

# Заняття 41. Електричний струм у газах та вакуумі.

## План.

1. Іонізація і провідність газів.
2. Несамостійний і самостійний розряд.
3. Тліючий, іскровий і дуговий розряди.
4. Плазма.

**Ключові слова:** іонізація, розряд, рекомбінація, струм насичення ударна іонізація, плазма, властивості плазми

**1. Електричний струм у газах** зумовлений впорядкованим рухом позитивних іонів і електронів.

Гази при звичайних умовах не проводять електричного струму.

Гази проводять електричний струм при сильному нагріванні і опроміненні (ультрафіолетовим, рентгенівським і гама- випромінюванням).

**Іонізація** – це утворення позитивних іонів і електронів під дією зовнішніх іонізаторів.

**Зовнішні іонізатори** – це джерела нагрівання і опромінення.

**Газовий розряд** – це явище проходження електричного струму через гази.

### 2. Види газових розрядів:

а) **несамостійний газовий розряд** – це розряд який не проходить після припинення дії зовнішнього іонізатора;

б) **самостійний газовий розряд** – це розряд який проходить після припинення дії зовнішнього іонізатора.

Самостійний розряд відбувається при дуже високих напругах, коли проявляються явища іонізації електронним ударом і вторинної електронної емісії.

**Іонізація електронним ударом** – це процес розбиття нейтральних атомів на позитивні іони і електрони під дією швидких електронів.

Іонізація починається тоді коли кінетична енергія електрона більша або рівна за роботу іонізації

$$\text{атома } A_i: \frac{mv^2}{2} > A_i$$

$$A_i = eEl - \text{робота іонізації}$$

$e$  - заряд електрона

$E$  - напруженість електричного поля

$l$  - довжина вільного пробігу

**Вторинна електронна емісія** – це процес вибивання електронів з катода під дією позитивних іонів.

**Термоелектронна емісія** – випускання електронів розжареним металом.

### 3. Види самостійного розряду:

а) **тліючий розряд** – це струм малої густини, який виникає при низьких тисках і порівняно не великих напругах. Характеризується світінням газу. Використовується в рекламних трубках, лампах денного світла. Полярне сяйво – приклад тліючого розряду.

б) **коронний розряд** – це струм малої густини, який виникає при атмосферних тисках і сильно неоднорідних електричних полях ( $E = 3 \cdot 10^6 \frac{B}{m}$ ). Виникає біля гострих і високо піднятих заряджених предметів. Характеризується світінням газу у вигляді корони і тихим шумом.

в) **дуговий розряд** – струм великої густини. Виникає під час дотикання двох вугільних стержнів. У місці їх контакту електричний струм виділяє дуже багато тепла внаслідок великого опору контакту, починається термоелектронна емісія. Якщо віддалити стержні, то між ними виникає дуговий розряд. Сила струму велика, а напруга мала. Характеризується світінням газу, високою температурою, випромінюванням ультрафіолетового проміння. Використовується при зварюванні, в прожекторах. Відкрив Петров в 1802р.

г) **іскровий розряд** – електричний пробій повітря. Відбувається при дуже високих напругах. Має вигляд пучка яскравих зигзагоподібних смужок. Характеризується світінням газу, випромінюванням електромагнітних хвиль, звуковим ефектом. Блискавка – це потужний іскровий розряд в атмосфері.

**4. Плазма** – це частково або повністю іонізований газ, в якому густини позитивного і негативного зарядів практично збігаються. Плазма в цілому електрично нейтральна. Плазма є:

- а) **частково іонізована плазма** – це плазма, яка складається із заряджених і нейтральних частинок.
- б) **повністю іонізована плазма** – це плазма, яка складається тільки із заряджених частинок.

Приклади холодної плазми: газові розряди, полярне сяйво.

Приклади гарячої плазми: центри Сонця, зірок.

**Властивості і застосування плазми:**

- а) добре проводить струм;
- б) легко створити коливання і хвилі;
- в) 99% речовини у Всесвіті перебуває у стані плазми;
- г) газові лазери;
- д) плазмові двигуни;
- е) плазмотрони (для різання, зварювання металів);
- є) МГД – генератори.

**5. Електричний струм у вакуумі** зумовлений впорядкованим рухом електронів внаслідок явища термоелектронної емісії.

$$\frac{mv^2}{2} = eU$$

$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$  - маса електрона

$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$  - заряд електрона

$U$  - напруга між катодом і анодом

**6. Електронні лампи:**

а) **двоелектродна електронна лампа (вакуумний діод):**

Будова: скляний балон, з якого викачено повітря, катод, анод, нитка розжарення.

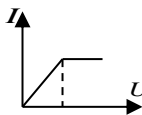
Застосування: для випрямлення змінного струму.

Позначення:



А- анод, К – катод, Н.Р. – нитка розжарення.

**Принцип дії вакуумного діода:** нитка розжарювання розігріває катод, який випускає електрони, що рухаються до анода.



$U$  - графік залежності сили струму від напруги для вакуумного діода.

б) **вакуумний триод:**

Будова: катод, анод, сітка, нитка розжарювання. Застосування: підсилення електричних сигналів.

