

Studiul descărcării luminescente. Obținerea curbei lui Paschen

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

April 17, 2022

1 Scopul lucrării

1. Înțelegerea modului de funcționare a unui tub de descărcare și a parametrilor care îl caracterizează.
2. Aplicarea unei proceduri de măsurare pe un sistem controlat de la distanță.
3. Cooperarea în organizare astfel încât să se atingă obiectivele propuse.
4. Trasarea și interpretarea curbei Paschen obținute.

2 Principiul Fizic

Un tub de descărcare electrică consta într-un tub de sticlă sigilat astfel încât să nu existe schimb de gaz cu exteriorul, presiunea dinăuntru tubului poate fi între 1 mTorr și 1 kTorr [1]. În interiorul tubului se afla doi electrozi metalici, între care se aplica o tensiune continuă ce poate fi variată. Această diferență de potențial între cei electrozi produce apariția unui câmp electric orientat de la anodul pozitiv la catodul negativ. Câmpul astfel creat accelerează electronii liberi către anod și ioni pozitivi către catod. Datorită ciocnirii inelastice cu particulele neutre din gaz, dacă electronii accelerați ajung la o energie cinetică suficient de mare aceștia pot ioniza particulele neutre

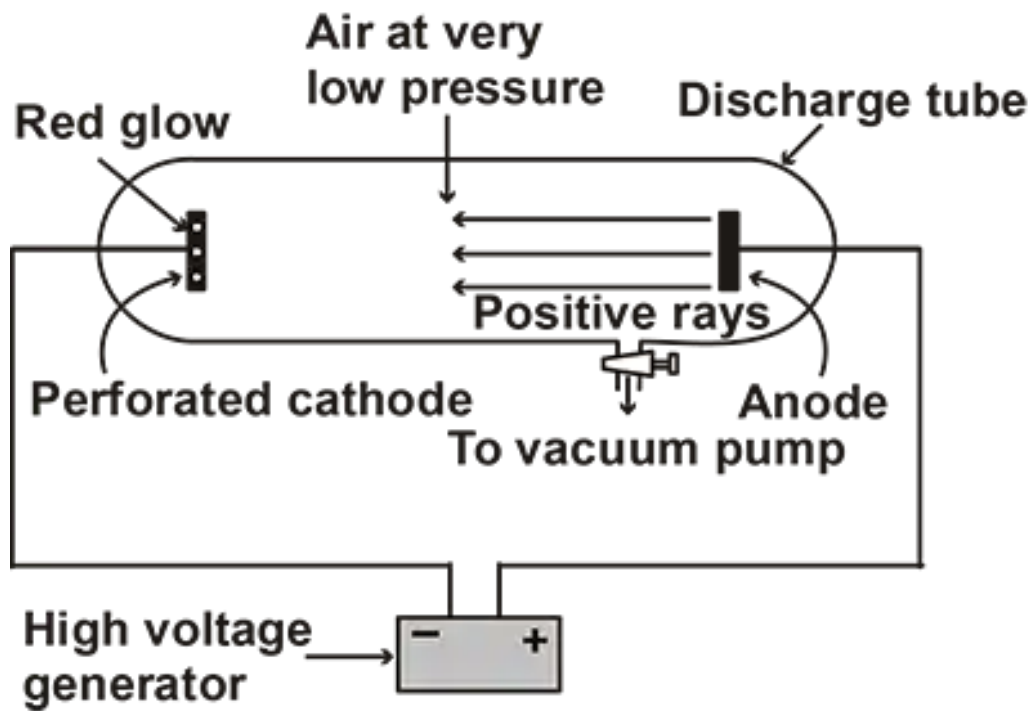


Figure 1: Diagrama schematica a unui tub de descarcare electrica in aer la presiune scăzută[2].

in continuare vom analiza distributia radiatiei luminoase emise in functie de pozitia din tub.

