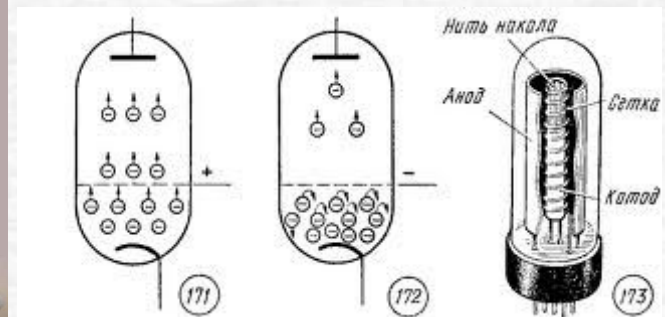


# Струм у вакуумі та його застосування

**Джон Амброс Флемінг**

англ. *John Ambrose Fleming*



Фізика 11 клас (академічний рівень)  
підготував Поплавський В.О.

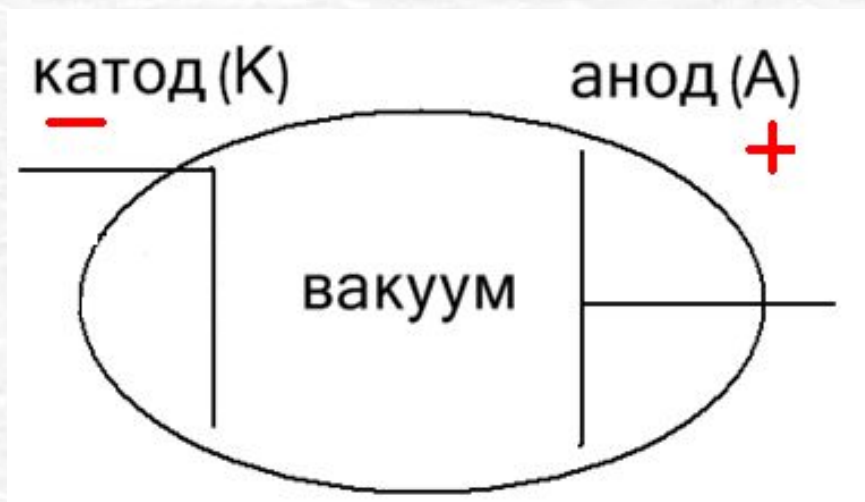
# ВАКУУМ

Вакуум – це стан газу, за якого тиск менший від атмосферного.

Середня довжина вільного пробігу молекул у вакуумі більша за розміри посудини або відстані між електродами в посудині

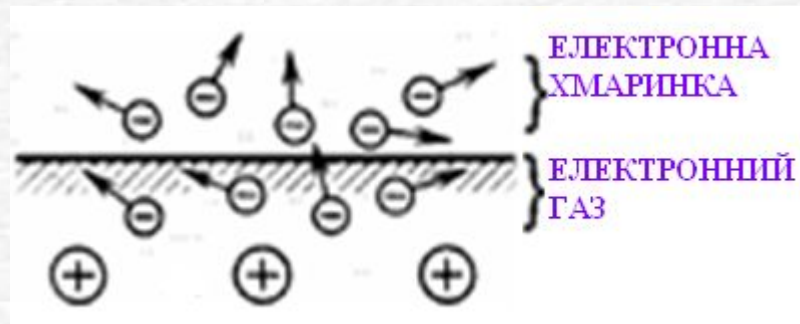
# Вільні заряди

Яким чином можна збагати вакуум вільними носіями заряду?



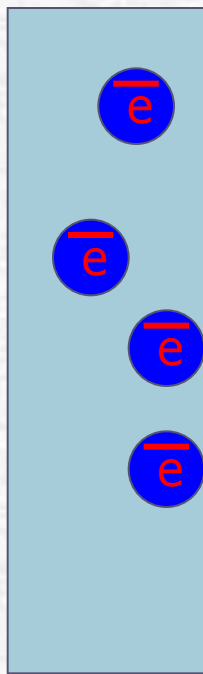
# Вільні заряди

З негативного електроду – катода можна взяти негативні заряди – електрони, які знаходяться в металі у вигляді електронного газу.



