

Ф

11

Електричний струм у вакуумі. Електроприлади

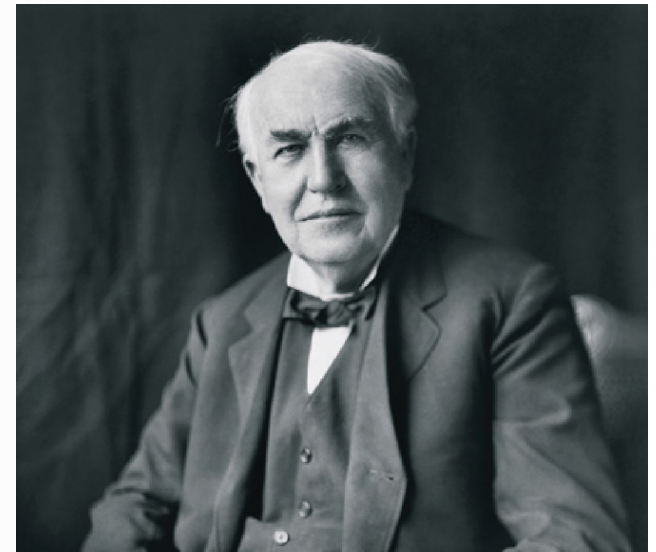


Ф

Цікаво !

У 1883 р. американський винахідник *Томас Едісон*, намагаючись збільшити термін служби свого винаходу — електричної лампи розжарювання, увів у балон лампи, з якого було відкачано повітря, електрод.

Приєднавши електрод до позитивного полюса джерела струму, а нитку розжарення лампи — до негативного, Едісон спостерігав появу струму. а от коли електрод був з'єднаний з негативним полюсом джерела, а нитка розжарення — з позитивним полюсом, струм не виявлявся.



Томас Едісон
Американський фізик,
винахідник

Вакуум

Вакуум – це стан газу за тиску, який менший від атмосферного.

Розрізняють:

- ✓ Низький;
- ✓ Середній;
- ✓ Високий (глибокий) вакуум.

Електричний струм існує у високому (глибокому) вакуумі.

Високий (глибокий) вакуум – стан газу, за якого довжина вільного пробігу молекул газу більша за лінійні розміри ємності, в якій міститься газ.



Струм у вакуумі

Для існування струму у вакуумі потрібні *вільні заряджені частинки*.

У металі → вільні електрони (утримуються в металі кулонівськими силами), які мусять залишити поверхню металу.

Енергія, яку необхідно мати електронц, щоб залишити метал, називають **роботою виходу** $A_{вих}$.

Електрони залишають метал, якщо їх кінетична енергія E_k більша за роботу виходу або дорівнює їй:

$$E_k \geq A_{вих}$$

, або

$$\frac{m_e v^2}{2} \geq A_{вих}$$

Одиниця вимірювання роботи виходу – **електрон-вольт**

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

Електронна емісія.

Види емісій

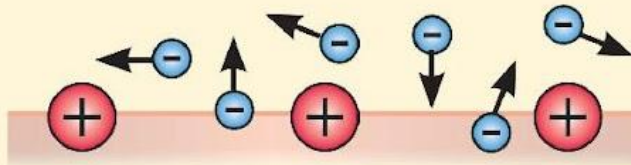
Процес випромінювання електронів із поверхні металів називають **електронною емісією**.

