

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN TP.HCM.  
BỘ MÔN VẬT LÝ NGUYÊN DẪN.

TÀI SEMINAR: SỰ PHÁT XẠ ĐIỆN NHỎ

GVHD: PGS.TS LÊ VĂN HIỆU

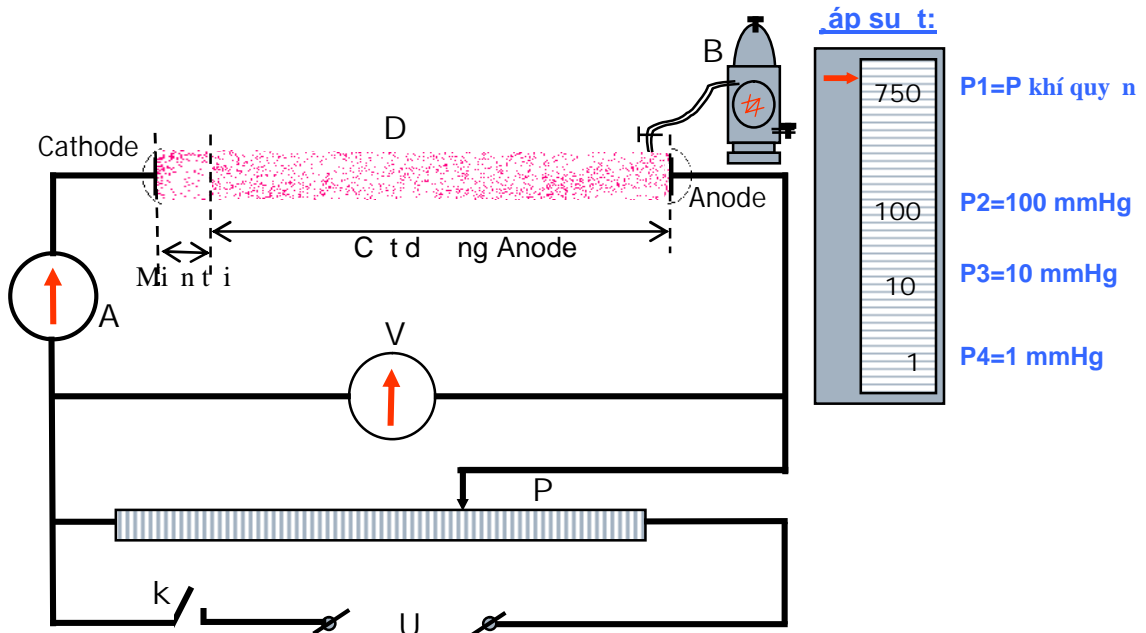
HVTH: HOÀNG VĂN ANH

### I. Sự phát xạ điện nhỏ:

Sự phát xạ điện nhỏ xảy ra trong ống phóng điện có áp suất rất thấp vào khoảng vài mmHg. Nếu làm nguội catốt bằng cách cấp điện thì sự phát xạ điện nhỏ trong không khí với áp suất khí quyển sẽ xảy ra.

Nguyên nhân cơ bản gây ra sự phát xạ điện nhỏ là phát xạ electron catốt, trước tiên là do sự va chạm giữa các ion dương với catốt và do tác động bức xạ riêng của sự phát xạ.

Có thể chia sự phát xạ điện thành 3 phần khác nhau: Catốt, Anốt, và điện trường.



Các electron thoát ra thành phần chính của dòng điện; mà chúng sẽ xuất hiện là do sự phát xạ catốt và sự ion hóa chất khí.

Anốt có điện gần catốt một cách trực tiếp.

Plasma khí n m r i t catot n anot,t o n ê n c t d ã ng.C t d ã ng c phân bi t v i nh ã ng ph n c ò n l i b ã ng tính không i c a các d i l ã ng t n t i trong nó;Chúng không ph thu c vào kho ã ng cách ã n c a t o t.

## II. S phát x i n t c a t o t:

### a. nh h ã ng c a i n t ã ng ngo ài:

Hai c c a n o t và c a t o t c ó i n t ã ng E ,th ã n ã ng c a i n t t i v trí x b ã ng :

$$W_x = W_0 - e.E.x. \quad (1)$$

Trong ó  $W_0$  th ã n ã ng c a i n t khi  $x = 0$ . Khi ó i n t c ó th phát x b ã ng hi u ã ng ã ng m r a kh i c a t o t.

Công c a i n t ã h ã ng l i l c c n  $F_2$  c ó th v i t:

$$A_0 = \int_{-b}^a F_2(x) dx \quad (2)$$

Trong ó:  $F_2(x) = \frac{e^2}{4x^2}$  khi  $x > a$ . Còn b là kho ã ng cách ã o ó bên trong kim lo i mà ó  $F_2 = 0$ .