# Емісія

Вихід електронів із металу в вакуумі називається електронною емісією



Катод

# Необхідна умова емісії

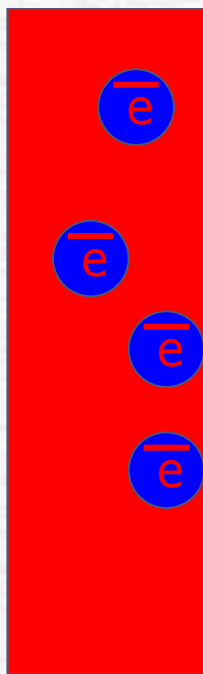
- Для того, щоб електрон вийшов з металу йому необхідно надати додаткову енергію, достатню для виконання роботи виходу з металу

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

- У залежності, як передається ця енергія розділяють різні види емісії.

# ***1. Термоелектронна емісія***

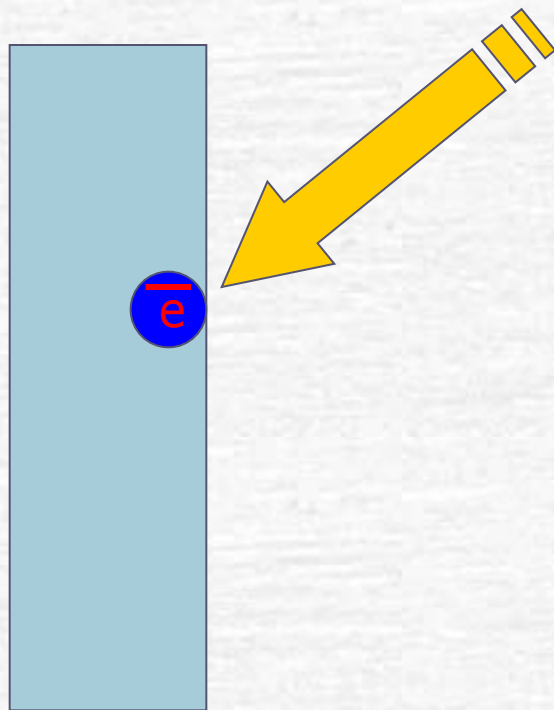
Енергія передається нагріванням катода



Катод

## 2. Фотоелектронна емісія

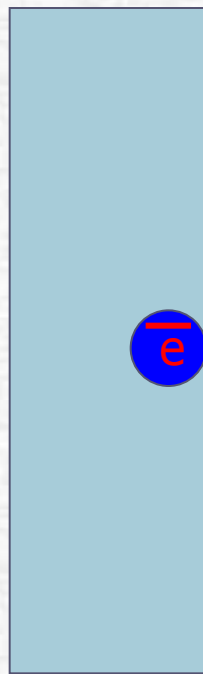
Енергія передається освітленням катода