Залежно від того, як була передана електронам енергія, розрізняють:

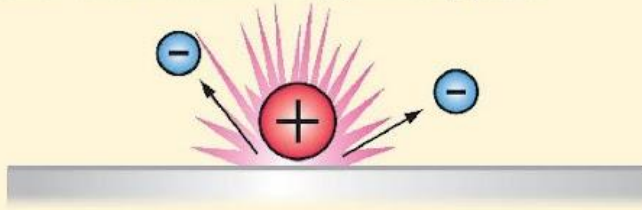
- ✓ **Термоелектронну емісію;**
- ✓ **Фотоелектронну емісію;**
- ✓ **Автоелектронна емісія;**
- ✓ **Вторинна електронна емісія;**
- ✓ **Іонно-електронна емісія;**
- ✓ **Вибухова електронна емісія.**

Види емісій

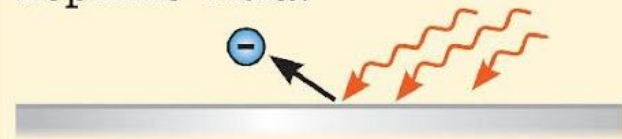
- *Термоелектронна емісія* — процес випускання електронів нагрітими тілами.



- *Вторинна електронна і йонно-електронна емісії* — випускання електронів із поверхні тіла внаслідок його бомбардування електронами або йонами відповідно.

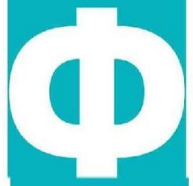


- *Фотоелектронна емісія* відбувається під дією випромінювання, яке падає на поверхню тіла.



- *Автоелектронна емісія* зумовлена наявністю біля поверхні тіла сильного електричного поля, яке «вириває» електрони з металу.

- *Вибухова електронна емісія* — емісія електронів унаслідок переходу мікроскопічних ділянок катода в плазму (локальний вибух).



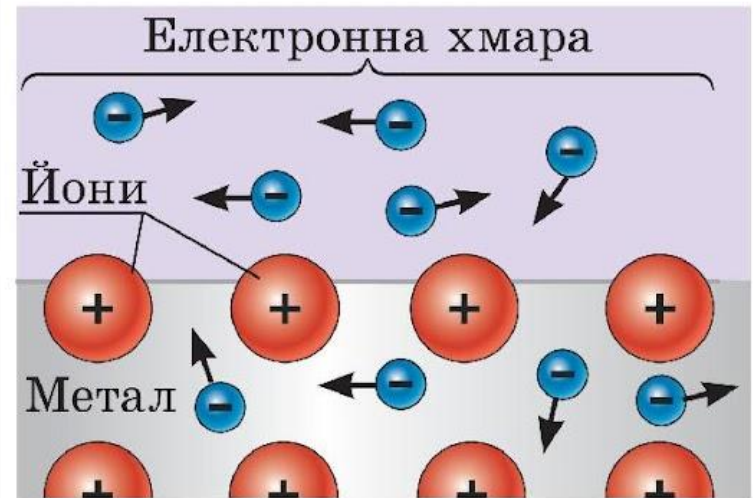
Термоелектронна емісія

Термоелектронна емісія – процес випромінювання електронів нагрітими тілами.

У нагрітому металі величезна кількість швидких електронів, які безперервно з нього вилітають.

Електронна хмара – хмара *вільних електронів*, що має негативний заряд і перебуває біля поверхні металу.

Поверхня металу набуває позитивного заряду.

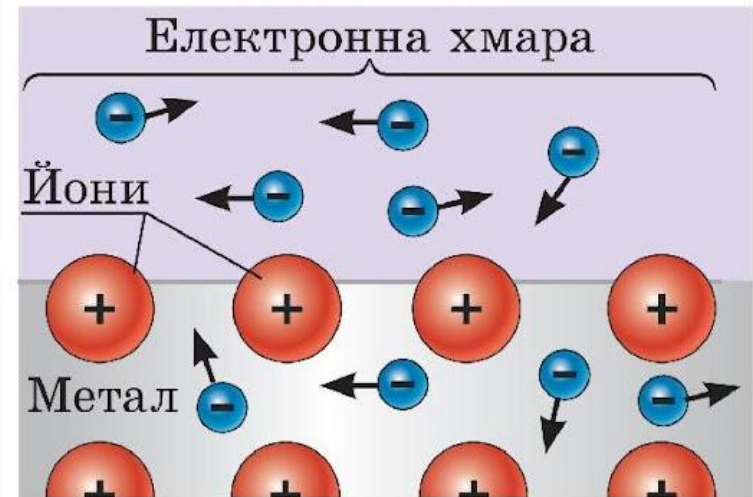


Електрони, що покинули метал, утримуються біля його поверхні електричним полем, створеним електронною хмарою та некомпенсованими позитивними іонами металу.

