

# Studiul descărcării luminescente. Obținerea curbei lui Paschen

Ștefan-Răzvan Anton  
Anul 3, Grupa 1334,  
Facultatea de Științe Aplicate

May 1, 2022

## 1 Scopul lucrării

1. Analiza mișcării unei particule încărcate în funcție de sarcina ei într-un câmp magnetic.
2. Utilizarea unui câmp magnetic pentru controlul unei particule încărcate în aproximația 3D.
3. Evidențierea influenței distribuției după energie asupra traiectoriei de mișcare.
4. Utilizarea montajului experimental pentru realizarea unei proceduri de control a traiectoriei particulelor încărcate.

## 2 Principiul fizic

### 2.1 Analiza mișării unei particule încărcate în funcție de sarcina ei într-un câmp magnetic

În aproximația 2D, într-un câmp magnetic omogen, o particulă încărcată se va mișca după o orbită circulară fixă. Astfel, forța Lorentz și forța centrifugă sunt în echilibru

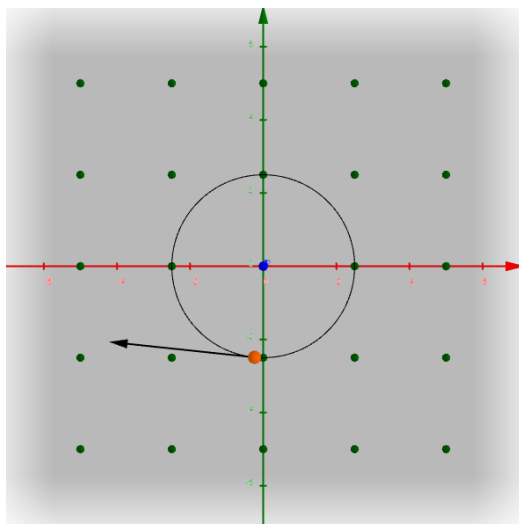
$$qvB = \frac{mv^2}{r}. \quad (1)$$

Deci, o particulă încărcată se va mișca pe traiectoria unui cerc de rază

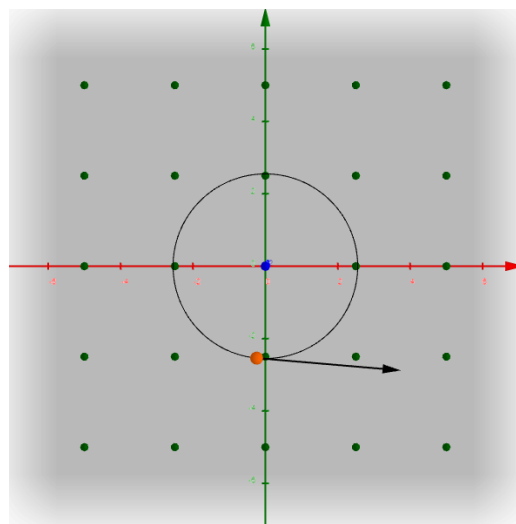
$$r = \frac{mv}{qB}, \quad (2)$$

unde  $m$ ,  $v$ ,  $q$  sunt masa, viteza respectiv sarcina particulei, iar  $B$  este intensitatea câmpului magnetic.

În figura 1 avem două cazuri de mișcare a unei particule încărcate în câmp magnetic în funcție de sarcina acesteia. Observăm că, pentru două sarcini egale dar de semn opus, mișcarea particulei descrie tot un cerc, dar sensul de parcurgere al acestuia este diferit. Putem afla sensul utilizând regula mâinii drepte