Катод

### ***3. Вторинна електронна емісія***

Енергія передається електроном при ударі об катод

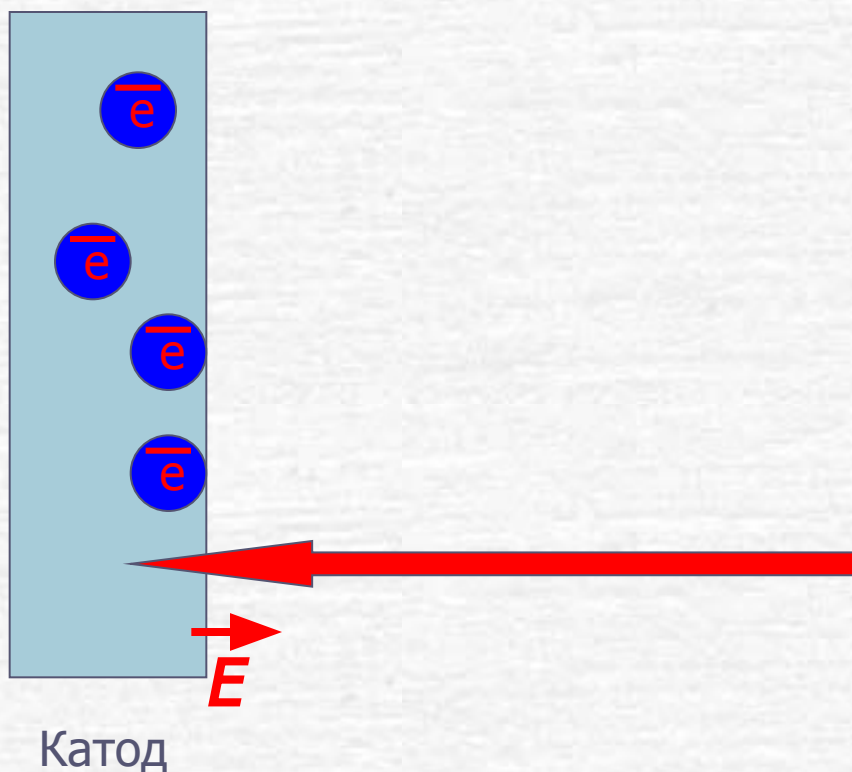


Катод



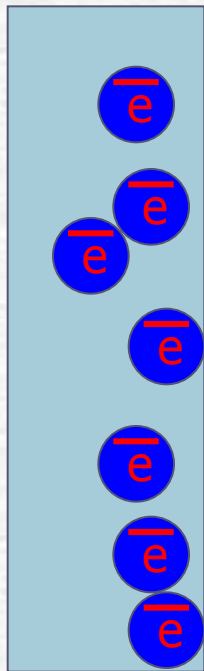
## 4. Автоелектронна емісія

Електрони вириваються з катода дуже сильним електричним полем, що пронизує метал



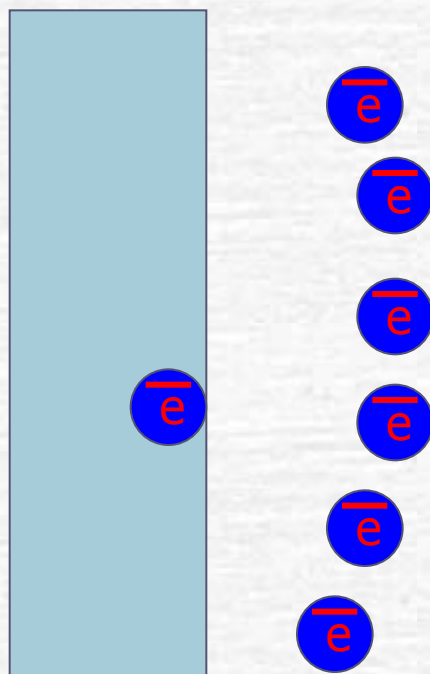
## *Розглянемо термо- і фото- електронні емісії*

При виході електронів із катода поблизу  
катода утворюється «електронна  
хмаринка»



Катод

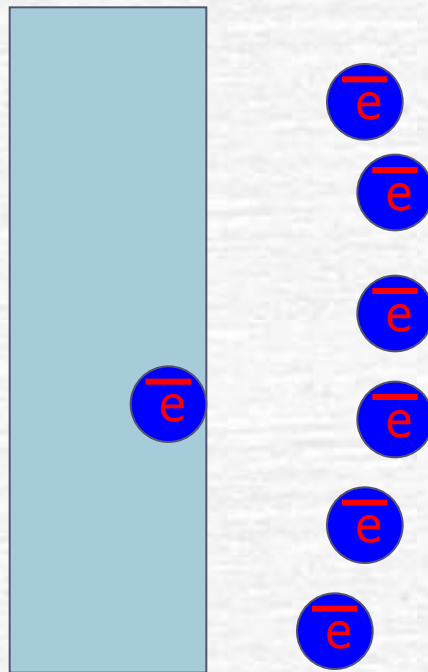
При виході електронів із катода поблизу катода утворюється «електронна хмаринка», яка буде мати просторовий заряд



