

Вежба Бр. 1: Осетливост на Катодна цевка

Потребни материјали и инструменти:

- Катодна цевка
- Извор на прав напон (катоден) – V_c
- Извор на прав напон (отклонски)- V_{ot}
- Извор на права струја за магнетното поле на солениодот
- Линиер или милиметарска хартија залепен на екранот на катодната цевка.
- Спроводници (црвените се користат за позитивните напони а црните за масата)

Теориски основи:

Отколот на светлото петно направен со електростатскиот отклонски систем е:

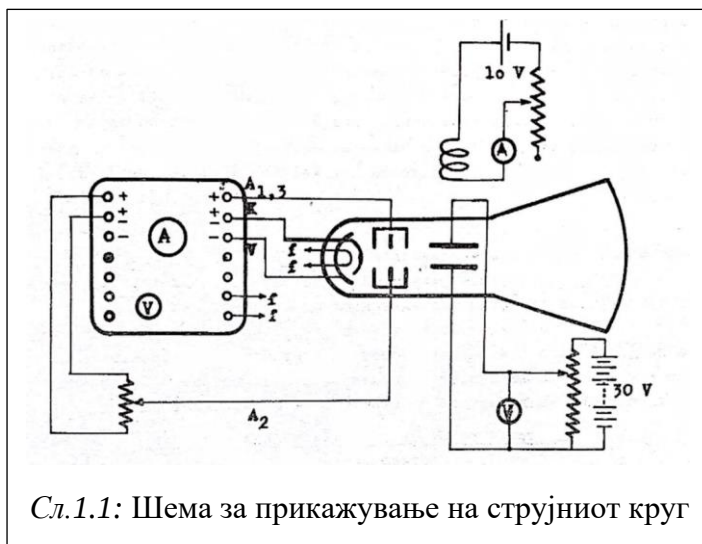
$$D = \frac{V_{ot} \cdot L}{2dV_a}$$

Отклонот направен со магнетниот отклонски систем ќе биде

$$D = lB \sqrt{\frac{e}{2mV_a}}$$

Постапка во мерењата:

Електродите од катодната цевка се спојуваат со исправувач на напон. За греење на катодата се користат 4 V. Мерењата се извршуваат за анодни напони V_a од 200 – 700 V. Отклонски напон се зема од посебен извор на прав напон (батерија) а неговата вредност се менува со понтециометар, а се мери со волтметар споен на отклонските електроди.



Сл.1.1: Шема за прикажување на струјниот круг

Промената на анодниот напон се врши со скокови, со копчето A, а промената на напонот за венелтовиот цилиндар се врши континуирано со копчето V. За да се овозможи континуираната промена на напонот на втората анода, помеѓу анодата и катодата се спојува понтециометар чиј лизгач се спојува со анодата. Отпорот на понтециометарот треба да е колку што е возможно поголем, за да не го оптоварува исправувачот. При вклучување на екранот треба да се појави светло петно. Интензитетот на светлата флека треба да е што помал

за да не прегори екранот во текот на работата. Острината на флеката се дотерува со промена на напонот на втората анода.

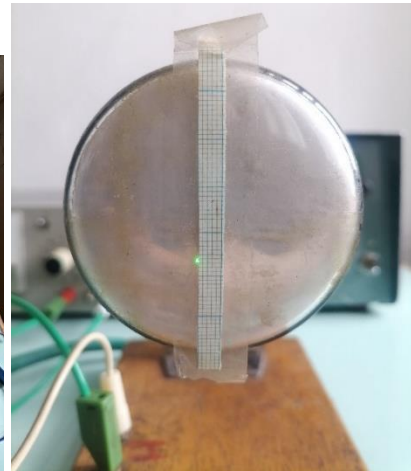
Во првиот дел од вежбата (електростатски отклонски систем) се менува отклонскиот напон V_{ot} за да се отклонува снопот за 0.50, 1.00, 1.50, 2.00 cm, и при тоа се мери вредноста на отклонскиот напон. Потоа се променува поларитетот на отклонскиот напон