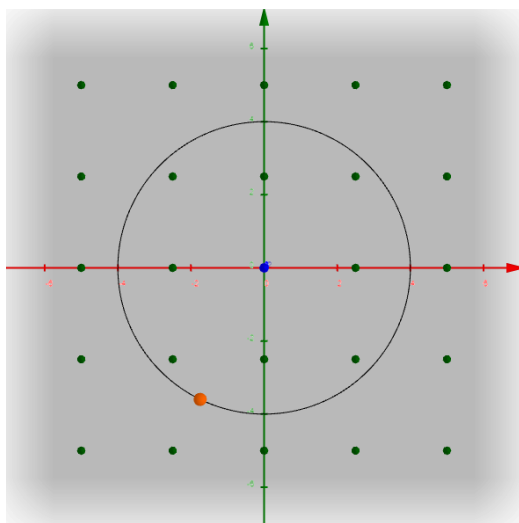
(a) Sarcină pozitivă



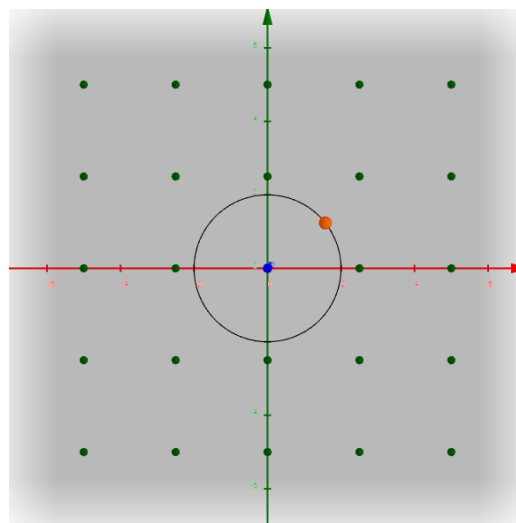
(b) Sarcină negativă

Figure 1: Mișcarea în câmp magnetic omogen ce iese din foaie a două particule de sarcină egală dar semn contrar.

Remarcăm de asemenea faptul că raza cercului pe care se mișcă particula încărcată este invers proporțională cu sarcina acesteia. În figura 2 se observă reducerea la jumătate a razei cercului atunci când se dublează sarcina



(a) Mișcarea pentru o particulă de sarcina  $q$



(b) Mișcarea pentru o particulă de sarcina  $2q$

Figure 2: Mișcarea în câmp magnetic omogen, ce iese din foaie, a două particule de sarcini diferite.

## 2.2 Utilizarea unui câmp magnetic pentru controlul unei particule încărcate în aproximația 3D

În aproximația 3D mișcarea unei particule încărcate are o formă mai complexă, aceasta urmează o traiectorie helicoidală, ca cea reprezentată în figura 3

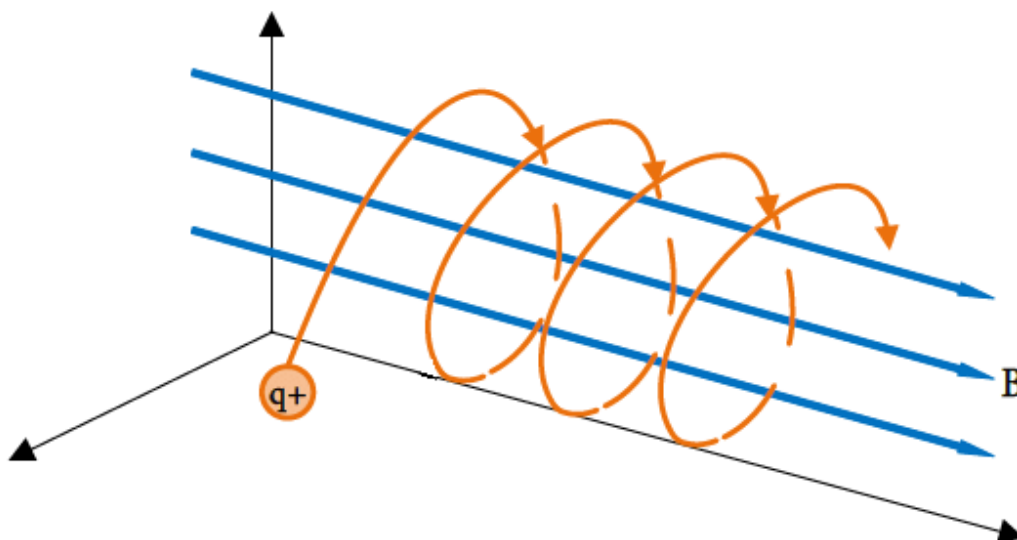


Figure 3: Traectoria helicoidală a unei particule încărcate în aproximția 3D.