Khi t trong i n t ã ng  $F(x) = F_2(x) - e.E$ . (3)

$$A = \int_{-b}^{x_k} F(x) dx \text{ l y tích phân ta có: } A = A_0 - e\sqrt{eE}$$

$$\Delta A = A_0 - A = e\sqrt{eE}$$

Công thoát hi u ã ng khi c ó tr ã ng ngo ài:

$$\phi_E = \phi_0 - \Delta A = \phi_0 - e\sqrt{eE}; \phi_E = \phi_0 - \Delta A = \phi_0 - e\sqrt{eE} \text{ làm gi m công thoát electron.}$$

### b. Phát x i n t th c p:

Trong ã ng c ó các phân t khí b ion hóa, do s phóng i n b i hi u i n th m i t o r a b i c o n ch u t, h o c v a ch m gi a e l e c t r o n và phân t khí. Các ion ã ã ng ã i tác ã ng c a i n t ã ng ch u y ã ng p v à o c a t o t g â y r a phát x i n t th c p c a t o t. L ã ng i n t phát x th c p ph thu c v à o v ã n t c và g ó c b ã n phá c a các ion ã ã ng, v t ch t b m t c a t o t, th ã ng ã ng i t a ph m t l p các ch t (Bari oxit) c ó th g â y r a s b c x ã ã ã ng.

Khi các electron v a ch m v i các phân t Hg, kích thích nguyên t Hg làm b c x r a tia t ã ng o i. Tia t ã ng o i chỉ u ã n c a t o t g â y r a hi n t ã ng qu a n g i n.

$$h\nu = \phi_0 + \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

### c. M t ã ã ng phát x :

Mu n t i m m t ã ã ng phát x t a c n b i t:

- Xác s u t h p th photon c a i n t ph thu c t n s , c ã ã ng c a ã ã ng phát x .
- S phân b ã n ã ã ã ng c a m t s i n t s a u khi h p th photon.
- Xác s u t i n t ã h p th photon t ã n b m t kim lo i và s m t m á t ã ã ã ng l ã ã ng trên ã ã ã ng i c a chúng.
- Xác ã h s ch u y ã n q u a D c a i n t kích thích q u a r à o th ã ã ã ng trên b m t kim lo i....

M i s phóng i n trong ch t khí c phân bi t v i nh a u ch y u b ã ng c c u c a t o t - t c là ã ã ã ng quá trình t i n t r i n trên b m t c a t o t và v ã ã ng l ã n c ã n c a nó.

Nhưng quá trình tỉn tri n trên b m t catot và vùng lân c n c a nó có m t ý ngh a quan tr ng i v i s phóng i n l nh. Chính nh s s t th m nh catot mà sinh ra s phát x m nh các electron t b m t catot. Mi n không gian t i g n b m t catot cho bi t các electron i n t không va ch m ngay v i các nguyên t khí ngay trên m t catot, mà ch va ch m m t kho ng cách nào y k t catot. B r ng mi n không gain t i x p x b ng dài trung bình c a quãng ng t do c a các electron trong ch t khí v à nó c t ng lên khi áp su t gi m. V i h quang i n catot bị nung nóng sáng n n i sinh ra s phát x nhi t electron. Các tr ng h p khác x y ra do tác đ ng c a i n tr ng m nh.

**d. Th m i phóng i n:**

Công th c m t ion theo x:  $n(x) = \frac{n_{00} \exp(\alpha x)}{1 - \gamma_i (\exp(\alpha d) - 1)}$  trong ó là h s ion hóa,  $n_{00}$

là m t i n t sinh ra đ i tác ng c a ngu n ion hóa bên ngoài.  $i$  là s electron t o ra khi m i ion p vào catot.

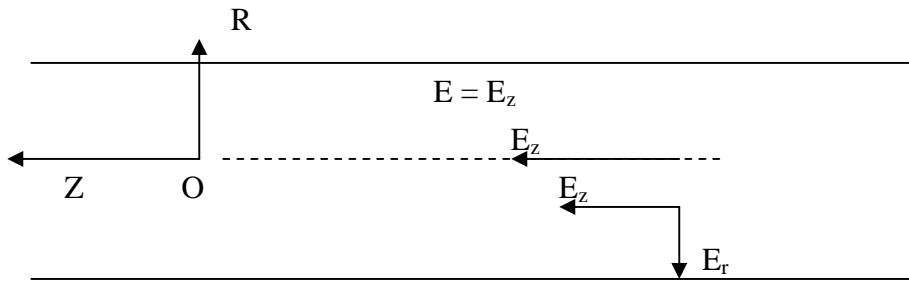
i n th m i phóng i n  $V_m$  xác ình theo công th c:  $E_m = \frac{V_m}{d}; \frac{1}{\phi(\frac{V_m}{pd})} = e^{pd.f(\frac{V_m}{pd})}$

gi m i n th m i  $V_m$  ta làm nh sau:

