електрони звільняють ще два. До анода летять уже чотири електрони і т. д. Число вільних електронів збільшується лавиноподібно доти, доки вони не досягнуть анода

Види самостійних газових розрядів



Іскровий розряд



Іскровий газовий розряд – розряд, що виникає за атмосферного тиску та великої напруги між електродами

Іскровий розряд має вигляд яскравих зигзагоподібних смужок, що розгалужуються. Прикладом грандіозного іскрового розряду в природі є блискавка (рис. 8).

Іскровий розряд триває всього кілька десятків мікросекунд і зазвичай супроводжується певними звуковими ефектами (потріскування, тріск, грім тощо). Річ у тім, що температура газу, а отже, й тиск у каналі розряду різко підвищуються, в результаті повітря швидко розширюється і виникають звукові хвилі.



Свіча запалювання

Іскровий розряд

Коронний розряд

Перед грозою або під час грози біля гострих виступів предметів іноді можна спостерігати слабе фіолетове світіння у вигляді корони, що охоплює вістря. Дослідження показують, що причиною цього явища є самостійний газовий розряд, який називають *коронним*.



Коронний газовий розряд – тип газового розряду, що виникає в сильних неоднорідних електричних полях навколо електродів із великою кривизною в газах із доволі високою густиною



«Вогні святого Ельма» — коронний розряд біля гострих кінців корабельних щогл — багато століть сповнювали жахом мореплавців, які не могли правильно пояснити їхню природу

Дуговий розряд
Електрична дуга «працює» як потужне джерело світла в прожекторах. У металургії широко застосовують електропечі, в яких використовують дуговий розряд; жаром електричної дуги зварюють метали тощо.

Коронний електричний заряд використовують для очищення газів (електрофільтри).

На виникненні коронного розряду ґрунтується дія *блискавковідводу*.

Блискавковідвід являє собою загострений металевий стрижень, з'єднаний товстим провідником із металевим предметом. Стрижень установлюють вище за найвищу точку будинку, який захищають, а металевий предмет закопують глибоко в землю (на рівні ґрунтових вод). Під час грози на кінці блискавковідводу виникає коронний розряд. У результаті заряд не накопичується на будинку, а стікає з вістря блискавковідводу.



Дуговий газовий розряд



Дуговий газовий розряд – вид самостійного газового розряду, який виникає за високої температури між електродами, розведеними на невелику відстань і супроводжується яскравим світінням у формі дуги

Тліючий розряд



Тліючий газовий розряд – тип газового розряду із неоднорідним розподілом електричного поля між катодом і анодом спостерігається при низькому тиску



Тліючий газовий розряд



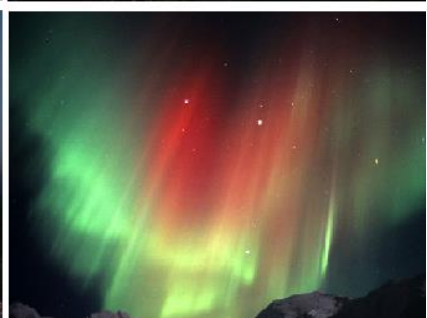
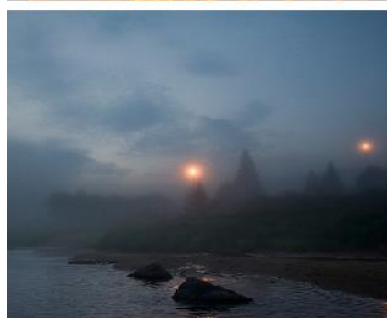
Тліючий розряд використовують у рекламних трубках, лампах денного світла (люмінесцентних трубках), у квантових джерелах світла - газових лазерах. Останнім часом поширені телевізори з плазмовими екранами (екранами, функціонування яких ґрунтується на електричному розряді в газах).

Плазмою називають частково або повністю йонізований газ. в якому концентрація позитивних і негативних зарядів практично однакова, тобто в цілому плазма є електрично нейтральною системою

Плазма оточує нашу Землю у вигляді йоносфери, забезпечуючи стійкий радіозв'язок. Плазма заповнює увесь Всесвіт у вигляді, дуже розрідженого міжпланетного газу. У стані плазми перебуває переважна частина речовини Всесвіту - зорі зоряні атмосфери, туманності, галактичне, міжзоряне середовище. З плазми складається Сонце.

Біля землі плазма існує у вигляді сонячного вітру, що заповнює магнітосферу.

Через зіткнення частинок сонячного вітру з верхніми шарами атмосфери відбувається йонізація і збудження її атомів і молекул. Випромінювання збуджених атомів спостерігається як полярне сяйво.



Перевірте себе:

1. Що таке плазма?
2. Що таке йонізація? Які існують види йонізації?
3. Який розряд у газі називають самостійним? несамостійним?
4. Опишіть основні види самостійних газових розрядів: за яких умов вони виникають; який мають вигляд; де їх застосовують.

Домашнє завдання: уроку 28

Написати конспект. Опрацювати додатково параграф №11.

Зворотній зв'язок

- **Viber** 0662728430
- **E-mail** partitskiy.dmitro@kmrf.kiev.ua

!!!! у повідомленні з д/з не забуваємо вказувати прізвище, групу і дату уроку.