În fizica plasmei este important fenomenul de reflexie magnetică, datorat faptului că forța care acționează asupra unei particule încărcate electric este orientată întotdeauna spre câmpuri mai slabe. Asta înseamnă că, în mișcarea sa, o particulă poate întâlni un câmp magnetic care să o oprească și să determine întoarcerea acesteia din sensul în care a venit. Fenomenul de reflexie magnetică permite crearea de oglinzi magnetice (vezi figura 4)

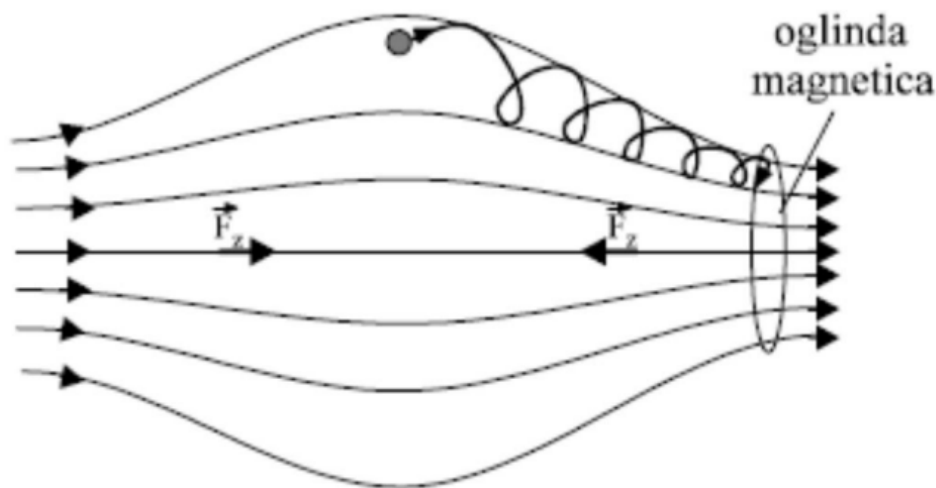


Figure 4: mișcarea unei particule încărcate într-o oglindă magnetică.

Fenomenul de reflexie magnetică permite crearea de oglinzi magnetice, folosite în realizarea capcanelor magnetice. Cea mai simplă capcană magnetică se obține folosind două spire de curent apropiate prin care circulă curenți electrici în același sens (vezi figura 5)

