

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Физика-техникалық факультеті

**Плазма физикасы, нанотехнология және компьютерлік физика
кафедрасы**

Туреханова К.М.

ЭЛЕКТР ЖӘНЕ МАГНЕТИЗМ

пәні бойынша дәрістер жинағы

«6B05306 Физика және астрономия» білім беру бағдарламасы
бойынша білім алушы студенттерге арналған

Алматы, 2025

Дәріскер: Туреханова К.М. turekhanova.kunduz@kaznu.kz



ЭЛЕКТР ЖӘНЕ МАГНЕТИЗМ



Дәріс 6.

Сұйықтықтар мен газдардағы ток. Электролиз. Фарадей заңы. Газдық разряд түрлері.

Дәріс мақсаты: Өртүрлі ортадағы (сұйықтықтар мен газдардағы) электр тогының табиғатын түсіндіру, электролиз құбылысын, Фарадей заңдарын, газдық разряд түрлерін және плазма туралы бастапқы ұғымдарды қалыптастыру.

Қарастырылатын мәселелер: Сұйық электролиттердегі токтың табиғаты: иондарға диссоциация, иондардың қозғалысы, температураның электрөткізгіштікке әсері. Газдардағы электр тогы: иондалу және рекомбинация процестері.

Қысқаша конспект:

Таза сұйықтар электр тогын нашар өткізетін орталар, бірақ тұздардың, қышқылдардың және сілтілердің судағы ерітінділері электр тогын өткізеді. Ерітінділердің электр тогын өткізу себебі суда ерітілген заттың молекулалары оң және теріс иондарға ажырайды, яғни диссоциация процесі жүреді. Диссоциациялану коэффициенті ерітілген заттың концентрациясына тәуелді болады.

$$\alpha = \frac{N}{N_0} \qquad \frac{1 - \alpha}{\alpha^2} = \frac{\eta}{\beta} N_0$$

Температура артқан сайын сұйықтың тұтқырлығы кемитіндіктен (қозғалтқыштық артады) және ретсіз қозғалыс диссоциация процесін жеңілдететіндіктен, температура артқан кезде ерітінділердің электрөткізгіштігі өседі.

Егер ерітіндіге өткізгіш пластиналар (электродтар) салып, оларды ток көзімен қосса тізбек арқылы ток жүреді. Тізбек екі бөліктен тұрады бірі электролит (ток тасымалдаушылары оң және еріс иондар) және метал өткізгіш (ток тасымалдаушылар электрондар). Электролит метал тізбегі арқылы ток жүрген кезде электролиттерде химиялық ажыратылу (жіктелу) процесі жүреді. Бұл құбылысты электролиз деп аталады және оны алғаш рет 1833 жылы М. Фарадей ашқан.

Электролиз құбылысы кезінде электродтарда заттар бөлініп шығады және сол бөлініп шыққан заттың массасы:

$$M = \frac{A J t}{Z F}$$

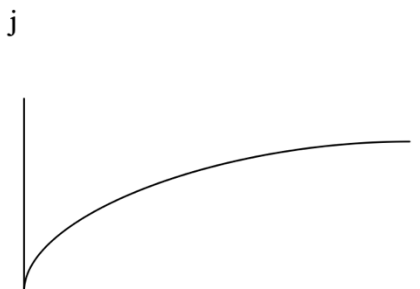
мұндағы $\frac{A}{Z}$ грамм эквивалент, ал $F = eN_0 = 96496 \frac{\text{кл}}{\text{г}}$ - Фарадей саны бір грамм электронның заряды.

Электролизді металл бұйымдарды басқа металдардың жұқа қабатымен (алтындау, күмістеу және т.б.) қаптау үшін қолданылады. Кейде металды коррозиядан сақтау үшін электролиз қолданылады. Электрометаллургия, электрополировка сияқты т.б. техника салаларында да қолданылады.

Газдардың құрамында еркін зарядталған бөлшектер болмайды, сондықтан қалыпты жағдайда газ арқылы электр тогы жүрмейді. Егер газ құрамына зарядталған бөлшектер енгізілсе (иондаушы көп әсер етсе етсе), олар сыртқы электр өрісі әсерінен реттелген қозғалысқа келеді, яғни газ арқылы электр тогы жүреді. Газ арқылы ток жүру процесін газдық разряд деп атайды. Егер газдық разряд кірме зарядталған бөлшектерге (иондаушы көздің болуына) байланысты болса, разрядты тәуелді деп атайды. Егер ток меншікті зарядталған бөлшектердің тасқын өсуінің нәтижесінде кірме зарядтардың шамасы өте аз болған жағдайда да болатын разрядты тәуелсіз деп атайды. Сонымен газ арқылы электр тогының жүруі сыртқы әсерің, болмаса разряд ішінде жүретін процестердің нәтижесінде зарядталған бөлшектердің пайда болуына, яғни иондалу процесіне байланысты. Иондалу деп қандай да болмасын бір әсердің (жылудың, сәуленің, өрістің және т.б.) нәтижесінде атомдардың (молекулалардың) электрондар мен оң иондарға ажырауын атайды. Иондалу процесі бірлік көлемдегі бірлік уақытта пайда болатын электрон ион жұп санымен иондалу коэффициентімен сипатталады. Иондалу кезінде пайда болатын электрондар мен иондардың саны көбейген сайын, олардың бір-бірімен соқтығысып бейтараптану ықтималдылығы да артады. Бұл процесті рекомбинациялану деп аталады. Рекомбинациялану процесі бірлік көлемде бірлік уақытта бейтараптатын электрон ион жұп санымен рекомбинациялану коэффициентімен сипатталады және электрондар мен иондардың концентрациясына байланысты.