и се повторува мерењето за истите отклони на спротивната страна. Мерењето се изведува прво за отклон во хоризонтална, а потоа за вертикална насока и тоа за по четири различни анодни напони. Целата постапка се изведува со прав и наизменичен отклонски напон. При работа со наизменичен напон, светлиот траг на екранот е права хроизнотална или вертикална линија, во зависност од тоа кој пар плочи е приклучен на наизменичен напон. Должината на линијата одговара на двократна маскимална вредност на отклонскиот напон. Бидејќи во овој случај волтметарот ја мери ефективната вредност, соодветната маскимална вредност за случај на синусен напон се добива со:

$$V_{max} = V_{ef} \cdot \sqrt{2} \quad (1.9)$$



Сл. 2: Изглед на струјното коло



Сл. 3: Изглед на екранот

Резултатите за електростатскиот отклонски систем се прикажуваат табеларно (како на табелата лево), а за магнетниот отклонски систем (табела десно):

V_a	400 V	500 V	600 V
X или Y(cm)	V_{ot} (V) или B (T)		
-2.0			
-1.5			
-1.0			
-0.5			
0.0			
0.5			
1.0			
1.5			
2.0			

I(A)	r(cm) y+	r(cm) y-
0.1		
0.2		
0.3		
0.4		
0.5		

Се цртаат графици за зависноста на отклонот од отклонскиот напон за права и наизменична струја, за хоризонталниот и за вертикалниот отклонски систем) и со фитување се добиваат равенките на правите на зависноста. Коефициентот на правец ја прикажува осетливоста за даден V_a .

Вежба бр. 2: Определување специфичен електричен полнеж (e/m) на електронот со помош на индикаторска цевка

Потребни инструменти и материјали:

1. Индикаторска цевка (специјална диода со анода (А) и катода (К)).
2. Извор на прав напон со потенциометар (аноден)
3. Извор на прав аструја за грејната жица
4. Амперметар
5. Волтметар за V_k
6. Линиер (шублер)
7. Картонска цевка за стреа, за зголемување на видливоста на електронските зраци.
8. Спроводници.
9. Извор на прав напон за грејната жица на катодата
10. Извор на прав аноден напон (цевката има анода (А) и катода (К)).

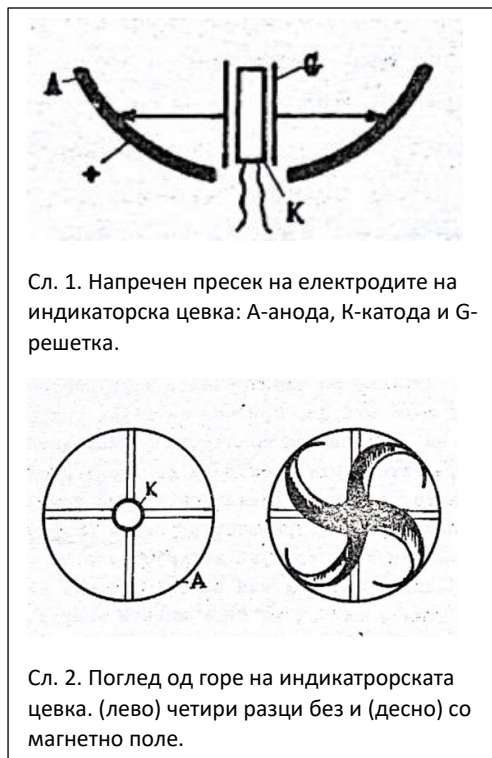
Теориски основи:

Индикаторска цевка претставува триода со полусферична анода, од внатрешната страна прекриена со флуоресцентен слој. Во оската на симетрија на анодата се наоѓа индиректно греана катода. Помеѓу катодата (К) и анодата (А) се наоѓа решетка (G) со цилиндрична форма, коаксијално поставена на К, Слика 1.

Решетката има четири надолжни отвори низ кои емитираните електрони од К минуваат кон А. Овие електрони се забрзуваат и паѓаат на А, оставајќи светол траг. Кога решетката се наоѓа на нула потенцијал, светлиот траг има облик на четири надолжни ленти во вид на крст (Слика 2 (лево)), во чија средина се наоѓа катодата. Кога на решетката се носи позитивен напон. Траговите се прошируваат на крајот од анодата. Брзината на електроните што паднале на анодата

се пресметува со
$$v = \sqrt{\frac{2eV_a}{m}} \quad (2.1)$$

Каде V_a е напонот меѓу катодата и анодата, а e/m е специфичен полнеж на електронот.