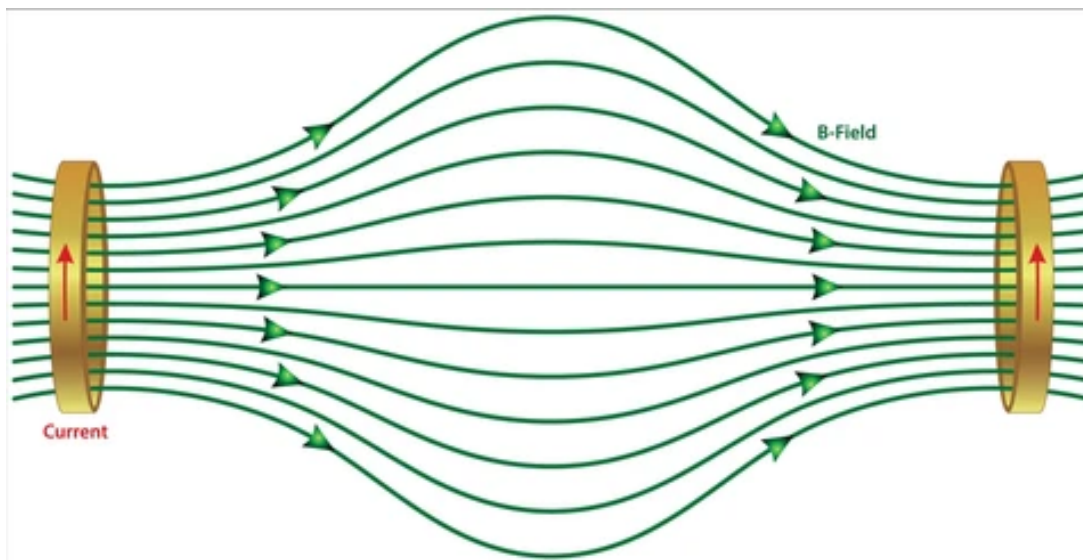


Figure 5: Ansamblu de spire de curent ce formeaza o capcana magnetica.

### 3 Montajul experimental

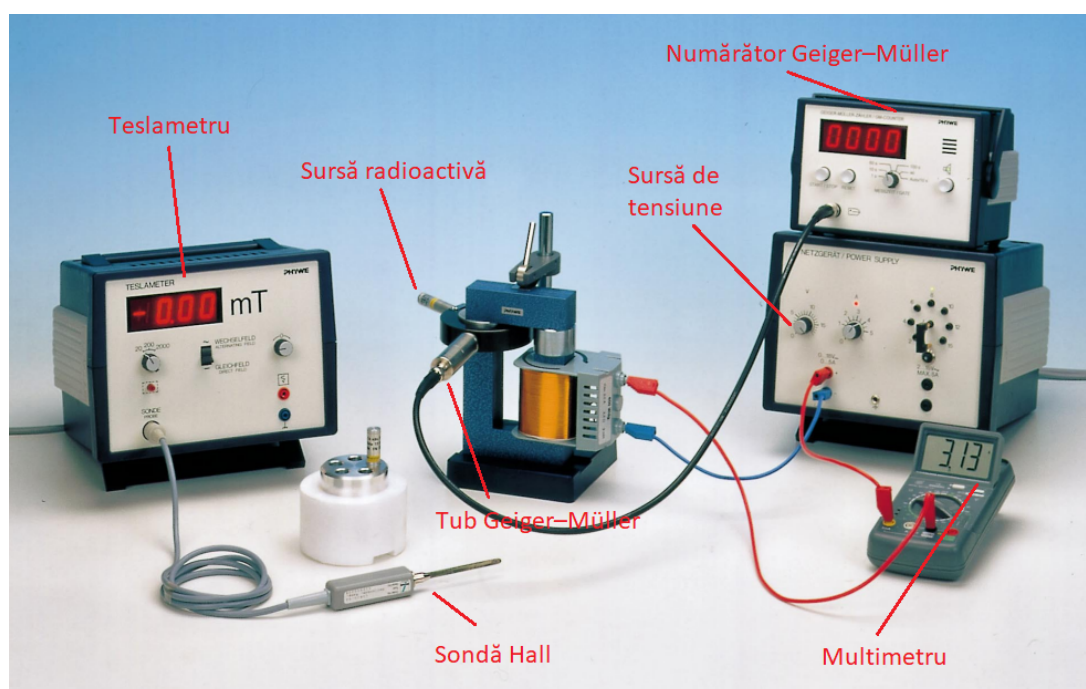


Figure 6: Montajul experimental.

### 4 Modul de lucru

Pasul 1: Se înregistrează numărul de impulsuri ( $F$ ) pentru radiația de fond timp de 10 minute ( $t_f = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$ ) și se calculează viteza de numărare a fondului cu formula  $f = \frac{F}{t_f}$  [imp/s].