Катод

# *Розглянемо термо- і фото- електронні емісії*

Цей заряд мішає виходу нових електронів

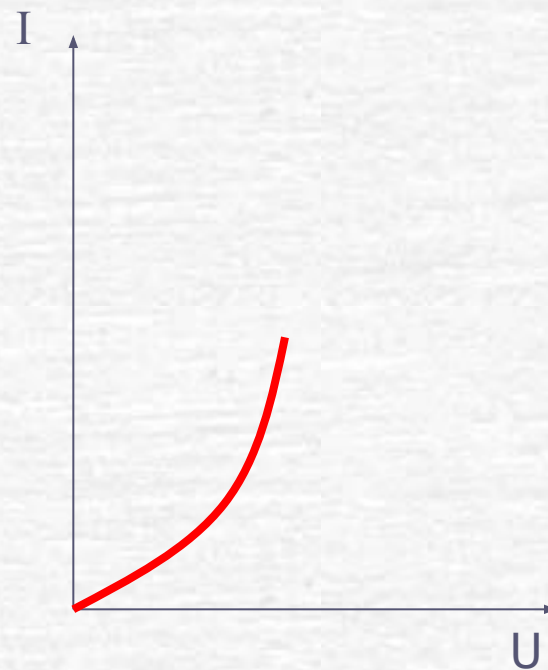
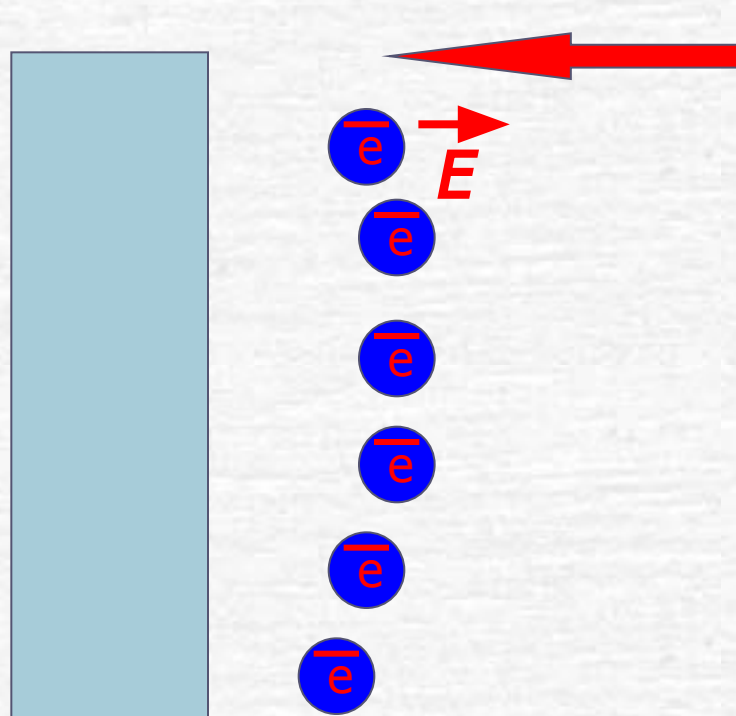