Позначення:

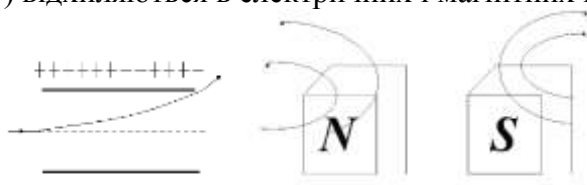


С - сітка

**7. Електронні пучки** – це потік електронів.

**Властивості електронних пучків:**

- а) спричиняють нагрівання;
- б) спричиняють світіння деяких речовин;
- в) при гальмуванні виникає рентгенівське випромінювання;
- г) відхиляються в електричних і магнітних полях.



**Електропроменева трубка** – це прилад в якому електричні сигнали перетворюються у зображення. Будова: нитка розжарювання, катод, система анодів, горизонтально і вертикально відхиляючі пластини. У телевізорі електропроменева трубка називається кінескопом.

**Осцилограф** – це прилад для дослідження швидкозмінних електричних процесів.

## ТЕСТ ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ У РІЗНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Завдання 1—14 мають чотири варіанти відповідей, із яких тільки одна відповідь є правильною. Виберіть правильну, на вашу думку, відповідь.

1. Якими носіями електричного заряду утворюється струм у газах і в електролітах?

А І в газах, і в електролітах — тільки іонами

Б У газах — тільки іонами, в електролітах — іонами та електронами

В У газах — електронами та іонами, в електролітах — тільки іонами

Г І в газах, і в електролітах — тільки електронами

2. Якими носіями електричного заряду утворюється струм у металах і в напівпровідниках?

А І в металах, і в напівпровідниках — тільки електронами

Б У металах — тільки електронами, у напівпровідниках — тільки дірками

В І в металах, і в напівпровідниках — іонами

Г У металах — тільки електронами, у напівпровідниках — електронами й дірками

3. Розряд якого типу відбувається в газовій трубці за умови зниженого тиску?

А	Б	В	Г
Іскровий	Тліючий	Коронний	Дуговий

4. Укажіть середовище, у якому проходження електричного струму супроводжується перенесенням речовини.

А	Б	В	Г
Електроліт	Напівпровідник	Метал	Вакуум

5. Розряд якого типу відбувається навколо проводів, по яких тече струм під високою напругою?

А	Б	В	Г
Іскровий	Тліючий	Коронний	Дуговий

6. Який елемент потрібно додати до Силіцію, щоб одержати напівпровідник n-типу?

А	Б	В	Г
Індій	Германій	Арсен	Станум

7. Який елемент потрібно додати до Германію, щоб одержати напівпровідник p-типу?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
Силіцій	Індій	Арсен	Фосфор

8. Де застосовують тліючий газовий розряд?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
У дугових електродних печах	У прожекторах	В електрозварюванні	У неонових рекламних трубках

9. Який розряд являє собою блискавка?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
Іскровий	Коронний	Тліючий	Дуговий

10. Яким є електрохімічний еквівалент свинцю, якщо протягом 5 год електролізу за сили струму 5 А на катоді виділилося 97 г свинцю?

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
$0,093 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл	$1,078 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл	$1,12 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл	$2,36 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл

11. Унаслідок нікелювання пластини її поверхня вкривається шаром нікелю завтовшки 0,05 мм. Визначте середню густину струму, якщо нікелювання триває 2,5 год.

<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
160 А/м <sup>2</sup>	120 А/м <sup>2</sup>	90 А/м <sup>2</sup>	60 А/м <sup>2</sup>

12. Установіть відповідність між видами розрядів та умовами, за яких вони відбуваються.

- 1 Жевріючий
- 2 Іскровий
- 3 Коронний
- 4 Дуговий

	<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>	<b>Д</b>
<b>1</b>					
<b>2</b>					
<b>3</b>					
<b>4</b>					

А Атмосферний тиск, загострені ділянки провідника, що несуть великий електричний заряд

Б Атмосферний тиск, висока температура, напруга порядку 50 В

В Високий тиск, низька напруга

Г Низький тиск, напруга кількесот вольтів

Д Атмосферний тиск, висока напруга

13. Установіть відповідність між поняттями, пов'язаними з протіканням електричного струму в різних середовищах, і їхнім фізичним змістом.

- 1 Донорна домішка

	<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>	<b>Д</b>
<b>1</b>					
<b>2</b>					
<b>3</b>					
<b>4</b>					

2 Акцепторна домішка

3 Електролітична дисоціація

4 Рекомбінація

А Приводить до одержання напівпровідників р-типу

Б Приводить до одержання напівпровідників n-типу

В Спричиняє утворення нейтральної молекули з іонів

Г Спричиняє виникнення самостійного розряду

Д Спричиняє розпад молекул на іони

14. У ході електролізу розчину сульфатної кислоти за 50 хв виділилося 3 г водню. Визначте потужність, яка витрачається на нагрівання електроліту, якщо його опір  $0,4 \text{ Ом}$  ( $k = 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}$ ). Відповідь наведіть у кіловатах.

15. Скільки цинку одержано внаслідок електролізу розчину, якщо витрачено  $3,6 \cdot 10^6$  Дж енергії, а різниця потенціалів між затискачами ванни становить  $2 \text{ В}$  ( $k = 0,34 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}$ )? Відповідь наведіть у кілограмах.