

Generarea sarcinilor electrice cu ajutorul radiațiilor X

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

May 10, 2022

1 Scopul lucrării

1. Prezentarea unei metode de punere în evidență a generării de sarcini electrice în aer cu ajutorul radiațiilor X.
2. Analiza influenței parametrilor de funcționare a sursei de raze X asupra numărului de sarcini electrice create.

2 Principiul fizic

Radiațiile X se detectează pe baza efectelor fizice pe care le produc. De exemplu, înegrirea filmelor fotografice, ionizarea aerului și a altor gaze, producerea efectului fotoelectric la suprafața metalelor sau producerea efectului de luminiscentă în unele substanțe fluorescente. În contextul acestei lucrări, generarea de sarcini electrice în aer cu ajutorul radiațiilor X poate fi pusă în evidență prin măsurarea curentului de ionizare dintr-un condensator plan cu aer. Când se aplică o tensiune U_c pe plăciile condensatorului, perechiile electron-ion generate sub acțiunea radiațiilor X de energie $\hbar\omega$ sunt colectate pe plăcile condensatorului (vezi figura 2). Curentul generat în acest mod corespunde curentului de ionizare I_c . Cu cât tensiunea U_c crește, cu atât și numărul de purtători de sarcină colectați pe plăcile condensatorului crește. După un anumit punct creșterea tensiunii U_c nu mai are ca efect creșterea curentului I_c deoarece acesta a ajuns la saturație, fiind capturați toți purtătorii de sarcină formați de radiația incidentă pe unitatea de timp.

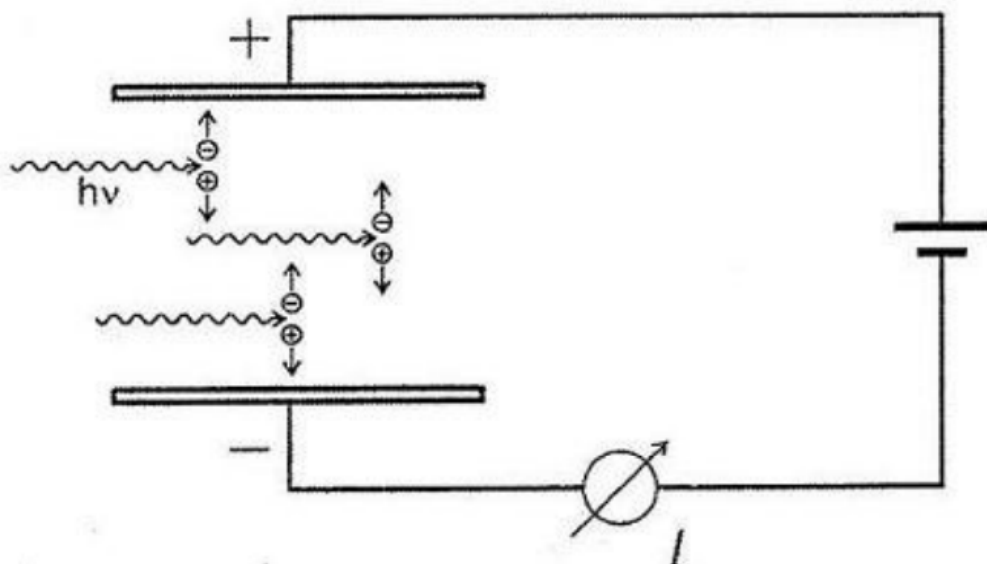


Figure 1: Principiul fizic prin care putem pune în evidență generarea de sarcini electrice în aer cu ajutorul radiațiilor X.

3 Montajul experimental

Radiațiile X ies prin orificiul 1, mai apoi trec prin fanta de colimare 2 și intră între armăruțile condensatorului cu aer 3,4. Radiația este oprită în drumul său de către capacul cutiei 5 care are rol de protecție. Curentul de ionizare cules trece printr-o rezistență de $1G\Omega$, iar tensiunea rezultantă este amplificată și măsurată de voltmetrul 8. Sursa 7 produce atât tensiunea pentru alimentarea amplificatorului cât și tensiunea de pe placile condensatorului care este măsurată cu voltmetrul 9.