Катод

## Розглянемо термо- і фото- електронні емісії

Електричне поле

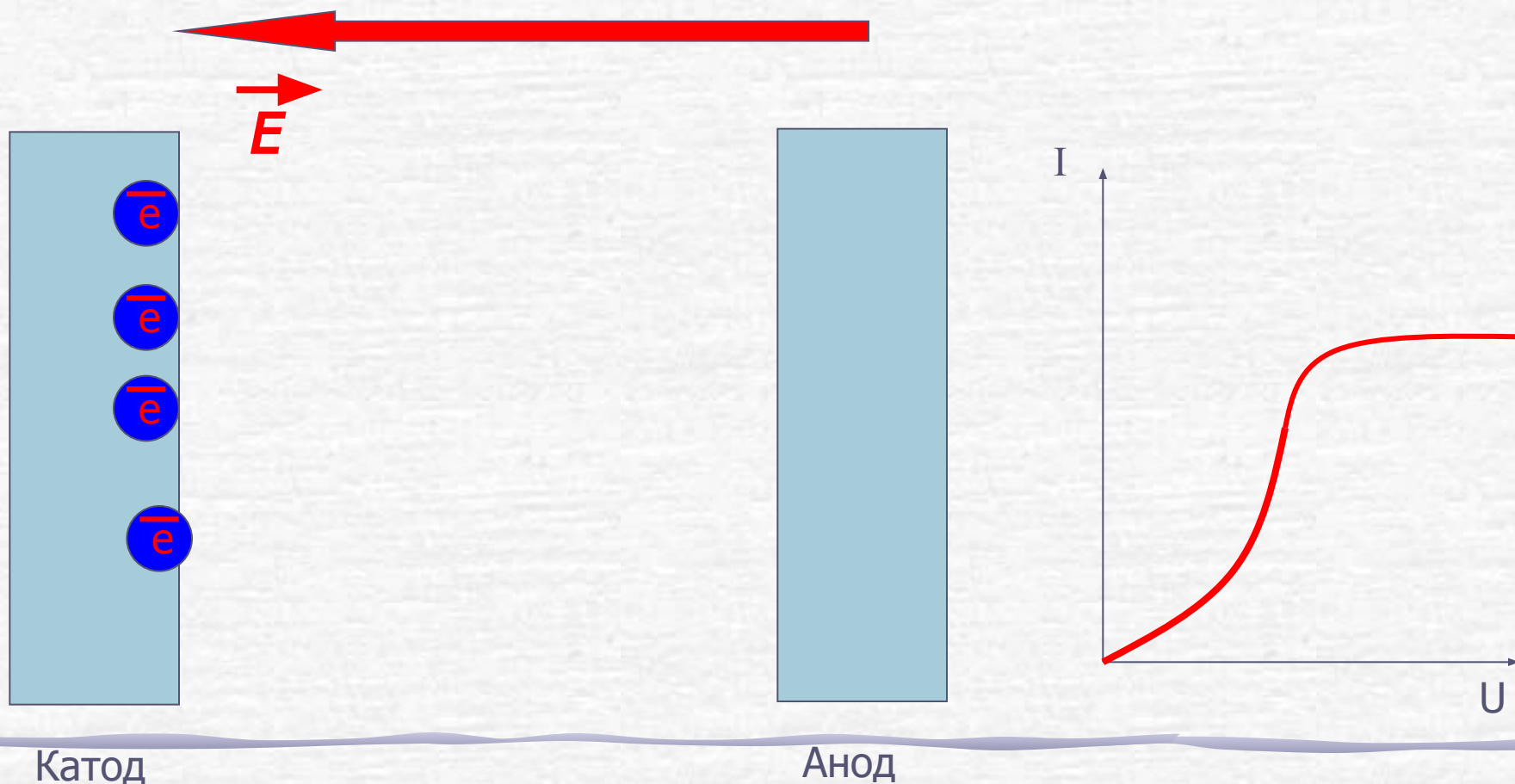
1. Збільшує швидкість електронів в напрямку до анода
  2. Виводить електрони, зменшуючи просторовий заряд
- Струм зростає швидше, ніж лінійна залежність



Катод

## *Розглянемо термо- і фото- електронні емісії*

При великих напругах просторовий заряд повністю зникає і всі емісійні електрони сильним полем переносяться відразу на анод. Струм перестає зростати (струм насичення)



# Висновок

При фотоелектронній і термоелектронній емісіях:

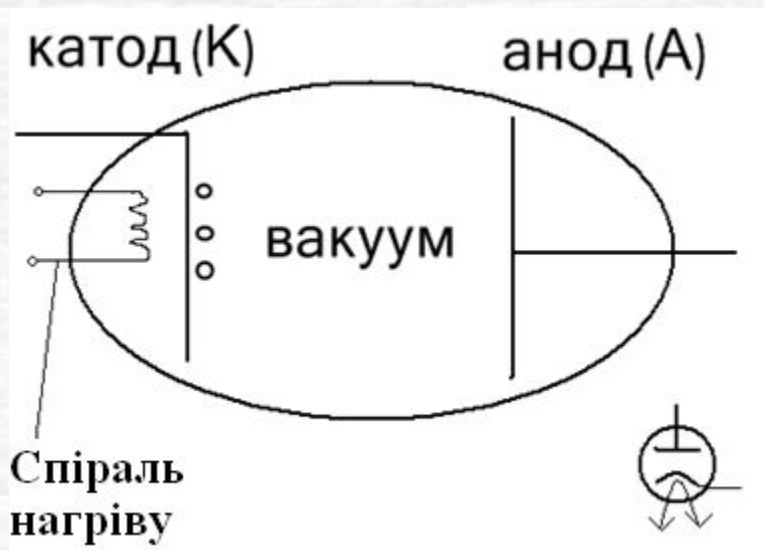
- Носії заряду – електрони
- Процес створення носіїв заряду – електронна емісія
- Закон Ома не виконується