Времето на патување на еден електрон ќе биде пропорционално со оддалеченоста од К до точката во која паѓа на флуоресцентниот екран.

Ако сега се пушти струја низ соленоидот, магнетното поле е во правец на оската на цевката и е нормално на четирите светли траги, па ќе дејствува со Лоренцова сила: $F = evB$, каде што B е магнетната индукција.

Радиусот на патната линија во магнетното поле може да се определи со

$$r = \frac{mv}{eB} \quad (2.2)$$

Оттука, со мерење на кривината и брзината на електроните може да се определи B . Ако е позната јачината на магнетното поле, брзината и кривината може да се определи e/m . Во нашиот случај ќе бидат познати брзината преку V_a , критичното магнетното поле B , преку струјата низ калемот, а за радиусот на

кружната патека во моментот на тангирање на зракот на А која има радиус R_a ќе важи:

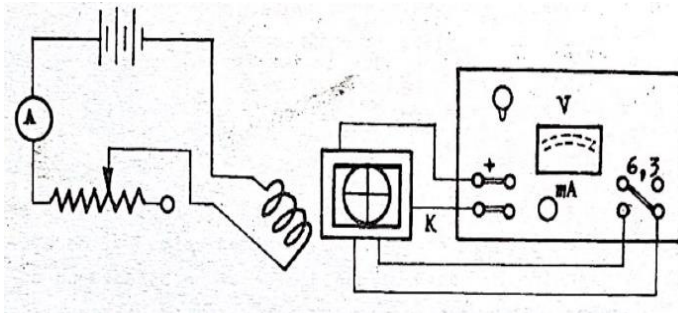
$$R_a = 2r \quad (2.3)$$

Со замена на v изразено од (2.1) во равенката (2.2), за e/m на електронот се добива

$$\frac{e}{m} = \frac{8V_a}{R_a^2 B_{kr}^2} \quad (2.4)$$

Принцип на работа:

- Се појуваат со спроводни жици трите одделни кола: (1) колото на грејната жица (f-f) (2) колото анода-катода и (3) колото на надворешниот соленоид.



- Се проверува дали со вклучување на колата лево и десно се добиваат четири светли линии.

- Се нагудува струјата на греењето за да се направат видливи линиите кои ги

претставуваат патеките на електроните - четири зелени прави од Катода кон Анода (слика лево).

- Се мести еден напон V_k и за него се нагудува струјата низ калемот I , така што патеките на електроните ќе бидат кружници кои само ја тангираат анодата (слика десно).
- Се мери растојанието од катодата до анодата (околу 6 mm)
- Се мери должината на солениоидот L и се прикажува во метри.
- Од калемот се чита бројот на намотки N (најчесто 1000)
- Се пресметува магнетното поле:

$$B = \mu_0 n I = \mu_0 \frac{N}{L} I$$

- Пресметување на e/m се врши според формулата

$$\frac{e}{m} = \frac{8 V_a}{R^2 B^2}$$

Табеларно прикажување на резултатите во табела со 6 колони

	V_a [V]	I [A]	$B = \mu_0 \frac{N}{L} I$ [T]	$\frac{e}{m} = \frac{8 V_a}{R^2 B^2}$ [C/kg]	$\Delta(\frac{e}{m})$
1					
2					
3					
4					
5					
Средни вр.					

Крајниот резултат се прикажува како

$$\frac{e}{m} = (\frac{e}{m})_{sr} \pm \Delta(\frac{e}{m})_{sr}$$

Крајниот резултат се споредува со вредноста за e/m добиена од познатите константи за полнежот на електронот (e) и неговата маса (m).

Вежба Бр. 3: Излезна работа на електрон од термокатода

Потребна апаратура:

- Вакуумска цевка диода со термокатода од волфрам (W)
- Извор на напон за греење на катодата ($V_G = 6\text{ V}$)
- Извор на аноден напон ($V_A = 0\text{--}250\text{ V}$)
- 4 инструменти-униметри за мерење напони и струи)
- Жици за поврзување.
-

