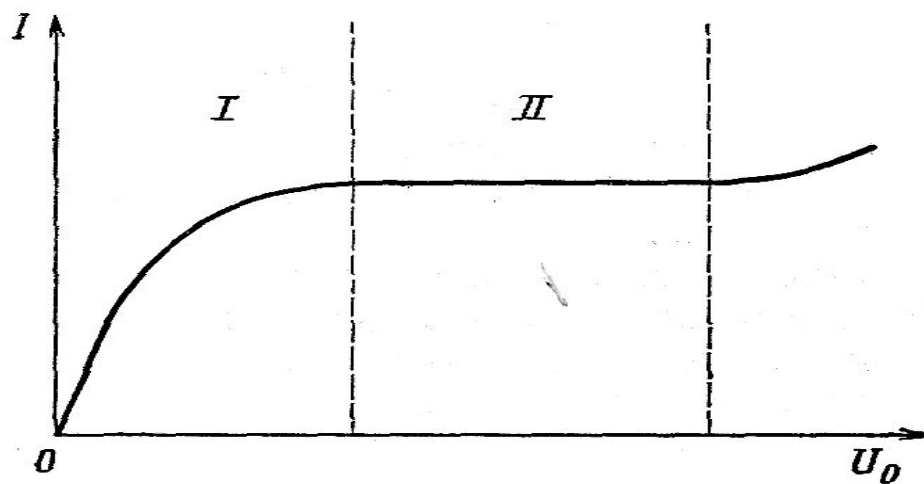


# Газдық разрядтағы электрондар мен иондардың қозғалыс сипаты

Орындаған: Аманжолов Е.

- Бөлшектердің энергиясын нақты өлшеу үшін барлық түзілген электрондар
- мен иондар камераның электродтарына жетуі қажет. Соңғысы әрқашан жүзеге
- аса бермейді, өйткені электрондар мен иондар электр кернеулігі сызықтарының оның бойымен қозғалуымен қатар үздіксіз, тәртіпсіз жылулық қозғалыста болады, мұның барлық өзі заряд тасушылардың сәйкес электродтарға жиналуына кедергі жасайды. Сонымен қатар, электрондардың молекулалармен өзара соқтығысулары кезінде теріс иондар түзілуі, рекомбинация және соққы әсерінен ионизациялану процестері жүреді. Барлық бұл құбылыстар –диффузия, рекомбинация, теріс иондардың түзілуі- орташа ток пен импульстің шамаларын өзгертеді. Келтірілген құбылыстардың маңызды мәнге ие екендігін токтың зарядталған бөлшектермен сәулеленетін камераға түсірілген кернеуге тәуелдігі нақты көрсетеді (1.1-суретте көрсетілген).  $U_0$  кернеу тудырған I аймақта туындаған барлық электрондар мен иондар электродтарға толық жете алмайды, ал II аймақта рекомбинация мен диффузия процестері әлсіз болғандықтан заряд тасушы бөлшектер электродтарға толықтай жетеді. Кернеуді одан әрі ұлғайтатын болсақ, екінші реттік ионизацияның туындауы нәтижесінде токтың кескін ұлғаюына алып келеді.



Вольт-амперлік сипаттамада ток тұрақты болатын аймақтың ұзындығы камераны толықтыратын газға, қысымға, температураға, иондалу тығыздығына тәуелді. Қысым жоғары, ионизацияның тығыздығы үлкен, әсіресе электрлік теріс иондардың түзілу мүмкіндігі жоғары газдармен камера толтырылған жағдайда вольт-амперлік сипаттамадағы II-аймақ болмауы мүмкін. Бұл аймақтың жоғарғы шекарасы электрондардың екі соқтығысу аралығында газ молекулаларын иондалуыға жеткілікті энергияға ие болатындай кернеулікпен анықталады. Осы аймақтың төменгі шекарасы диффузия мен рекомбинация процестерінің дәрежесімен анықталады. Диффузия, рекомбинация және теріс иондардың туындау процестерінің туындау механизмдерін қарастырайық

# Электрондар мен иондардың диффузиясы.

- Электрондар мен иондар, газдың молекулалары секілді, осы түрдегі бөлшектердің концентрациясы төмен болған бағыты бойымен қозғалады. Мұндай «орташа қозғалыс» диффузия коэффициентімен сипатталады. *Диффузия коэффициенті*- бұл бөлшектердің берілген түрі үшін тұрақты шама болып, осы бөлшектердің берілген бағытындағы  $\frac{\partial^2 n}{\partial x^2}$  тығыздығының өзгеру жылдамдығы  $\frac{\partial^2 n}{\partial t^2}$  мен көлем бірлігінде бөлшектердің уақыт бойынша өзгеруі  $\frac{\partial n}{\partial t}$  арасындағы қатынасты сипаттайды, яғни

$$\frac{\partial n}{\partial t} = D \frac{\partial^2 n}{\partial x^2} \quad (1.1)$$