- C n dùng kim lo i có công thoát i n t nh làm catot.
- Dùng h n h p khí Penning t ng h s . ví d cho l ít khí Ar vào khí phóng i n Ne thì  $V_m$  s gi m.
- T o kh n ng phát x i n t hay gây ion hóa m nh trong khí, ví d t nóng catot, chi u b c x có b c song ng n hay b c x phóng xa.

**e. C t đ ng phóng i n.**

Trong ng phóng đ i n dài, n u có dòng không qua l n ho c quá bé ( $10^{-3} \div 1 \text{ A/cm}^2$ ) thì c t đ ng phóng i n s chi m h u h t ng phóng i n. C t đ ng là m t đ ng plasma không ng nhi t. Nó có tính ch t i x ng t c là các ìl ng plasma ( i n tr ng, n ng c a các h t, v n t c cu n, m t dòng... ch ph thu c vào bán kính r c a ng phóng i n.



i n tr ng chia làm 2 ph n:  $E_z$  đ c theo tr c Z và  $E_r$  h ng t tâm ra ngoài.  $E_r = 0$  t i tâm, và t ng đ n theo h ng n thành ng.

Ta có:

$$\vec{\nabla} \vec{E} = 4\pi e(n_i - n_e) \text{ sau tính toán ta c: } \vec{E} = -\left(\frac{D_e + D_i}{\mu_e + \mu_i}\right) \frac{\vec{\nabla} n}{n}$$

Với  $D_e, D_i$  là hằng số khuếch tán của electron và ion và  $J_{iw} = 2,405 \cdot J_1(2,405) \frac{en(0)D_n}{R}$  là

hằng số khuếch tán của electron và ion,  $n$  là mật độ của electron và ion.

Do  $D_e > D_i$  nên khuếch tán nhanh hơn ion do  $n_e > n_i$ . Đó cho ta thấy E có hướng ra ngoài. Hiện tượng sinh ra hằng số khuếch tán của ion. Mật độ khác hiện tượng gia tốc ion kết quả là 2 dòng điện mang điện trái dấu có vận tốc ngược nhau, quá trình này gọi là khuếch tán lưỡng cực.

Khi trạng thái cân bằng thành lập thì số ion tích dương và âm phân bố lên mặt phân cực tích điện thành công trong mặt giếng sâu ngược nhau. Ion tích dương hòa trên thành giếng. Nếu vận tốc ion tích trong cột dòng  $n_e > 10^7 \div 10^8 \text{ cm}^{-3}$ , thì  $E_r$  sinh ra do hiệu số  $(n_i - n_e)$

thỏa mãn điều kiện trung hòa ion:  $\frac{n_i - n_e}{n_i + n_e} \ll 1$  và  $\frac{n_i - n_e}{n_i + n_e} \ll 1$ .

1. Nhiệt độ  $T_e$  trong cột dòng:

$$(Cp_0 R) x^2 \left(1 + \frac{2}{x}\right) = e^x \quad \text{với} \quad x = \frac{eV_i}{kT_e}; c = \left(\frac{a}{\mu_{i0}} \left(\frac{8kV_i}{\pi m}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{1}{2,405}\right)^{\frac{1}{2}}$$

2. Phương trình liên tục:

$$I = 0,432n(0)R^2 e \mu_e E_z. \quad \text{phóng điện lờn vận tốc ion}$$

3. Thế (r):

$$E_r = -\frac{d\phi(r)}{dr}$$

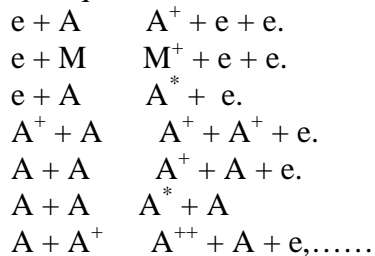
4. Dòng ion trong thành giếng:

Số ion tích thành lập trong mặt phân cực thì tích các cột dòng trên mặt phân cực dài giếng phóng, phân bố của số ion phân thành giếng trong thì gian đó, ta tính được mật độ dòng ion trên thành giếng  $J_{iw}$ :

$$J_{iw} = 2,405 \cdot J_1(2,405) \frac{en(0)D_n}{R}$$

### III. Sự kích thích và ion hóa trong cột dòng phóng điện:

Khi các electron bắn ra khỏi catot, đi tác động của điện trường Es thu gia tốc và chuyển động về anot. Chuyển động của nó thì va chạm với các nguyên tử, phân tử khí làm ion hóa nguyên tử, phân tử ngoài ra các ion cũng tác động với các hạt trung hòa. Có thể xảy ra các quá trình sau:



Trong đó: e là electron; A là nguyên tử;  $A^+$  là ion một điện tích;  $A^{++}$  là ion hai điện tích;  $A^*$  là nguyên tử kích thích; M là phân tử.