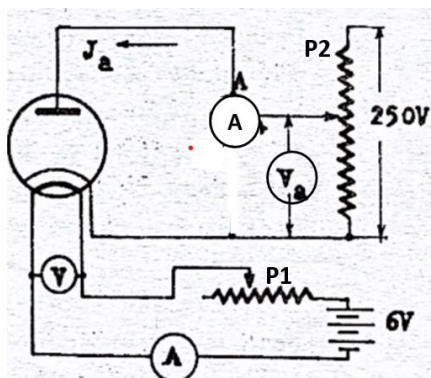
Теориски основи:

Јачина на термоелектронската струја може да се определи со помош на Ричардсон-Дашмановата равенка

$$I_{th} = A_0 F T^2 e^{\frac{-E_W}{kT}} \quad (3.1)$$

каде што F – е емисионата површина а A_0 е константа што има универзален карактер со бројна вредност $A_0 = 1.2 \cdot 10^{16} \frac{A}{m^2 K^2}$, T е апсолутната температура, k -Болцманова константа и E_W е излезната работа на материјалот од којшто е направена термокатодата (во случајов волфрам, W)

Задача:



Да се снимат VA-карактеристиките (зависност на струјата од напонот) за две различни температури на греење (струи на грејната жичка на катодата) со апаратурата споена како на шемата.

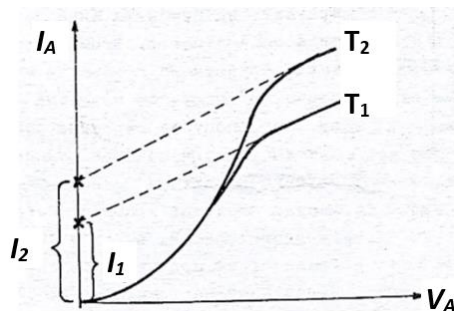
- Струјата на греење на термокатодата се нагдува на некоја вредност со помош на потенциометарот P1.

- Се снима VA карактеристиката на вакуумската диода со менување на напонот со помош на потенциометарот P2 од 0 V– 250 V, и протоа во табела се внесуваат вредностите за V [V] и I [mA].

- Процедурата се повторува за некоја друга грејна температура која се менува со помош на грејната струја на катодата со потенциометарот P1.
- Се прави табеларен приказ на мерењата

V_1 [V]	I_1 [mA]		V_2 [V]	I_2 [mA]
0			0	
10			10	
250			250	

- Се цртаат графичките прикази на V_A карактеристиките за двете грејни температури (струи) кои треба да изгледаат како на сликава десно. Иако би требало да настапи заситување на струјата за некоја вредност на напонот, сепак, тоа не се случува, па струјата има благ линеарен раст, што е познато како Шотки ефект. Со екстраполација до I_A -оската се цртаат правите на струјата на заситување (испрекинати линии) и се проценуваат струите на заситување I_1 и I_2 кои соодветствуваат на двете различни температури на катодата кои се всушност температури на грејната жица во чие коло се врзани амперметар и волтметар.



- Температурите се определуваат со помош на познавање на температурната зависност на отпорот: $R_t = R_0(1 + \alpha t)$ откаде за температурата се добива

$$t = (R - R_0)/\alpha R_0 \quad (3.2)$$

кадешто α е теметарурниот коефициент на отпорот кој за волфрамот изнесува $\alpha=4.6 \times 10^{-3}$. За да се определи температурата на термокатодата, потребно е да се измери отпорот R_0 со омметар (со најмала можна струја) и тоа пред да се вклучи греењето, а потоа кога ќе се намести некоја струја на греење, па се забележуваат струјата и напонот на греењето за да со омовиот закон се определи отпорот при дадената темература R_t .

мерење	R_0 [Ω]	V [V]	I [A]	$R_t = V/I$ [Ω]	$t = \frac{R - R_0}{\alpha R_0}$ [$^{\circ}\text{C}$]	$T = t + 273$ [K]	I_{th} [A] од графикот
1						$T_1 =$	$I_1 =$
2						$T_2 =$	$I_2 =$

Двете струи на заситување I_1 и I_2 на термострујата I_{th} , определени графичк,и заедно со соодветните пресметани температури на греење на термокатодата T_1 и T_2 се замнуваат во Ричардсон Дашмановата релација и притоа се добиваат две равенки со две непознати (F и E_w). Со нивно разрешување може да се добие вредноста на излезната работа на електроните од термокатодата од волфрам.

$$E_w = \underline{\hspace{2cm}} \quad [\text{eV}]$$