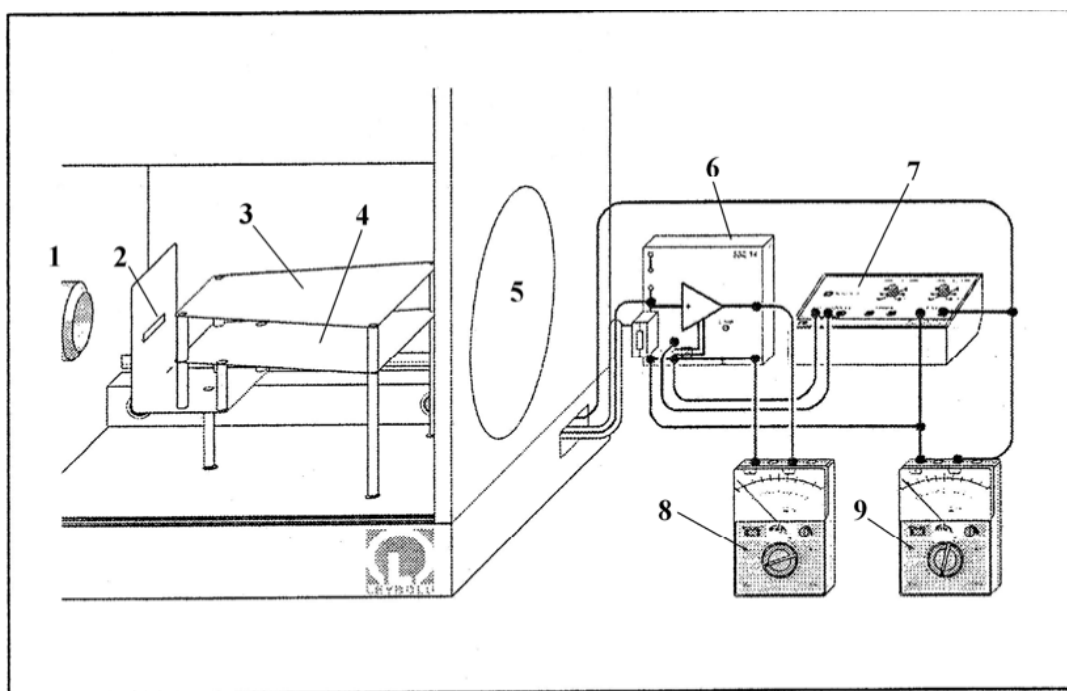


Figure 2: Montajul experimental.

4 Modul de lucru

Pentru măsurarea curentului de ionizare I_c ca funcție de curentul de emisie I se parcurg pașii:

Pasul 1: Se setează tensiunea tubului la valoarea de $35kV$.

Pasul 2: Se setează tensiunea condensatorului la o valoare mai mare de $140V$, astfel încât să se obțină saturația curentului de ionizare I_c .

Pasul 3: Se mărește curentul de emisie al tubului I în trepte de $0.1mA$ începând de la $0mA$ până la $1mA$ și se determină curentul de ionizare corespunzător pentru fiecare valoare.

Pasul 4: Rezultatele obținute se trec într-un tabel și se reprezintă grafic dependența curentului de saturație de intensitatea curentului de emisie.

Pentru măsurarea curentului de ionizare I_c ca funcție de tensiunea tubului U se parcurg pașii:

Pasul 1: Se setează curentul de emisie al tubului la $I = 1mA$.

Pasul 2: Se setează tensiunea condensatorului la $140V$.

Pasul 3: Se mărește tensiunea U în trepte de $2.5kV$ începând de la $5kV$ până la $35kV$.

Pasul 4: Rezultatele obținute se trec într-un tabel și se reprezintă grafic dependența curentului de saturație de tensiunea tubului.