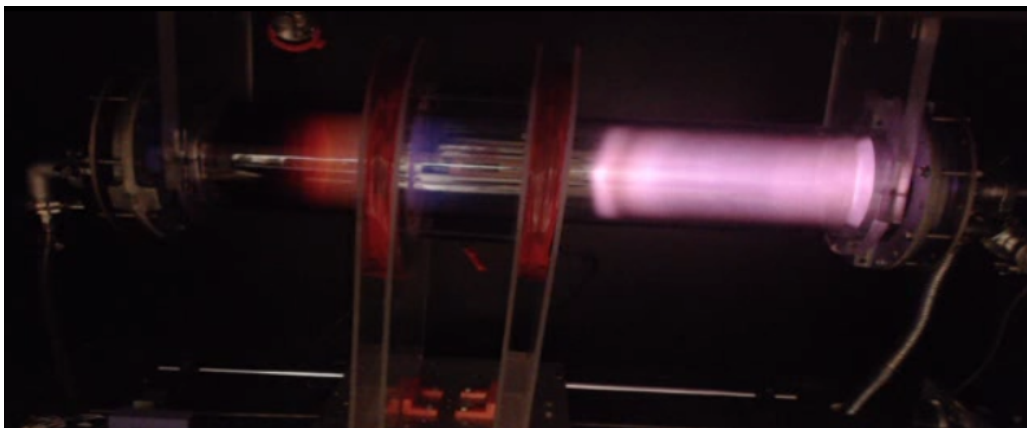


Figure 2: Distributia radiatiei luminoase in tubul de descarcare.

3 Montajul Experimental

Montajul experimental consta intr-un simulator ce permite ajustarea parametrilor tubului de descarcare dupa cum urmeaza:

Prin actionarea butonului din dreapta sus denumit "Lights" se poate porni/opri lumina in incinta.

Prin actionarea glisorului de sus denumit "Electrode Voltage" se poate modifica tensiunea dintre electrozi in intervalul $0 - 2000[V]$.

Prin actionarea glisorului din stanga jos denumit "Electromagnet" se poate modifica intensitatea campului magnetic creat de cei doi electromagneti in intervalul 0 – 200[G].

Prin actionarea glisorului din dreapta jos denumit "Pressure" se poate modifica presiunea din incina in intervalul 20 – 1000[mTorr].