Термоелектронна емісія

Під впливом електричного поля, створеного електронною хмарою та поверхнею металу, деякі електрони повертаються назад у метал.

У стані рівноваги кількість електронів, що залишили метал, дорівнює кількості електронів, що повернулися в нього.



Чим більша температура металу, тим більша густина електронної хмари.

Електричний струм у вакуумі

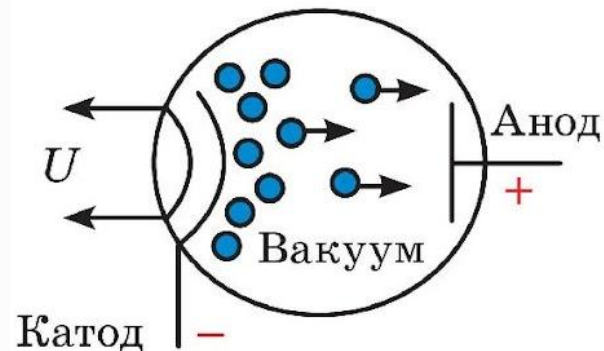
Умови існування електричного струму:

- ✓ Наявність вільних заряджених частинок;
- ✓ Наявність електричного поля.

Термоелектрони (електрони, що вилетіли з металу в ході термоелектронної емісії), рухаючись у скляній колбі у вакуумі від катода до анода, створюється електричний струм.

На катод подають негативний потенціал, в на анод – позитивний (**пряме зв'язування**).

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

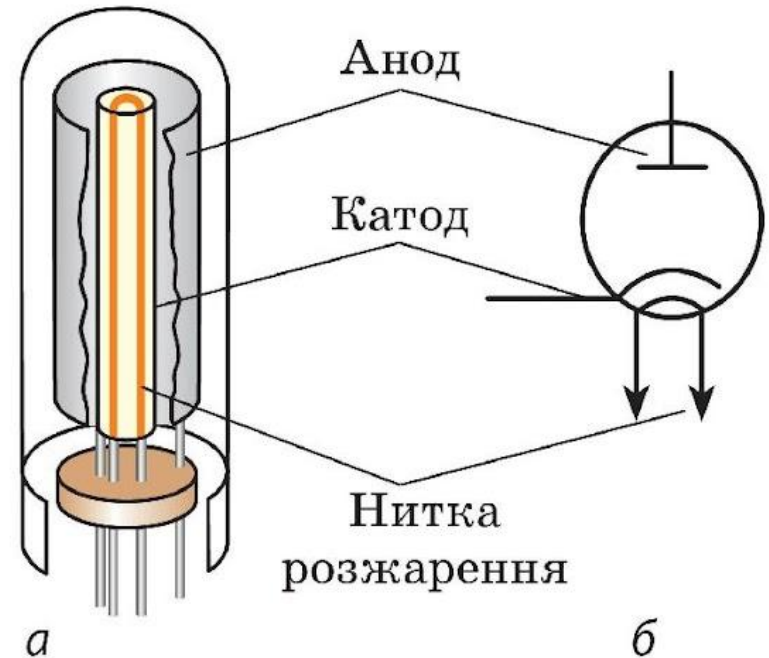


Вакуумний діод

Пристрій, що складається зі скляного балона, з якого відкачано повітря і в якому розташовано два електроди (анод і підігрівний катод, називають **вакуумним (ламповим) діодом**.

Якщо подати на катод позитивний потенціал, а на анод – негативний (зворотне ввімкнення), то електрони, що вилітають із катода, будуть відкидатися назад (на катод) і струму в колі не буде.

Вакуумний діод має **однобічну провідність**.