Pasul 2: Se introduce sursa de  $^{90}\text{Sr}$  în suportul circular și se cuplează borna pozitivă

a sursei de alimentare la borna  $\beta^-$  a bobinei.

Pasul 3: Se seteaza intensitatea curentului prin bobina la prima valoare din tabelul 1

Pasul 4: Se seteaza ceasul numaratorului la  $t = 60s$  si se inregistreaza numarul de impulsuri [N], rezultatul se trece in tabelul 1

Pasul 5: Se calculeaza viteza de numarare a cu formula  $n' = \frac{N}{t}$  [imp/s] si separat se scade viteza de numarare a fondului  $n = n' - f$ .

Pasul 6: Se repeta masuratorile restul valorilor intensitatii curentului prin bobina.

Pasul 7: Se cupleaza borna pozitiva a sursei de alimentare la borna  $\beta^+$  a bobinei.

Pasul 8: Se parcurg aceleasi masuratori ca si in cazul anterior, iar rezultatele se trec in tabelul 2.

## 5 Rezultate

După parcurgerea procedurilor descrise in sectiunea anterioara au rezultat tabelele 1 2 si figurile 8 7.

Privind acum atat la tabelul 1 cat si la figura 8 observam ca exista o valoare a campului magnetic pentru care numarul de impulsuri inregistrate este maxim. Aceasta valoare corespunde cu marimea ideala a campului magnetic ce curbeaza fasciculul de radiatii beta pe detector. O valoare mai mare sau mai mica a campului magnetic va devia a fasciculului de radiatii beta inainte sau dupa detector, acest lucru atrage de la sine valori mai mici ale numarului de impulsuri inregistrate.

Ne concentram atentia pe tabelul 2 cat si la figura 7 observam ca valorile numarului de impulsuri nu mai sunt dependente de valoarea intensitatii campului magnetic. Acest lucru se intampla deoarece am schimbat bornele sursei deci si sensul campului magnetic. Deci acesta va curba traiectoria radiatiilor beta in sensul opus detectorului, astfel vom inregistra doar radiatia de fond. In realitate se inregistreaza un numar de impulsuri foarte apropiat de radiatia de fond deoarece unele particule incarcate tot reusesc sa ajunga pe detector deoarece au o energie ridicata si nu pot fi deviate in timp de camp magnetic. Acest lucru este evident in special pentru valori mici ale campului magnetic.

Nr. crt	I [A]	b[mT]	E[keV]	N(imp)	n' [Imp/s]	n [imp/s]
1	0	4.4	5.47	155	2.58	2.33
2	0.1	15.4	21.56	258	4.3	4.05
3	0.2	24.5	47.34	336	5.6	5.35
4	0.3	34.7	81.55	534	8.9	8.65
5	0.4	45.7	122.83	789	13.15	12.9
6	0.5	56.1	169.89	1008	16.8	16.55
7	0.6	65.8	221.62	1140	19	18.75
8	0.7	78	277.11	1267	21.11	20.86
9	0.8	87	335.61	1296	21.6	21.35
10	0.9	97.4	396.53	1278	21.3	21.05
11	1.0	107.4	459.43	1076	17.93	17.68
12	1.1	120.2	523.94	1004	16.73	16.48
13	1.2	128.5	589.79	894	14.9	12.65
14	1.3	140	656.74	735	12.25	12
15	1.4	149	724.61	618	10.3	10.05
16	1.5	159.3	793.27	477	7.95	7.7
17	1.6	168.1	861.58	412	6.86	6.61
18	1.7	174.7	932.47	308	5.13	4.88

Table 1: Datele colectate pentru sursa de  $^{90}\text{Sr}$  atunci când borna pozitivă a sursei este conectată la borna negativă a sursei.