5 Rezultate

Pentru măsurarea curentului de ionizare ca funcție de curentul de emisie s-a ales tensiunea condensatorului de $140V$. În urma măsurărilor au rezultat tabelele 1 2 și figuriile 3 4. Urmărind figura 3, observăm că dependența intensității curentului de ionizare de saturație I_c față de curentul de emisie este una liniară. Adică pentru tensiunea maximă a tubului de emisie de raze X ($U = 35kV$) intensitatea curentului de saturație este proporțională cu intensitatea curentului de emisie deci și a numărului de sarcini electrice create. Putem astfel trage concluzia că la tensiunea constantă de $U = 35kV$ a sursei de radiații X numărul de sarcini electrice crește direct proporțional cu intensitatea curentului prin sursa de raze X.

Privind acum la 3, observăm că dependența intensității curentului de ionizare de saturație I_c față de tensiunea tubului este una exponențială. Adică pentru intensitatea maximă a curentului prin tubul de emisie de raze X ($I = 1mA$), intensitatea curentului crește exponențial cu tensiunea sursei de radiații X. Putem astfel trage concluzia că la intensitatea constantă de $I = 1mA$ a sursei de radiații X, numărul de sarcini electrice crește exponențial cu tensiunea sursei de radiații X.

| Nr. crt | I [mA] | U[V] | I_c [nA] |
|---------|--------|------|------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0.1 | 0.61 | 0.61 |
| 3 | 0.2 | 1.15 | 1.15 |
| 4 | 0.3 | 1.57 | 1.57 |
| 5 | 0.4 | 1.96 | 1.96 |
| 6 | 0.5 | 2.20 | 2.20 |
| 7 | 0.6 | 2.64 | 2.64 |
| 8 | 0.7 | 2.96 | 2.96 |
| 9 | 0.8 | 3.20 | 3.20 |
| 10 | 0.9 | 3.71 | 3.71 |
| 11 | 1.0 | 4.06 | 4.06 |

Table 1: Curentul de ionizare de saturație I_c ca funcție de curentul de emisie I.

| Nr. crt | U [kV] | U[V] | I_c [nA] |
|---------|--------|--------|------------|
| 1 | 5 | 0.0015 | 0.0015 |
| 2 | 7.5 | 0.0031 | 0.0031 |
| 3 | 10 | 0.0041 | 0.0041 |
| 4 | 12.5 | 0.015 | 0.015 |
| 5 | 15 | 0.13 | 0.13 |
| 6 | 17.5 | 0.37 | 0.37 |
| 7 | 20 | 0.66 | 0.66 |
| 8 | 22.5 | 1.01 | 1.01 |
| 9 | 25 | 1.46 | 1.46 |
| 10 | 27.5 | 2.10 | 2.10 |
| 10 | 30 | 2.65 | 2.65 |
| 10 | 32.5 | 3.30 | 3.30 |
| 10 | 35 | 3.97 | 3.97 |

Table 2: Curentul de ionizare de saturație I_c ca funcție tensiunea tubului U.