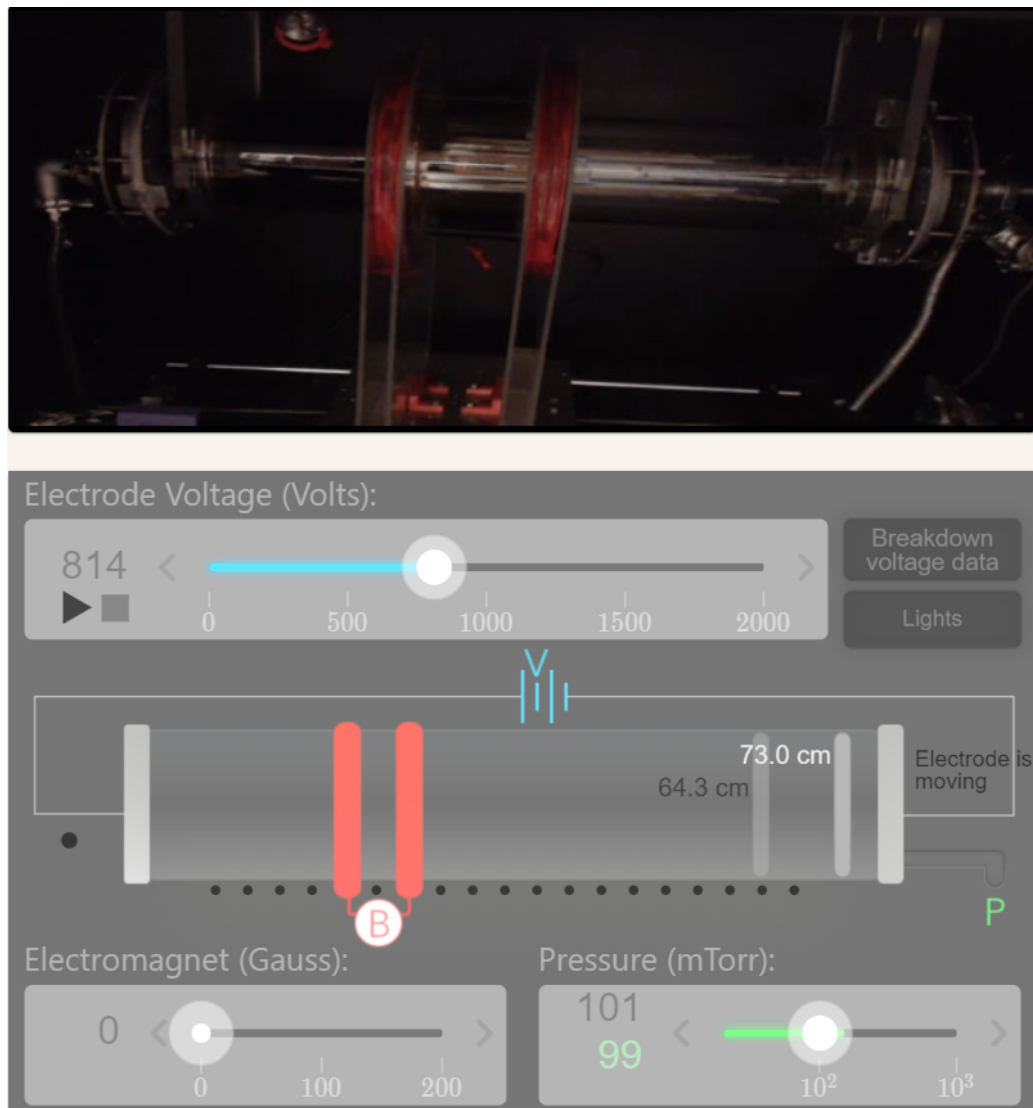


Figure 3: Fereastra de control a simulatorului.

4 Modul de lucru

Se lucreaza la urmatoarele distante intre electrozi: 0.2m (grupa 1), 0.35m (grupa 2), .5m (grupa 3) si 0.728cm (grupa 4).

Pas 1: Se calculeaza valorile presiunii ce va fi fixată în simulator dupa formula

$$p = \frac{4 + n + 10(k * n - 1)}{d}$$

unde n este numarul grupei de lucru ($n = \overline{1,4}$), k este numarul masuratorii ($k = \overline{1,5}$), d este distanta dintre electrozi aferenta grupei de lucru (0.2, 0.35, 0.5, 0.728)[m].

Pas 2: Se alege in simulator presiunea calculata la pasul 1 (se poate alege o valoare de $\pm 20\%$ fata de valoare calculata), simulatorul va modifica automat distanta dintre electrozi.

Pas 3: Se mareste tensiunea dintre electrozi pana cand se detecteaza plasma (se ajunge la tensiunea de aprindere, U_b). Se noteaza, intr-un tabel, distanta dintre electrozi, presiunea in tub si tensiunea dintre electrozi la momentul detectiei.

Pas 4: Se micsoreaza tensiunea dintre electrozi pana cand plasma nu mai este vizibila in tub (se ajunge la tensiunea de stingere, U_d). Se noteaza, intr-o alta coloana a tabelului de la pasul 3, tensiunea dintre electrozi la momentul stingerii plamei.

Se repeta pasii anteriori pentru restul de patru masuratori si restul de trei grupa. Pentru fiecare grupa se va realiza un tabel separat.

Pas 5: Se reprezinta grafic dependenta tensiunilor U_b si U_d in functie de produsul presiunii si distantei dintre electrozi. Pentru fiecare grupa se va realiza un grafic separat.

5 Rezultate

In urma parcurgerii pasilor descrisi in sectiunea anterioara au rezultat tabele 1, 2, 3, 4 si figuriile 4.

Rezultatele obtinute sunt nesatisfacatoare, in cazul grupelor 1 si 3, $U_b(p * d)$ descrie o curba Paschen, dar in cazul grupelor 2 si 4 valorile obtinute dupa minim cresc mult prea brusc pentru a descrie o curba Paschen, lucru evident daca ne uitam la curba de interpolare, mai ales in cazul grupei 4. In pentru valorile $U_d(p * d)$ rezultatele sunt mult mai satisfacatoare acestea aflandu-se mereu in intervalul (500-600)[V]. Curbele de interpolare ale acestora sunt apropiate dreapta, fapt ce este in concordanta cu cele asteptate.