Вакуумний діод:
a – будова;
б – позначення на схемі.

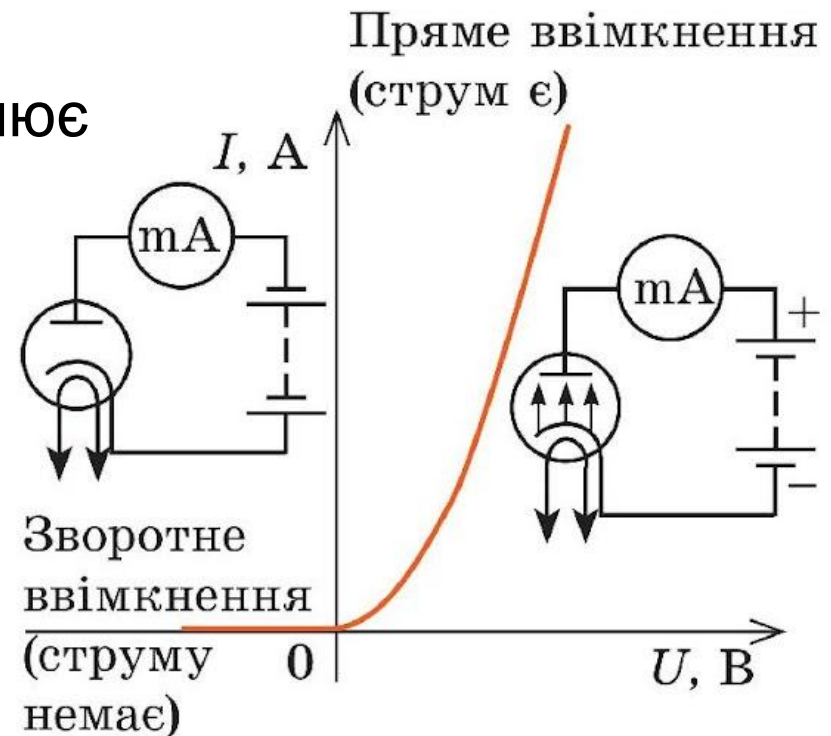
ВАХ вакуумного діода

Пряме ввімкнення:

Зі збільшенням напруги між електродами сила струму швидко зростає.

Зворотне ввімкнення:

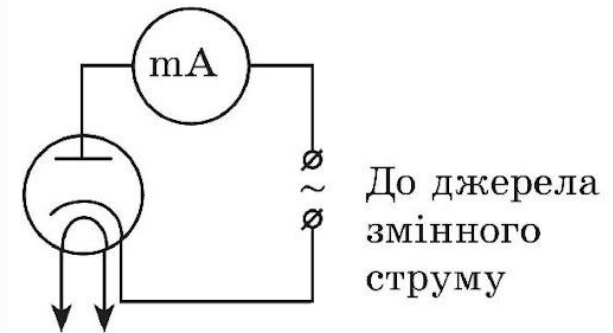
Сила струму дорівнює нулю.



Вакуумний діод

Вакуумні діоди використовують для перетворення змінного струму на **пульсуючий**.

Якщо між катодом і анодом увімкнути змінний струм, то протягом І півперіоду діод *пропускатиме* електричний струм, а протягом II півперіоду електрони *відштовхуватимуться* ввід анода і струму в лампі не буде.



Отже, струм у колі буде незмінного напрямку, але пульсуючим.

Електронні пучки

Якщо в анод лампового діода зробити отвір, то частина електронів, прискорених електричним полем, влетить у цей отвір і створить за анодом **електронний пучок** – потік електронів, які швидко рухаються.

Властивості електронних пучків:

- I.*** Спричиняють нагрівання тіл у разі потрапляння на їх поверхню;
- II.*** Викликають появу рентгенівського випромінювання в разі швидкого гальмування;
- III.*** Викликають світіння деяких речовин і матеріалів (люмінофорів);
- IV.*** Відхиляються електричним і магнітним полями.

