

## Урок 77

Тема: Електродинаміка.

Тема уроку: Електричний струм у газах.

**Мета. Освітня.** Сформувати уявлення про природу електричного струму в газах; ознайомити з самостійними та несамостійними розрядами; видами самостійних газових розрядів.

**Вивчення нового матеріалу.**

**Механізм електропровідності газів.** Гази складаються з електрично нейтральних атомів і молекул і за звичайних умов майже не містять вільних носіїв струму. Тому за звичайних умов повітря є ізолятором. Полум'я спиртівки нагріває повітря, й кінетична енергія теплового руху атомів і молекул збільшується настільки, що в разі їх зіткнення від молекули або атома може відірватися електрон і стати вільним.

Втративши електрон, молекула (атом) стає позитивним іоном. Здійснюючи тепловий рух, електрон може зіткнутися з нейтральною частинкою і «прилипнути» до неї- утвориться негативний іон.

Процес утворення позитивних і негативних іонів та вільних електронів з молекул (атомів) газу називається **іонізацією**. Якщо іонізований газ помістити в електричне поле, то під дією поля позитивні іони рухатимуться в напрямку пластини, з'єднаної з негативним полюсом джерела струму, а електрони та негативні іони - в напрямку пластини, з'єднаної з позитивним полюсом джерела. У просторі між пластинами виникне напрямлений рух вільних заряджених частинок - електричний струм.

**Електричний струм в газах** являє собою напрямлений рух вільних електронів, позитивних і негативних іонів. Інакше протікання струму через газ називають **газовим розрядом**. Причина виникнення газового розряду:

- Нагрівання газу - Опромінення газу рентгенівським, ультрафіолетовим чи ядерним випромінюванням.

**Несамостійний і самостійний газові розряди.** Якщо усунути причину, яка викликала іонізацію газу (прибрати пальник, вимкнути джерело рентгенівського випромінювання тощо), то газовий розряд зазвичай припиняється. Такий газовий розряд називається **несамостійним газовим розрядом**.

**Несамостійний розряд** у газі є результатом перенесення заряду електронами, позитивними й негативними іонами, наявність і кількість яких зумовлені дією іонізаторам (радіоактивного випромінювання, світла, космічних променів тощо), тиском газу й напруженістю електричного поля в газовому проміжку.

Причини припинення газового розряду: - у процесі теплового руху електронів і позитивних іонів може відбутися рекомбінація - об'єднання їх у нейтральну молекулу (атом). Унаслідок

рекомбінації кількість вільних заряджених частинок у газовому проміжку між пластинами зменшується.

- позитивний іон, досягши негативного електрода (катода), “забирає” у нього електрон і перетворюється на нейтральну молекулу (атом); негативний іон, досягши позитивного електрода (анода) віддає йому зайвий електрон і теж перетворюється на нейтральну молекулу (атом). Нейтральні молекули (атоми) повертаються в газ; вільні електрони притягуються до анода й поглинаються ним.

Таким чином, якщо іонізатор “працює”, у газі безперервно з’являються нові іони. Після припинення дії іонізатора кількість вільних заряджених частинок у газі швидко зменшується і газ перестає бути провідником електрики. **Самостійний газовий розряд** - електричний розряд у газі, що зберігається після припинення дії зовнішнього іонізатора.

Вільний електрон, що з’явився завдяки дії зовнішнього іонізатора, починає рухатися до анода, а позитивний іон - до катода. У проміжках між двома послідовними зіткненнями енергія електрона збільшується за рахунок і роботи сил електричного поля. Кінетична енергія електрона перед черговим зіткненням пропорційна напруженості поля й довжині вільного пробігу: то під час зіткнення електрона з атомом відбувається іонізація. У результаті замість одного вільного електрона виявляються два. Ці електрони, у свою чергу, здобувши енергію в полі, іонізують зустрічні атоми і т. д. Внаслідок цього число заряджених частинок різко зростає, виникає електронна лавина.

У газах у разі великих напруженостей електричних полів електрони досягають великих енергій, що починається **іонізація електронним ударом**. Розряд стає самостійним і продовжується без зовнішнього іонізатора.

Самостійний газовий розряд підтримується за рахунок емісії електронів з поверхні катода та ударної йонізації.

**Види самостійного розряду** **Тліючий розряд** спостерігається в газах або парах при низькому тиску (в межах кількох десятків міліметрів ртутного стовпа та меншого).

Вольт-амперна характеристика (ВАХ) газового розряду.

**Іскровий розряд** виникає в газі за нормального тиску за наявності електричного поля напруженістю, не меншою від критичної напруженості пробивання.

За нормального тиску в газі, що перебуває в сильно неоднорідному електричному полі (наприклад, біля загострень або дротів ліній високої напруги), спостерігається розряд, світна область якого часто нагадує корону. Тому його й назвали **коронним розрядом**.

Якщо приєднати до полюсів великої електричної батареї два шматочки деревного вугілля, доторкнути їх, а потім злегка розсунути, то між кінцями вуглин утворюється яскраве полум'я, а кінці шматочків вугілля розжарюються, випускаючи **дуговий розряд** (або електричну дугу).

**Плазма.** За подальшого нагрівання газу можна отримати такий його стан, у якому атоми й молекули будуть частково або повністю іонізованими, а густина позитивних і негативних зарядів - практично однаковою. Такий газ називають **плазмою**. Плазма - четвертий стан речовини. Між зарядженими частинками плазми діють кулонівські сили, що порівняно повільно зменшуються з відстанню. У плазмі легко збуджуються різного роду коливання та хвилі. Плазма характеризується ступенем іонізації: відношенням об'ємної концентрації заряджених частинок до загальної об'ємної концентрації частинок. Залежно від ступеня іонізації плазму поділяють на слабо іонізовану, частково іонізовану і повністю іонізовану. Слабо іонізованою плазмою в природних умовах є верхні шари атмосфери — іоносфера. Сонце, гарячі зорі й міжзоряна речовина - це повністю іонізована плазма, яка утворюється за високих температур. Зважаючи на масштаби Всесвіту, можемо стверджувати, що основним станом речовини є стан плазми.

#### **4. Запитання на закріплення вивченого.**

1. Як відбувається іонізація газів? Наведіть приклади іонізаторів газу.
2. Поясніть вольт-амперну характеристику несамоіонізованого розряду в газі.
3. Поясніть явище ударної іонізації.
4. Який розряд називають самоіонізованим? Наведіть приклади самоіонізованих розрядів і поясніть умови їх виникнення.