Nr. crt	I [A]	b[mT]	E[keV]	N[imp]	n' [Imp/s]	n [imp/s]
1	0	4.4	5.47	82	1.36	1.11
2	0.1	15.4	21.56	81	1.35	1.1
3	0.2	24.5	47.34	70	1.16	0.91
4	0.3	34.7	81.55	57	0.95	0.7
5	0.4	45.7	122.83	43	0.71	0.46
6	0.5	56.1	169.89	38	0.63	0.38
7	0.6	65.8	221.62	31	0.51	0.26
8	0.7	78	277.11	34	0.56	0.31
9	0.8	87	335.61	34	0.56	0.31
10	0.9	97.4	396.53	24	0.4	0.15
11	1.0	107.4	459.43	30	0.5	0.25
12	1.1	120.2	523.94	36	0.6	0.35
13	1.2	128.5	589.79	19	0.31	0.06
14	1.3	140	656.74	20	0.33	0.08
15	1.4	149	724.61	15	0.25	0
16	1.5	159.3	793.27	20	0.33	0.08
17	1.6	168.1	861.58	16	0.26	0.01
18	1.7	174.7	932.47	15	0.25	0

Table 2: Datele colectate pentru sursa de  $^{90}\text{Sr}$  atunci când borna pozitivă a sursei este conectată la borna pozitivă a sursei.

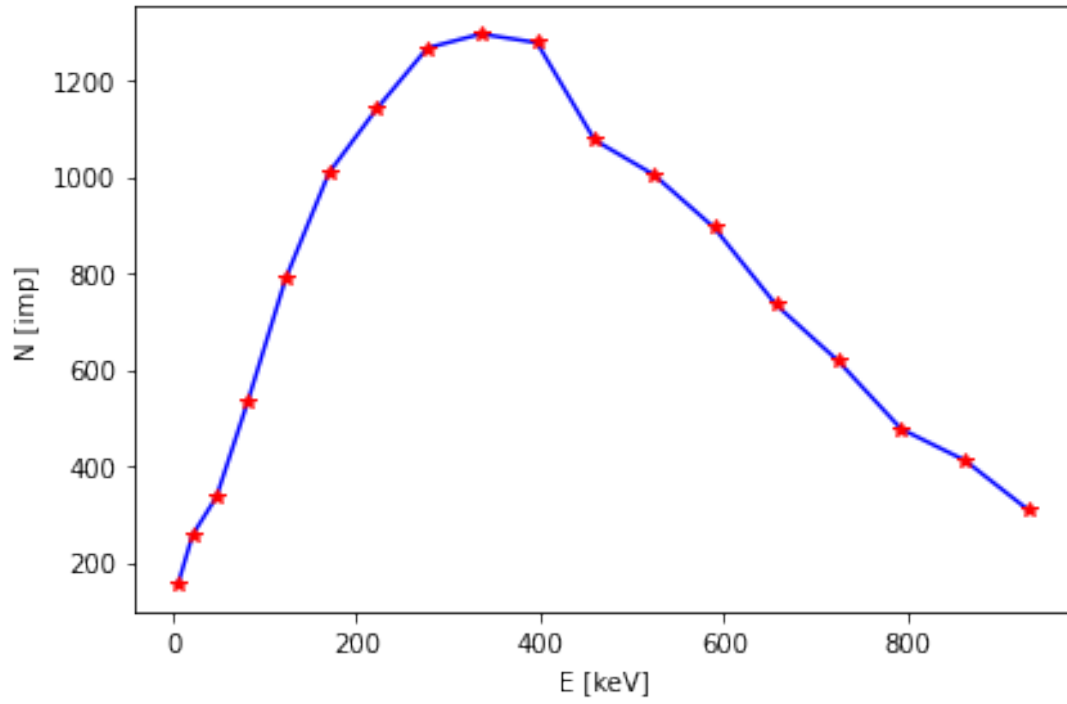


Figure 7: Graficul distributiei dupa energie pentru sursa de  $^{90}\text{Sr}$  atunci când borna pozitivă a sursei este conectată la borna  $\beta^-$  a sursei.

