

02.05.2022

Група 25

Фізика і астрономія

Урок №39

Тема уроку: Електричний струм у вакуумі

Мета уроку: роз'яснити учням природу електричного струму у вакуумі.

Матеріали до уроку:

1. Термоелектронна емісія

Вакуум — це стан газу, за якого тиск менший від атмосферного. Розрізняють низький, середній і високий вакуум.

Для створення високого вакууму необхідне розрідження, за якого в газі, що залишився, середня довжина вільного пробігу молекул більша за розміри посудини або відстані між електродами в посудині. Отже, якщо в посудині створений вакуум, то молекули в ньому майже не зіштовхуються між собою й пролітають вільно міжелектродний простір. При цьому вони зазнають зіткнення лише з електродами або зі стінками посудини.

Щоб у вакуумі існував струм, необхідно помістити у вакуум джерело вільних електронів. Найбільша концентрація вільних електронів у металах. Але за кімнатної температури вони не можуть покинути метал, тому що їх у ньому утримують сили кулонівського притягання до позитивних іонів. Для подолання цих сил електрону, щоб покинути поверхню металу, необхідно затратити певну енергію, яку називають роботою виходу.

Якщо кінетична енергія електрона перевищуватиме або дорівнюватиме роботі виходу, то він покине поверхню металу й стане вільним.

$$\frac{m_e v^2}{2} \geq A_{\text{вих}}.$$

Процес випускання електронів з поверхні металу називають емісією. Залежно від того, як була передана електронам необхідна енергія, розрізняють кілька видів емісії. Один з них — термоелектронна емісія.

- **Випускання електронів нагрітими тілами називають термоелектронною емісією.**

Явище термоелектронної емісії призводить до того, що нагрітий металевий електрод безупинно випускає електрони. Електрони утворюють навколо електрода електронну хмару. Електрод при цьому заряджається позитивно, і під впливом електричного поля зарядженої хмари електрони із хмари частково повертаються на електрод.

У рівноважному стані число електронів, що покинули електрод за секунду, дорівнює числу електронів, які повернулися на електрод за цей час.

2. Електричний струм у вакуумі

Для існування струму необхідне виконання двох умов: наявність вільних заряджених частинок і електричного поля. Для створення цих умов у балон поміщають два електроди (катод і анод) і викачують з балона повітря. Внаслідок нагрівання катода з нього вилітають електрони. На катод подають негативний потенціал, на анод — позитивний.

Електричний струм у вакуумі являє собою напрямлений рух електронів, отриманих у результаті термоелектронної емісії.

3. Вакуумний діод

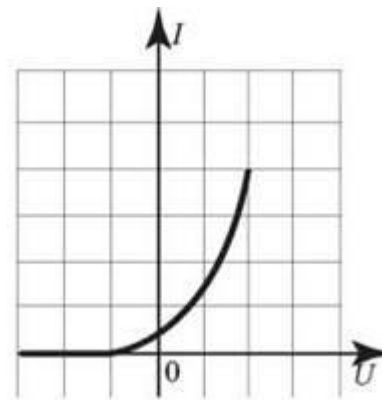
Сучасний вакуумний діод складається зі скляного або металокерамічного балона, з якого відкачано повітря до тиску 10^{-7} мм рт. ст. У балон упаяні два електроди, один із яких — катод — має вигляд вертикального металевого циліндра, виготовленого з вольфраму й покритого зазвичай шаром оксидів лужноземельних металів.

У середині катода розташований ізольований провідник, що його нагріває змінний струм. Нагрітий катод випускає електрони, що досягають анода. Анод лампи являє собою круглий або овальний циліндр, що має загальну вісь із катодом.

Однобічна провідність вакуумного діода обумовлена тим, що внаслідок нагрівання електрони вилітають із гарячого катода й рухаються до холодного анода. Електрони можуть рухатися через діод тільки від катода до анода (тобто електричний струм може протікати тільки у зворотному напрямку: від анода до катода).

На рисунку відтворено вольт-амперну характеристику вакуумного діода (негативне значення напруги відповідає випадку, коли потенціал катода вищий від потенціалу анода, тобто електричне поле «намагається» повернути електрони назад на катод).

Вакуумні діоди використовують для випрямлення змінного струму. Якщо помістити між катодом і анодом ще один електрод (сітку), то навіть незначна зміна напруги між сіткою й катодом істотно впливатиме на анодний струм. Така електронна лампа (тріод) дозволяє підсилювати слабкі електричні сигнали. Тому певний час ці лампи були основними елементами електронних пристроїв.

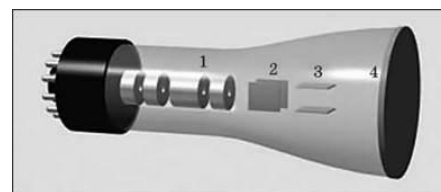


4. Електронно-променева трубка

Електричний струм у вакуумі застосовували в електронно-променевої трубці (ЕПТ), без якої тривалий час не можна було уявити телевизор або осцилограф.

На рисунку спрощено показано конструкцію ЕПТ.

Електронна «гармата» у горловині трубки — катод, що випускає інтенсивний пучок електронів. Спеціальна система циліндрів з отворами (1) фокусує цей пучок, робить його вузьким. Коли



електрони потрапляють на екран (4), він починає світитися. Керувати потоком електронів можна за допомогою вертикальних (2) або горизонтальних (3) пластин.

Електронам у вакуумі можна передати значну енергію. Електронні пучки можна застосовувати навіть для плавлення металів у вакуумі.

Домашнє завдання

ЗАВДАННЯ ІЗ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ «ЗАКОНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ»

Завдання 1

Рух яких частинок створює електричний струм у рідинах?

- А Рух атомів.
- Б Рух молекул.
- В Рух електронів.
- Г Рух позитивних і негативних іонів.



Завдання 2

На рисунку показаний електричний розряд у повітрі, створений за допомогою трансформатора Тесла.

- А. Електричний струм у будь-якому газі напрямлений у ту сторону, куди рухаються негативні іони.
- Б. Провідність будь-якого газу обумовлена рухом тільки електронів.
- В. Провідність будь-якого газу обумовлена рухом тільки іонів.
- Г. Провідність будь-якого газу обумовлена рухом тільки електронів і іонів.

Завдання 3

Завдання 3 має на меті встановити відповідність (логічну пару). До кожного рядка, відзначеного буквою, підберіть твердження, позначене цифрою

- | | |
|---------------------------|--|
| А Напівпровідники n-типу. | 1 Напівпровідники, у яких основними носіями зарядів є дірки. |
| Б Напівпровідники p-типа. | 2 Напівпровідники, у яких основними носіями зарядів є електрони. |
| В Електронна провідність. | 3 Провідність напівпровідника, обумовлена рухом дірок. |
| Г Діркова провідність. | 4 Провідність напівпровідника, обумовлена рухом електронів. |
| | 5 Напівпровідники, у яких основними носіями зарядів є електрони й дірки. |

Зворотній зв'язок

Е-mail vitasergiivna1992@gmail.com

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