Cơ chế kích thích và ion hóa do va chạm với ion như sau: Khi chuyển động của nguyên tử hay hạt khác, ion thì nó tác động trực tiếp ngược lại của mình với nó trong những liên kết trong nguyên tử gốc nó như liên kết đó sẽ dẫn chuyển động của nó (lập nên trường điện từ - phân cực nguyên tử). Vì vậy, ion

t th nh t b tán x ,t c là b l ch kh i h ng ban u c a mình.N u l c t ng tác l n và lâu thì i n t liên k t có th b a lên m c n ng l ng cao h n hay hoàn toàn b tách kh i nguyên t .

H t b kích thích lên m c n ng l ng cao h n,th ng sau th i gian kho ng  $10^{-7} - 10^{-8}$  gy thì i n t “t phát” chuy n v m c th p h n.Khi ó kèm theo b c x l ng t ánh sáng. i v i Hg b kích thích b i va ch m v i electron s b c x ra nhi u nh t là tia t ngo i có b c sóng 254 nm(85%) và 185 nm (12%),còn l i là ánh sáng nhìn th y c.Các va ch m ó phát sáng, làm c t d ng phát sáng và các b c x UV ti p t c ion hóa các phân t khí trong ng.

Các va ch m gi a electron và phân t ,nguyên t gây ra ion hóa các phân t ,nguyên t ,ion hóa do tia UV sinh ra plasma trong c t d ng.Trong phóng i n khí, ví d phóng i n l nh kích thích và ion hóa do ion và nguyên t là không áng k ,vì ây áp su t th p,không ng nhi t.N ng l ng c a ion và nguyên t phóng i n không cao,do ó ion hóa trong th tích do va ch m v i chúng có th \_b qua.

#### **IV. ng d ng ch t o òn hu nh quang.**

##### **1. C u t o:**

##### **a. ng th y tinh:**

ng th y tinh có chỉ u dài t 0.3m n 1,2 m.M t bên trong có ph m t l p hu nh quang: Blue :  $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{3+}$ ; Green :  $LaPO_4:Tb^{3+} / (Y,Gd)BO_3:Tb^{3+}$  Red :  $(Y,Gd)BO_3:Eu^{3+}$ . Trong ống khí còn có khí trơ:Ne,Ar có tác dụng làm giảm điện thế mỗi và hoi khí thủy ngân ở áp suất thấp khoảng vài mmHg.

Hai điện cực: Hai điện cực làm bằng hai cuộn dây vonfram c ph m t l p Barioxit d dàng phát x i n t .Hai i n c n i v i ngu n i n .

##### **b. Nguyên lý ho t ng:**

Khi áp vào 2 i n c m th i u i n th thì hi u i n th ( i n th m i) gi a hai c c c a con chu t c t ng cao và x y ra s phóng i n gi a hai c c,s phóng i n n ày làm ion hóa ch t khí trong ng,các ion này p vào catot làm b c x th c p electron. Các electron này chuy n ng v anot và ti p t c ion hóa ch t khí trong ng t o thành c t d ng.

Khi các nguyên t th y ngân b ion hóa b i electron,các nguyên t chuy n lên m c n ng l ng cao h n sau ó “t phát” chuy n v m c n ng l ng th p h n và phát ra b c x t ngo i(UV) có b c sóng 254nm chi m 85% ,185nm chi m 12%, ánh sáng nhìn th y c 3%. Các b c xa UV này p vào các ch t hu nh quang làm kích thích các ch t hu nh quang này sau ó b c x ra ánh sáng nhìn th y c. Chất tạo ra ánh sáng xanh dương là: Blue :  $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{3+}$ ; chất tạo ra ánh sáng xanh lá cây là: Green :  $LaPO_4:Tb^{3+} / (Y,Gd)BO_3:Tb^{3+}$ ; chất tạo ra ánh sáng màu đỏ là: Red :  $(Y,Gd)BO_3:Eu^{3+}$ . Sự trộn màu của 3 màu Red +Green + Blue = white(ánh sáng tr ắng) do òn huỳnh quang phát ra.