

# Determinarea sarcinii specifice a electronului prin metoda magnetronului

## 0.1 Considerații teoretice

Particulele încărcate electric sunt caracterizate de doi parametri :  $q$ - sarcina electrică cu semnul ei și  $m$  - masa particulei. Raportul celor doi parametri ai unei particule încărcate electric,  $\frac{q}{m}$ , este numit *sarcină specifică* și este determinat studiind mișcarea acestor particule în câmpuri electrice, respectiv magnetice.

Asupra unei particule încărcate cu sarcina  $q$  ce se deplasează rectiliniu cu viteza  $\vec{v}$  și pătrunde într-o regiune unde este câmpul electric de intensitate  $\vec{E}$  și câmpul magnetic de inducție magnetică  $\vec{B}$  va acționa *forța coulombiană*  $q\vec{E}$  și *forța Lorentz*  $\vec{F}_L = q\vec{v} \times \vec{B}$ , adică forța

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}) \quad (1)$$

în conformitate cu *Principiul superpoziției* forța ce va determina modificarea traiectoriei rectilinii a particulei.

În această lucrare ne vom opri asupra acțiunii câmpului magnetic ce va obliga particula încărcată, ce intră perpendicular pe liniile de câmp, să se deplaseze pe o traiectorie circulară a cărei rază o determinăm din condiția de egalitate a forței centripete, forța Lorentz în acest caz, dată de expresia  $F_L = qvB$ , cu forța centrifugă  $F_{cf}$ , dată de expresia  $F_{cf} = \frac{mv^2}{R}$

$$qvB = \frac{mv^2}{R} \quad (2)$$

unde  $R$  reprezintă raza traiectoriei particulei încărcate cu sarcina electrică  $q$ .

Pe de altă parte viteza particulei ajunge la valoarea  $v$  prin accelerarea în diferența de potențial  $U_a$  fapt rezultat din *teorema energiei cinetice*

$$qU_a = \frac{mv^2}{2} \quad (3)$$

Eliminând viteza  $v$  între ecuațiile (2) și (3) vom obține pentru sarcina specifică expresia

$$\frac{q}{m} = \frac{v}{BR} = \frac{2U_a}{B^2R^2} \quad (4)$$

unde ținând cont de faptul că pentru un solenoid inducția magnetică  $B$  a câmpului magnetic creat de acesta este proporțională cu intensitatea curentului electric  $I_c$  ce trece prin solenoid, este dată de relația

$B = KI_c$ , obținem

$$\frac{q}{m} = K \frac{2U_a}{I_c^2} \quad (5)$$

unde  $K = 7,15 \cdot 10^8 \left[ \frac{CA^2}{kgV} \right]$  este constanta aparatului.

## 0.2 Prezentarea instalației experimentale

Instalația experimentală este compusă dintr-un tub electronic cu doi electrozi, a cărei secțiune este prezentată în Figura 1a, având o construcție specială : catodul, **C**, este filiform, iar anodul, **A**, este cilindric cu catodul ca axă de simetrie.

Acest tub este plasat în interiorul unui solenoid, **S**, în așa fel încât direcția vectorului inducție magnetică  $\vec{B}$  coincide cu axa de simetrie a tubului electronic, ansamblul *tub electronic + solenoid* numindu-se *magnetron* (Figura 1b).

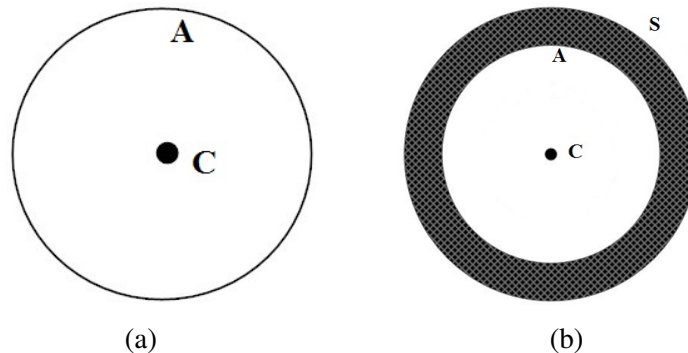


Figura 1

Când solenoidul nu este alimentat electronii emiși de catod vor ajunge la anod, deplasându-se rectiliniu, radial, sub acțiunea câmpului electric determinat de tensiunea electrică aplicată tubului electronic (Figura 2(a)).

Când solenoidul este alimentat asupra electronilor emiși de catod va acționa forța Lorentz și traiectoria lor devine circulară. În funcție de valoarea vitezei lor, precum și de valoarea inducției magnetice, traiectoriile electronilor vor avea diametrul mai mare sau mai mic decât raza tubului electronic și în consecință unele traiectorii se vor închide în spațiul dintre anod și catod și electronii respectivi vor mai ajunge pe anod, fapt ce va provoca scăderea curentului anodic din tub (Figura 2 (b)).

În Figura 3 este prezentată schema instalației experimentale ce cuprinde două circuite : (1) circuitul pentru crearea câmpului magnetic parcurs de un curent electric  $I$  de ordinul zecimilor de amper, respectiv (2) circuitul anodic în care avem curentul  $i$  de ordinul zecilor de miliamperi.