- Диффузия коэффициентінің өлшемі бар [см<sup>2</sup>/сек]. Статистикалық физикада белгілі болғандай, диффузия коэффициенті D бөлшектің орташа еркін жүру  $\lambda$  ұзындығы және соқтығысулар арасындағы орташа жылдамдық  $v$ -ға тікелей байланысты. Бұл байланыс, егерде  $\lambda$  шамасы  $v$  шамасына тәуелді болмаса және бөлшектердің соқтығысулары кезінде шашыраудан соң олардың бұрыштар бойынша таралуының мүмкіндіктері бірдей болса, өте қарапайым түрге ие болады. Бұл қатынас

- $D = \frac{\lambda v}{3}$  немесе  $D = \frac{\lambda_0 v}{3p}$ , егер  $\lambda = \frac{\lambda_0}{p}$  (1.2)

- Мұнда,  $\lambda_0$  – бірлік қысым кезіндегі орташа еркін жүру жолы,  $p$ -қысым,  $\lambda = \lambda_0/p$ .

- Диффузия коэффициенттерінің шамасы ауыр иондар мен электрондар үшін әртүрлі мәнге ие болды. Алайда ол айырмашылық олардың тек абсолют мәндерінде ғана емес. Ауыр оң және теріс иондар үшін диффузия коэффициенттерін сыртқы электр өріске тәуелсіз деп есептеуге болады, себебі сыртқы электр өрісі әлсәз болса, газ молекулалары мен иондарының қозғалысы жылулық қозғалыс ретінде бірдей болады. . Егерде иондардың энергиясы сыртқы өріс есебінен аз өзгерсе, онда  $\lambda_0$  және  $\nu$  шамаларының мәні де аз өзгереді. Электрондар үшін жағдай басқаша болады. Серпімді соқтығысу нәтижесінде электрондар өз энергиясының аз үлесін жоғалтатын болғандықтан электр өрістегі электрондардың орташа энергиясы электр өрісінің кернеулігіне тәуелді болады, сондай-ақ электрондар үшін  $\lambda$  шамалары олардың  $\nu$  жылдамдығына тәуелді болады.

# Рекомбинация

- Оң және теріс иондардың соқтығысуы және оң иондар мен электрондардың соқтығысуы кезінде бейтарап атомдар мен молекулалардың түзілуі процестері *иондар мен электрондардың рекомбинациясы* деп атайды. Бөлшектер рекомбинациясының мүмкіндігі олардың салыстырмалы жылдамдығына тәуелді болып келеді: жылдамдық төмен болса, онда рекомбинация ықтималдығы артады. Егерде көлем бірлігінде бірлік уақытта өтетін рекомбинация акттерінің санын  $dn/dt$  деп белгілесек, онда рекомбинация коэффициентін пайдалана отырып, келесі қатынасты жазуға болады:

$$\frac{dn}{dt} = -an_+n_- \quad (1.3)$$

- 
- 
- Мұндағы  $a$  - рекомбинация коэффициенті ( $\text{см}^3/\text{сек}$ ),  $n_+$ ,  $n_-$  - көлем бірлігіндегі зарядтардың тығыздығы. Қарастырылатын көлемдегі зарядтардың таралуы біртекті болса, рекомбинация коэффициенттері электрондар үшін шамамен  $10^{-10}$   $\text{см}^3/\text{сек}$ , иондар үшін  $10^{-6}$   $\text{см}^3/\text{сек}$  шамаларымен бағалайды. Айта кетерлік бір жайт, рекомбинация коэффициенттерінің шамалары газдың түріне және иондар мен электрондардың орташа энергиясына тәуелді болып келеді.

- Егерде  $t=0$  мезетте берілген көлемде туындаған зарядтардың тығыздығы  $n_+ = n_- = n_0$  бірдей болса және олардың жойылуы тек рекомбинация есебінен ғана болса, онда (1.3)-қатынасынан уақыт бойынша зарядтар тығыздықтарының таралуының өрнегін табуға болады:

- $n_+(t) = n_-(t) = n_0(t) =$   
(1.4) 
$$\frac{n_0}{1 + an_0 t}$$

- Келтірілген есептеулер көрсеткендей рекомбинация процесі электрлік теріс иондардың түзілу ықтималдығы жоғары болған жағдайда ғана маңызға ие болады. Шынында да айта кетерлік бір жайт, ауыр зарядталған бөлшектермен иондалу кезінде зарядтардың тығыздығы бастапқы моментте орасан зор болады және сол себепті зарядтардың көлем бойынша біртекті таралуы жайлы ұсыныс бұл жерде қолданылмайды. Интенсивтілігі онша үлкен емес  $\alpha$ -сәулелену кезінде рекомбинация процесіне тек трек ішіндегі иондардың рекомбинациясы ғана орасан зор үлес қосады.