# Вакуумний діод

Перший вакуумний діод було сконструйовано у 1904 році англійським ученим Джоном Амброзом Флемінгом

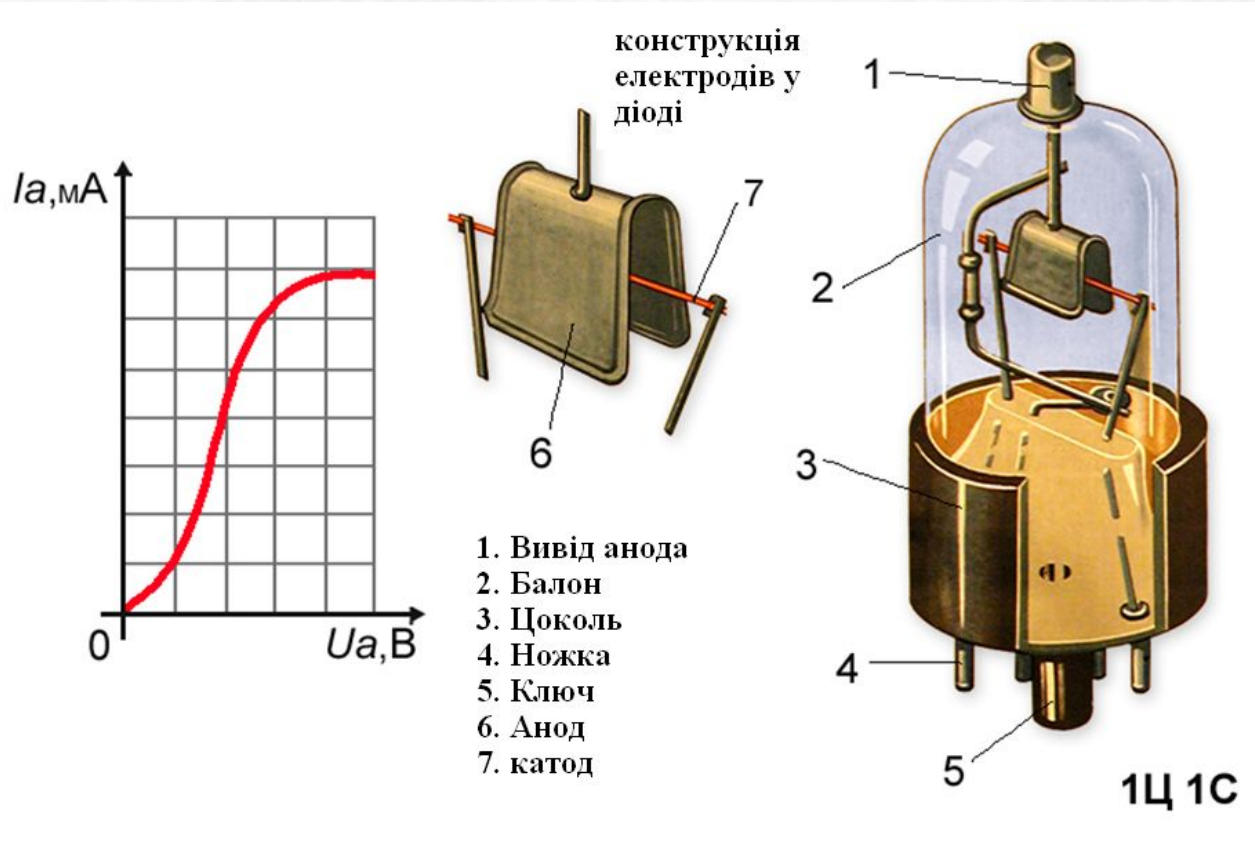


## Вакуумний діод (використовується для випрямлення