Электрондық көшкін (лавина) нәтижесінде газразрядты аралық электрон–ион жұптарымен толғаннан кейін, ұшқын сатысы аяқталып, тиісті типтегі өздігінен жүретін газ разряды қалыптасады (солғын, доғалық, ұшқын, тәж).

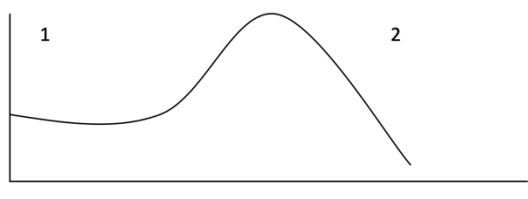
Газдық тәуелді разрядты трубкадағы токтың тығыздығының газ разрядындағы кернеу тәуелділігі графигінен байқанымыздай, кернеудің жоғарылаған сайын ток тығыздығы қанығатыны байқалады. Ал бұл шама сыртқы ионизатордың қуатымен анықталады.



U

Газдық разрядтарды негізінен солғын, ұшқын, тәж және доғалық разрядтар жатады. Солғын разряд – қараңғы және жарық аймақтар кезектеседі, тогы шамамен 0.0001–0.1 А, катод маңында оң көлемдік заряд бар; мұндай разряд люминесцентті шамдарда, жарнамалық қалқандарда қолданылады. Доғалық разряд – өте жарық, тогы 1–100 А және одан да жоғары, катод маңында оң көлемдік заряд бар; дәнекерлеу мен металдарды кесуде пайдаланылады. Ұшқын разряды тығыз газдарда пайда болатын, әр түрлі потенциалы бар екі аймақты тұйықтайтын қысқа мерзімді жарқын арна (найзағай). Тәж разряды жоғары потенциалдағы үшкір ұшты денелердің маңында жарқырау туғызады (мысалы, найзағай алдындағы ауа райында кеме діңгектерінде байқалатын «Әулие Эльма оттары» құбылысы).

U



Газдық тәуелсіз разрядты трубкадағы токтың тығыздығының газ разрядындағы кернеу тәуелділігі графигіндегі 1-ші аумақ солғын разряд 2-ші аумақ доғалық разряд болып табылады.

Плазма деп зарядталған және нейтрал бөлшектерден тұратын квазинейтрал жүйені айтады, яғни оң және теріс зарядталған бөлшектердің сандары шамалап бірдей болады. Ортаның сызықты өлшем бірлігі Дебай экрандалу радиусынан әлдеқайда үлкен болу керек:

$$L > r_D = \sqrt{\frac{k_B T}{8\pi e^2 n}}$$

Плазманың болу уақыты плазмалық жиілігіне кері уақыттан әлдеқайда көп болуы керек:

$$t > 1/\omega_p, \omega_p = \sqrt{\frac{4\pi e^2 n}{m}}$$

Плазма табиғатта Жер ионосферасы, Күнде кездеседі, сонымен қатар басқарылатын термоядролық реакциясын жүргізуге арналған эксперименттік қондырғыларда ТОКАМАК-та да кездеседі. Газ разрядты қондырғыларда ток жүрген кезде плазма да пайда болады. Қазіргі уақытта әлемде бірнеше токамактар ИТЭР (Францияда, Кадарашта) және КТМ (Қазақстанда, Курчатовта) қондырғылары салынуда.

Плазма жоғары, төмен температуралы, изотропты, магнитоактивті, идеалды, идеалды емес, біртекті, гетерогенді және т. б. түрлеріне бөлінеді.

Бақылау сұрақтары:

1. Сұйықтықтар мен газдардағы электр токтарының табиғаттары қандай?
2. Электролиз құбылысын түсіндіріңіз.
3. Заттың қандай күйін плазма деп атаймыз?
4. Газдық разрядтың қандай түрлерін білесіз?

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Бәйімбетов Ф.Б., Рамазанов Т.С. Электр және магнетизм. – Алматы: Қазақ университеті, 2011. – 199 б.
2. Бәйімбетов Ф.Б., Аймауытов Д., Құрманбеков А. Физика есептері (Электр және магнетизм). – Алматы: Қазақ университеті, 2005. – 216 б.
3. Архипов Ю.В. Краткий конспект лекций по курсу "Электричество и магнетизм" : учеб.-методическое пособие КазНУ 2009
4. Габдуллина Г.Л., Қисан А., Абыканова Б.Т. Электр және магнетизм курсы бойынша қысқаша дәрістер мен есептер жинағы : оқу-әдістемелік құрал, Әл-Фараби атын. ҚазҰУ. - Алматы : Қазақ ун-ті, 2017. - 161 б.
5. Туреханова К.М. Электр және магнетизм курсы бойынша есептер жинағы/ Оқу құралы, әл-Фараби атын. ҚазҰУ. - Алматы : Қазақ ун-ті, 2017. – 191 б.
6. Raymond A. Serway, John W. Jewett, Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics 9th ed. – Cengage Learning, 2014. – 1622 p.