$d[m]$	$p[mTorr]$	$p * d[m * mTorr]$	$U_b[V]$	$U_d[V]$
0.77	25	19.18	1193	590
0.69	73	50.44	854	534
0.57	125	71.25	965	516
0.48	175	83.83	1007	501
0.39	227	88.76	1043	502

Table 1: Rezultatul măsuratoriilor pentru grupa 1 (20cm).

$d[m]$	$p[mTorr]$	$p * d[m * mTorr]$	$U_b[V]$	$U_d[V]$
0.73	45	32.85	1259	487
0.63	99	62.37	735	521
0.51	160	81.60	803	505
0.39	216	84.24	969	498
0.30	285	85.50	1037	530

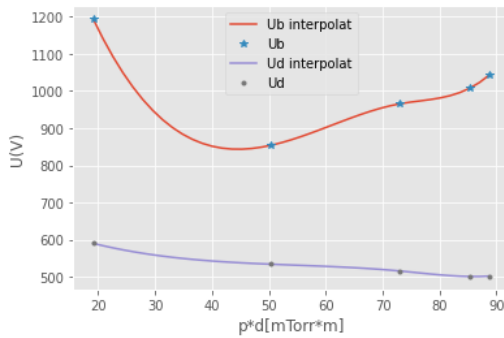
Table 2: Rezultatul măsuratoriilor pentru grupa 2 (35cm).

$d[m]$	$p[mTorr]$	$p * d[m * mTorr]$	$U_b[V]$	$U_d[V]$
0.72	53	38.16	1369	471
0.57	115	65.55	750	512
0.46	175	85.50	966	505
0.36	232	83.52	995	502
0.29	298	86.42	1064	525

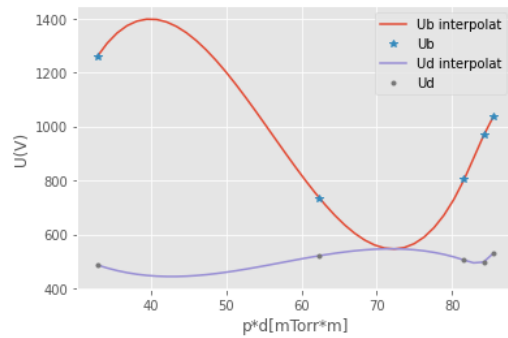
Table 3: Rezultatul măsuratoriilor pentru grupa 3 (50cm).

$d[m]$	$p[mTorr]$	$p * d[m * mTorr]$	$U_b[V]$	$U_d[V]$
0.72	52	37.44	1157	517
0.63	105	66.15	696	509
0.51	161	82.11	765	506
0.40	215	86.00	995	485
0.31	279	86.49	1091	495

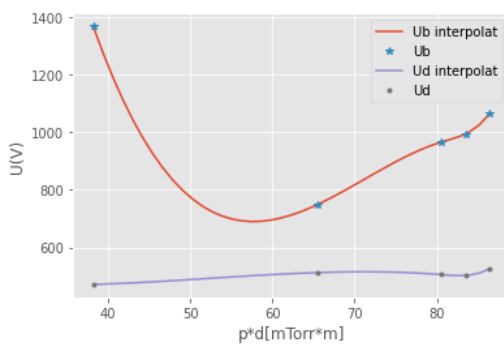
Table 4: Rezultatul măsuratoriilor pentru grupa 4 (72.8cm).