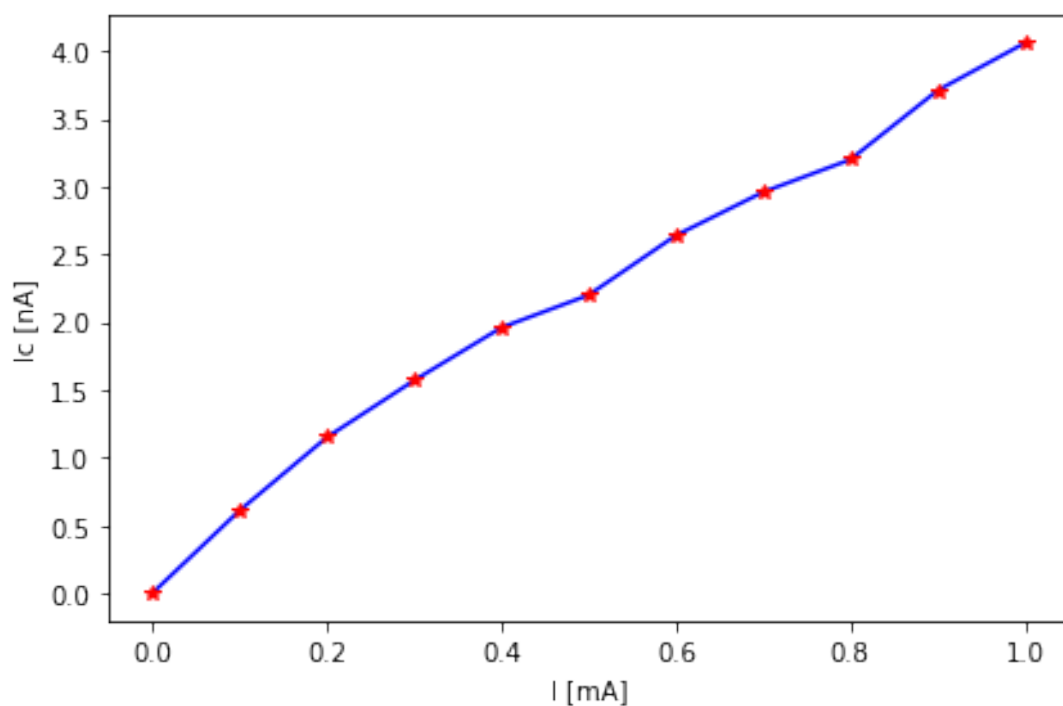


Figure 3: Curentul de ionizare de saturație I_c ca funcție de curentul de emisie a sursei de radiații X.

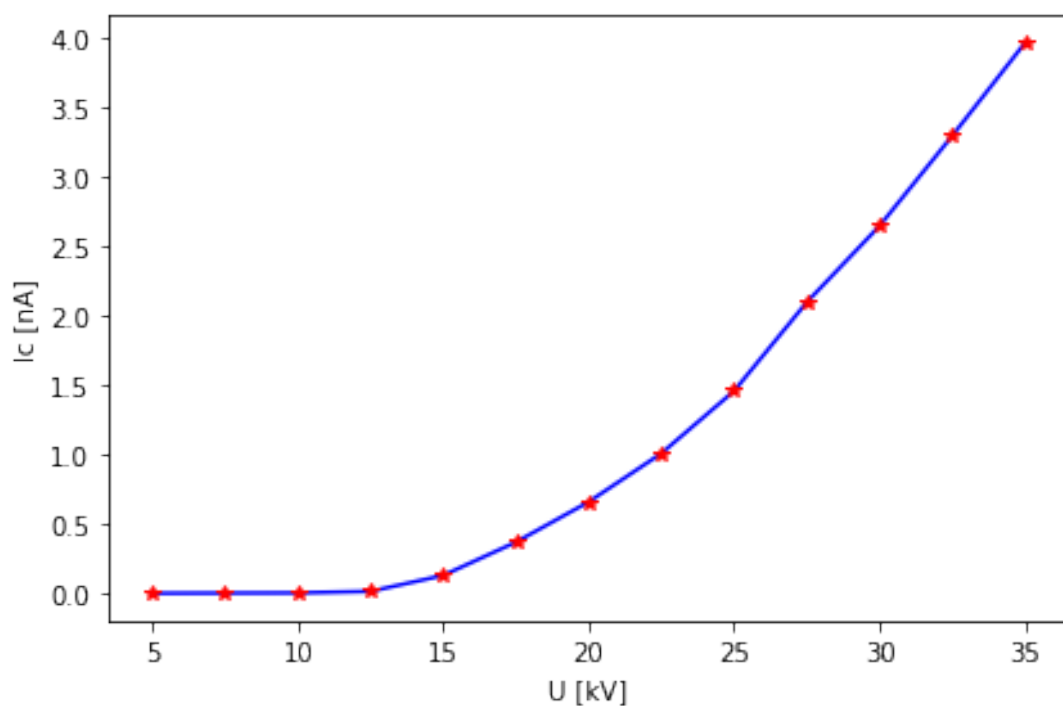


Figure 4: Curentul de ionizare de saturație I_c ca funcție tensiunea sursei de radiații X.

6 Concluzii

În această lucrarea am prezentat o metodă de punere în evidență a generării de sarcini electrice

în aer cu ajutorul radiațiilor X. Am arătat că numărului de sarcini electrice create depinde linear de intensitatea curentului de emisie a sursei de radiații X și exponențial de tensiunea sursei de radiații X.