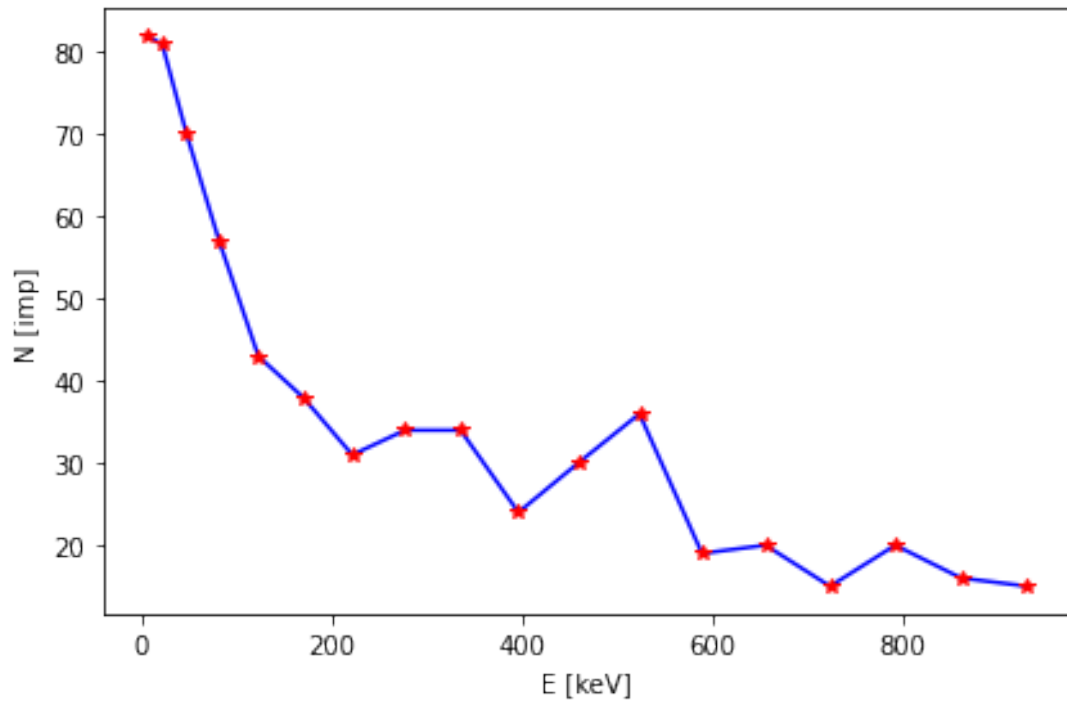


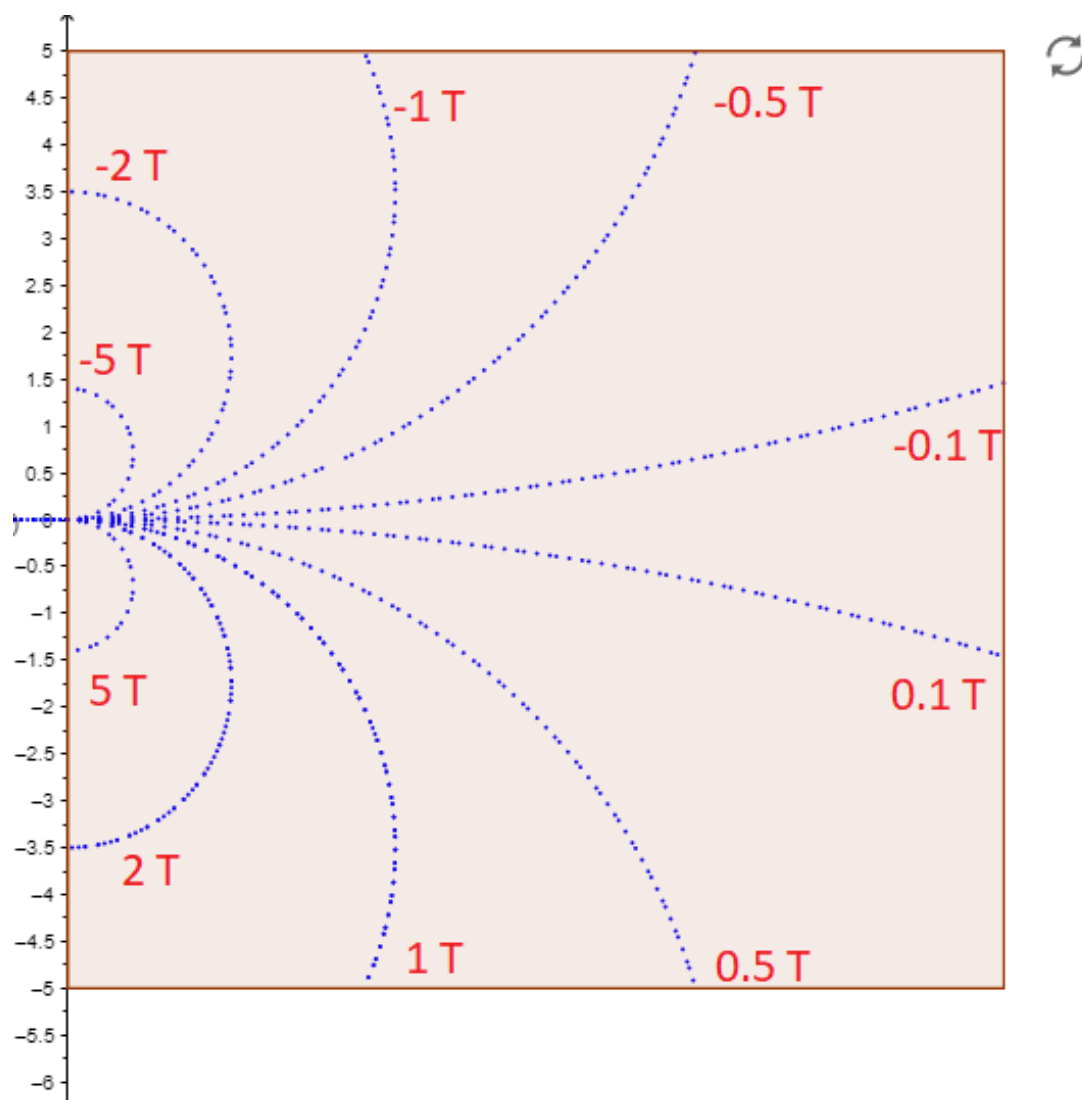
Figure 8: Graficul distributiei dupa energie pentru sursa de  $^{90}\text{Sr}$  atunci când borna pozitivă a sursei este conectată la borna  $\beta^+$  a sursei.

The stronger the magnetic field, the greater the deflection. If the field direction is changed, the deflection also occurs in the opposite direction. The beta particles have different energy values because they are deflected to different degrees.

## 6 Controlul traiectoriei particulelor încărcate

Montajul experimental descris în secțiunea 3 poate fi utilizat pentru controlul traiectoriei particulelor încărcate. Vom arăta acest lucru prin utilizarea simulatorului []

Considerând o particulă cu masa, sarcină și viteză inițială constantă, putem controla traiectoria acesteia prin trecerea acesteia prin-un câmp magnetic



(a) Grupa 1 (20cm)

Figure 9: Dependența traiectoriei unei particule încărcate de intensitatea câmpului magnetic prin care trece

În urma utilizării simulatorului realizăm faptul că un câmp magnetic mai puternic va devia mai mult traiectoria unei particule încărcate și dacă direcția câmpului magnetic se schimbă, atunci și deviația are loc în sensul opus.

## 7 Concluzii