Використання властивостей електронних пучків

I властивість:

- ✓ Плавлення надчистих металів,
- ✓ Зварювання, спаювання та різання металів у вакуумі.

II властивість:

- ✓ У рентгенівських трубках (під час різкого гальмування електронного пучка виникають електромагнітні хвилі частотою понад $2 \cdot 10^{17}$ Гц.)

Зварювання у відкритому космосі

25 липня 1984 р. радянські космонавти *Володимир Джанібєков* і *Світлана Савицька* вийшли у відкритий космос і протягом трьох годин здійснювали перше космічне зварювання в умовах глибокого вакууму.

Зварювальний апарат був розроблений і створений в *Інституті електрозварювання ім. Є. О. Патона НАНУ*. Апарат дозволяв здійснювати зварювання, спаювання, різання і нагрівання металу. Ці операції виконувалися короткофокусною електронно-променевою гарматою масою 2,5 кг, яку слід було тримати в руці.



Поштова марка України:
«Зварювання в космосі», 2006 р.

Використання властивостей електронних пучків

III і IV властивість:

✓ В електронно-променевих трубках.

Електронно-променева трубка – вакуумний пристрій з керованим електронним пучком і спеціальним екраном, який світиться в місцях потрапляння електронів.



Електронно-променева трубка є основним елементом **осцилографа** – пристрою для дослідження змінних процесів в електричних колах.

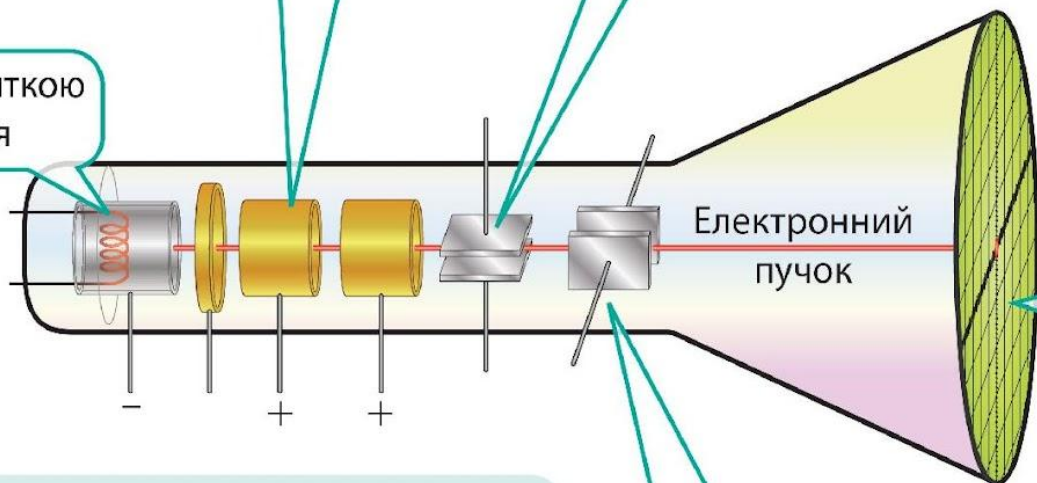
Ф

Електронно–променева трубка

Аноди: їхня форма, розташування та потенціали дібрані таким чином, що, розганяючись, електронний пучок фокусується, збираючись на екрані практично в точку

Керуючі пластини вертикального відхилення: коли на них подається напруга, вони відхиляють електронний пучок у вертикальному напрямку.

Катод із ниткою розжарення



Екран, покритий ізсередини шаром люмінофора, випромінює світло в місці потрапляння електронного пучка

Електронна гармата складається з катода і кількох розташованих один за одним анодів, що являють собою диски з невеликими отворами, вставлені в циліндри

Керуючі пластини горизонтального відхилення: коли на них подається напруга, вони відхиляють електронний пучок у горизонтальному напрямку

Принципова будова електронно-променевої трубки з електростатичним керуванням електронним пучком.

Ф

11

Домашнє завдання