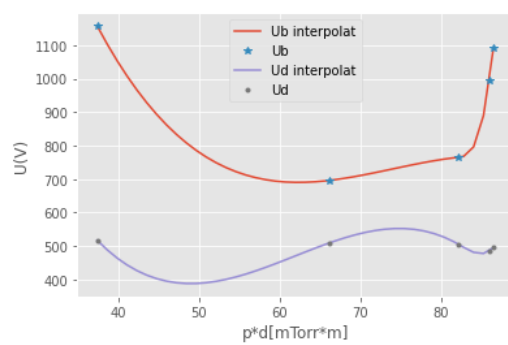
(a) Grupa 1 (20cm)



(b) Grupa 2 (35cm)



(c) Grupa 3 (50cm)



(d) Grupa 4 (72.8cm)

Figure 4: Dependența experimentală a tensiunilor U_b și U_d pentru cele patru grupe.

Pentru a reduce influența erorilor asupra curbelor experimentale am realizat media rezultatelor celor patru grupe 5 și am refăcut graficele $U_b(p * d)$ și $U_d(p * d)$ pentru acestea 5. Se în cazul curbei de interpolare pentru $U_b(p * d)$, se observă o mai mare similitudine cu curba Pachen teoretică. Același lucru este valabil și pentru curba de interpolare pentru $U_d(p * d)$, aceasta are variabilitatea mai mică.

$d[m]$	$p[mTorr]$	$p * d[m * mTorr]$	$U_b[V]$	$U_d[V]$
0.73	43.74	31.91	1244	516
0.63	98.00	61.12	758	519
0.51	155	78.86	874	508
0.41	209	84.39	991	496
0.32	272	86.79	1058	513

Table 5: Rezultatul pentru media celor patru grupelor.

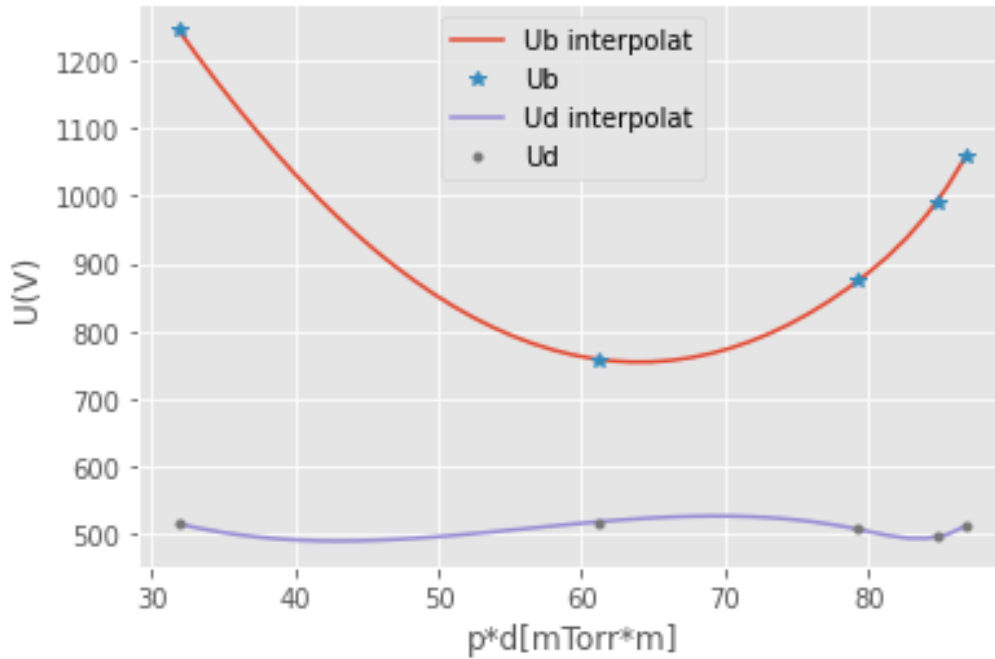


Figure 5: Dependența experimentală a tensiuniilor U_b și U_d pentru cele media celor patru grupe.

6 Concluzii

References

- [1] L. H. Van Der Horst, *Philips Gas-Discharge Tubes*. N.V Phillips Gloeilampenfabrieken, 1963.
- [2] O. A. Hammadi, W. N. Raja, M. A. Saleh, and W. A. Altun, "Employment of magnetron to enhance langmuir probe characteristics of argon glow discharge plasma in sputtering system", *Iraqi Journal of Applied Physics*, vol. 12, no. 4, 2016.