змінного струму)

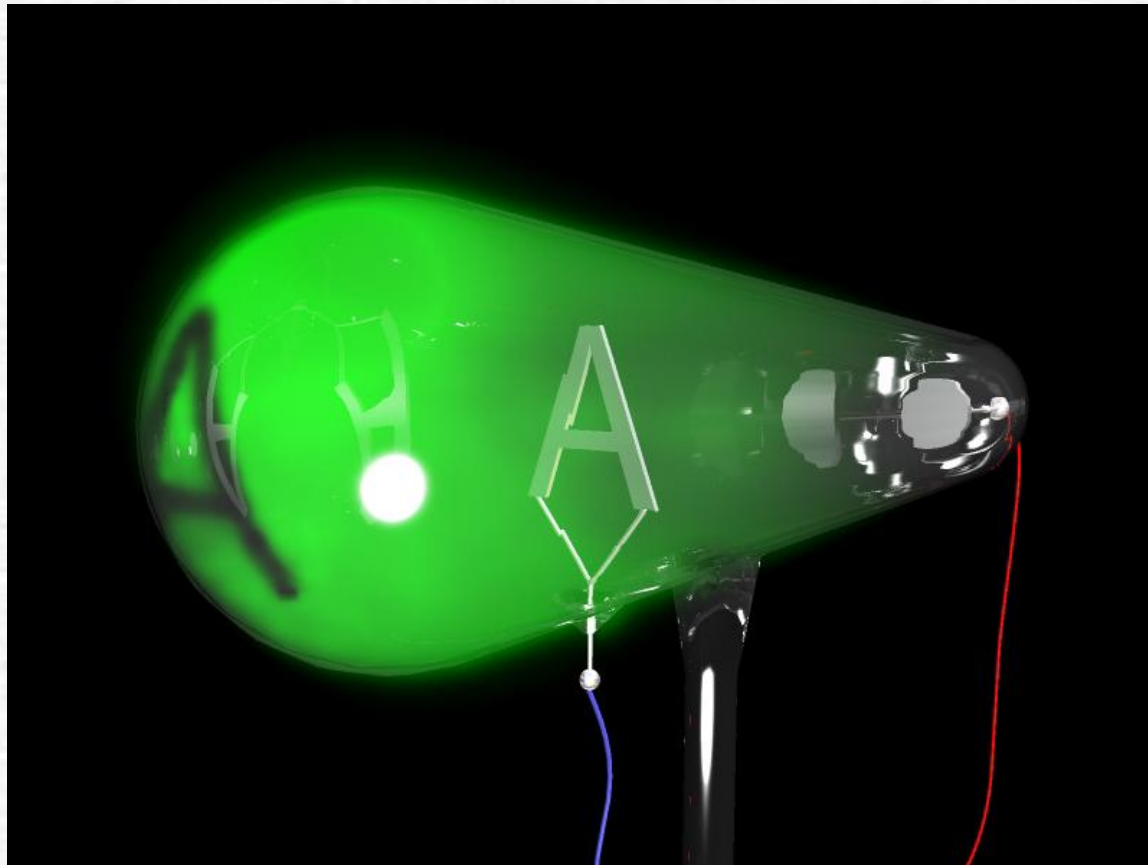


- К (оксидний) – вертикальний металевий циліндр, покритий шаром оксидів лужно-земельних металів (Ba, Ca.) Усередині К - ізолюваний провідник, що нагрівається