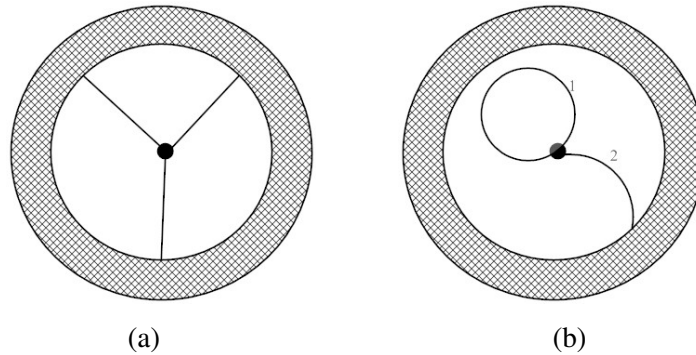


Figura 2

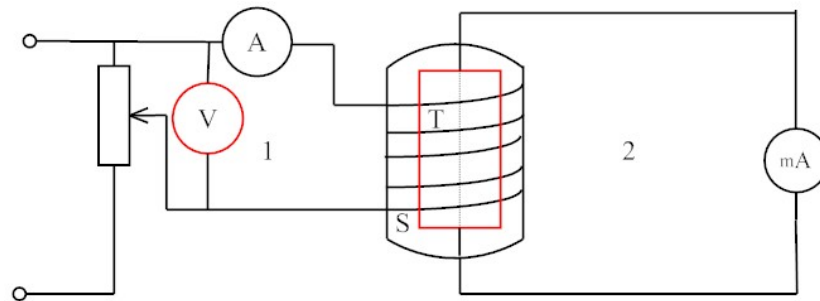


Figura 3

### 0.3 Modul de lucru

1. Scopul lucrării îl constituie determinarea sarcinii specifice a electronului.
2. Se identifică componentele din schema experimentală.
3. Se alimentează cu tensiunea anodică tubul electronic, prin circuitul 2 stabilindu-se curentul anodic,  $i$ .
4. Se alimentează circuitul 1 și se modifică rezistența reostatului astfel ca prin solenoid curentul electric,  $I$ , să aibă valorile din Tabelul 1, se citește valoarea curentului anodic și se notează în Tabelul 1
5. Se completează Tabelul 1.

### 0.4 Prezentarea rezultatelor

1. Dependența dintre cei 2 curenți va avea o formă asemănătoare cu cea din Figura 4.

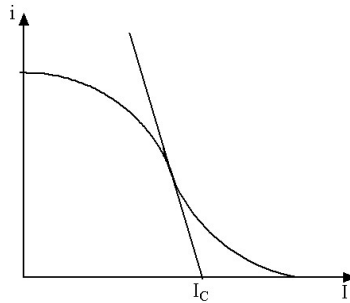


Figura 4

La valori mici ale inducției câmpului magnetic, dictate de valori mici ale curentului electric  $I$  prin solenoid, curentul anodic scade puțin sau deloc pentru că traiectoriile electronilor chiar dacă sunt circulare încă nu se închid în interiorul tubului electronic astfel că electronii ajung aproape toți sau toți la anod. Mărind intensitatea curentului electric prin solenoid raza traiectoriilor circulare ale electronilor din curentul anodic începe să scadă tot mai accentuat ceea ce va provoca scăderea curentului anodic până acesta se anulează.

2. Din alura curbei dependenței celor doi curenți observăm existența unui punct de inflexiune pentru care  $\frac{di}{dI}$  este maxim. Valoarea critică a curentului electric prin solenoid,  $I_c$ , se determină ducând tangenta prin punctul de inflexiune al graficului  $i = f(I)$ , tangentă ce va intersecta axa absciselor, iar punctul de intersecție cu aceasta reprezintă valoarea căutată
3. Valorile curentului electric  $I_c$  determinate prin procedura de la punctul 2 se introduc în Tabelul 2 în coloana corespunzătoare.
4. Se completează toate coloanele Tabelului 2. Se face uz de relația (5) pentru completarea corespunzătoare sarcinii specifice, pentru coloanele următoare se aplică calculul statistic.
5. Pentru 3 funcții  $i(I)$  se reprezintă grafic  $\frac{di}{dI}(I)$  și se discută calitativ.

Tabel 1

I[A]	U=35[V] i[mA]	U=34[V] i[mA]	U=33[V] i[mA]	U=32[V] i[mA]	U=31[V] i[mA]	U=30[V] i[mA]	U=29[V] i[mA]	U=28[V] i[mA]	U=27[V] i[mA]	U=26[V] i[mA]	U=25[V] i[mA]	U=24[V] i[mA]	U=23[V] i[mA]	U=22[V] i[mA]	U=21[V] i[mA]
0.10															
0.15															
0.20															
0.25															
0.30															
0.35															
0.40															
0.45															
0.50															
0.55															
0.60															
0.65															
0.70															
0.75															
0.80															

$\frac{Nr.}{crt}$	U	$I_c$	$\frac{q}{m}$	$\langle \frac{q}{m} \rangle$	$\Delta \frac{q}{m}$	$\sigma \frac{q}{m}$	$\langle \frac{q}{m} \rangle \pm \sigma \frac{q}{m}$
	[V]	[A]	$10^{10} \frac{C}{kg}$	$10^{10} \frac{C}{kg}$	$10^{10} \frac{C}{kg}$	$10^{10} \frac{C}{kg}$	$10^{10} \frac{C}{kg}$
1	35						
2	34						
3	33						
4	32						
5	31						
6	30						
7	29						
8	28						
9	27						
10	26						
11	25						
12	24						
13	23						
14	22						
15	21						