# Вакумний діод



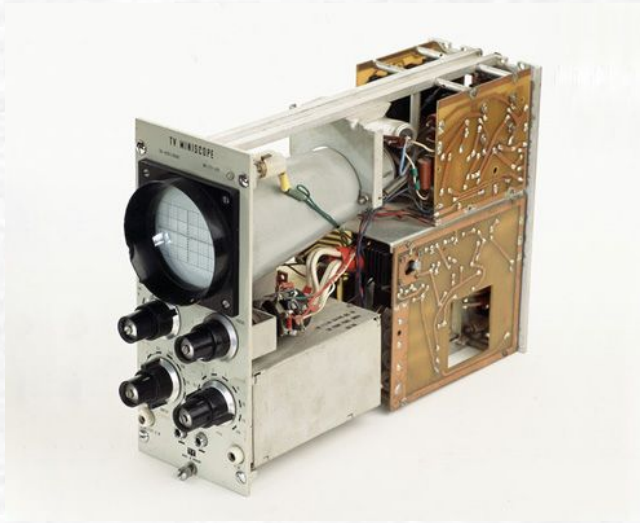
# Електронні пучки та їх властивості



# Електронні пучки та їх властивості

- Потрапляючи на тіла, викликають їх нагрівання (електронна плавка у вакуумі)
- При гальмуванні швидких електронів, що потрапляють на речовину, виникає рентгенівське випромінювання (рентгенівські трубки)
- Деякі речовини (скло, сульфід цинку і кадмію), що бомбардуються електронами, світяться (люмінофори)
- Відхиляються електричним і магнітним полями в електронно-променевих трубках

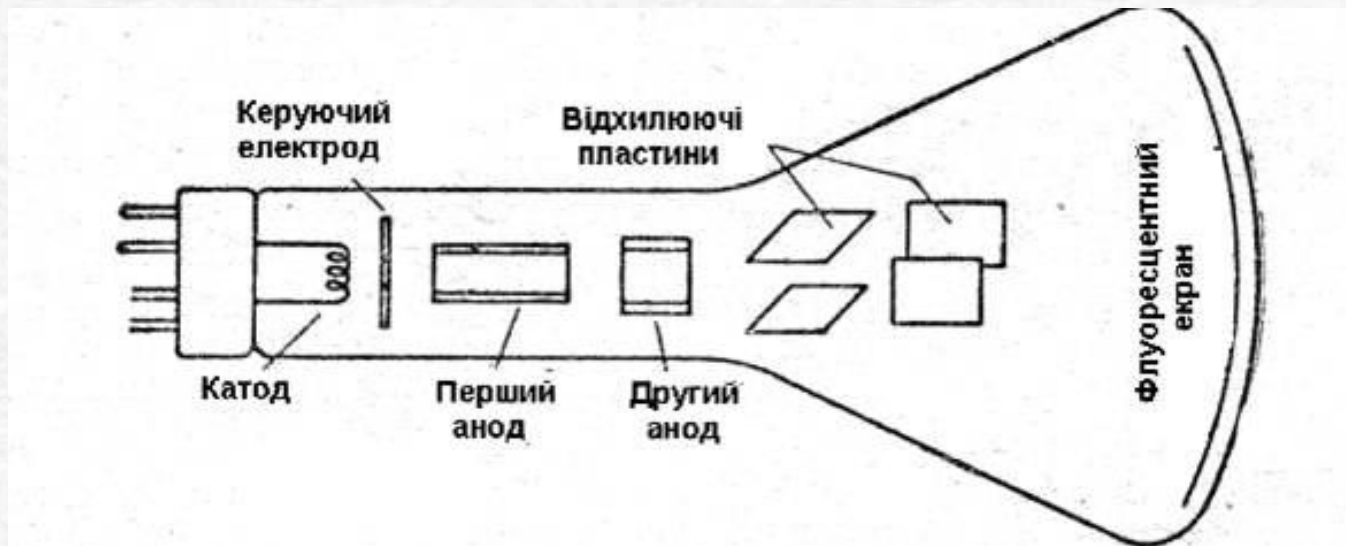
# Електронно-променева трубка



## Застосування:

- в кинескопах телевізорів
- в осцилографах
- в моніторах

# Електронно-променева трубка



# Закріплення матеріалу:

1. Максимальний анодний струм у вакуумному діоді 50 мА. Скільки електронів вилітає з катода щомиті?
2. Пучок електронів, що розганяють напругою  $U_1 = 5 \text{ кВ}$ , влітає в плоский конденсатор посередині між пластинами й паралельно до них. Довжина конденсатора  $l = 10 \text{ см}$ , відстань між пластинами  $d = 10 \text{ мм}$ . За якої найменшої напруги  $U_2$  на конденсаторі електрони не будуть вилітати з нього?

# Завдання додому

- Опрацювати параграф 16 (Т. Засека, Д. Засека)