

**ВАКУУМДАҒЫ ЭЛЕКТР ТОҒЫ.
ТЕРМОЭЛЕКТРОНДЫҚ ЭМИССИЯ
ДИОД ЭЛЕКТРОННЫҢ МЕТАЛДАН
ШЫҒУ ЖҰМЫСЫ ДИОДТЫҢ
ВОЛЬТ-АМПЕРЛІК СИПАТТАМАСЫ
ЭЛЕКТРОНДЫ СӘУЛЕЛІ ТҮТІК**

Вакуумдағы электр тогы жөніндегі оқу материалын төмендегідей жүйелілікпен оқытқан қолайлы болар деп санаймыз:

1) *Термоэлектрондық эмиссия Диод.* Вакуумдағы электр тогы жөнінде айтпастан бұрын оқушыларды мынадай екі мәселемен таныстыра кету орынды. Оның біріншісі – вакуум жөніндегі ұғым. Вакуум деп қысымы атмосфералық қысымнан кем болған кездегі газдың күйін айтады. Газ қаншалықты жақсы сиретілген болса, соншалықты вакуум жоғары. Қалыпты жағдайдағы газ қысымы – 760 мм сынап бағанасымен (с.б). электрондық приборлардың ішінде ауа, молекулаларының еркін жолының орташа ұзындығы ыдыс өлшемімен үлкен болатын вакуумға дейін, сиретіледі, ол шамамен 10^{-5} - 10^{-8} мм с.б. тең.

Бұл вакуумды жоғары вакуум деп атайды. Ғарыштағы вакуум 10-11 мм с.б., ал ғылыми лабораторияларда алынып жүрген ең жоғары вакуум 10-12 мм с.б. Олай болса, біз әңгімелейтін вакуум – жоғары вакуум.

Екіншісі – электронның металдан шығу жұмысы. Қалыпты жағдайда металл кесегінің ішіндегі еркін электрондар хаосты жылулық қозғалыста болғанымен металды тастап, шығып кетпейді. Әр электронды металдан шығарып алу үшін белгілі жұмыс жасау керек болады, ол жұмысты электронның шығу жұмысы әр түрлі. Осы жерде металдардан электрон-ның шығу жұмысының кестесін көрсетуге болады.

Мұнан соң металдардан электронды шығарып алудың әр түрлі жол-дары бар екендігі айтылады. Қыздыру нәтижесінде – термоэлектрондық эмиссия, күшті электр өрісінің көмегімен – электростатикалық электрон-дық эмиссия, бөлшектермен атқылау нәтижесінде – екінші реттік электр-ондық эмиссия. Металдардан электрондардың көптеп шығу құбылысы жалпы атпен электрондық эмиссия деп аталатындығы айтылады.

Бұл тақырыпта тек термоэлектрондық эмиссия жөнінде ғана әңгіме болады.

Алдымен электр өрісі болғанымен вакуум арқылы ток жүрмейтіндігін, тек зарядты бөлшектер пайда болған кезде ғана вакуумның ток өткізе-тіндігіне тәжірибе көмегімен оқушылардың көзін жеткізуге болады. Ол үшін, қазіргі кезде барлық мектептерде бар, демонстрациялық екі электродты электрондық шамды пайдаланамыз. 36- суретте көрсетілгендей электр тізбегі түзіледі, оны тақтаға сызып қоюға болады.

Шам қорабының ішінде вакуум бар екендігі, оған екі өткізгіш еніп тұрғандығы түсіндіріледі.

Егер γ батареясының көмегімен кернеу берсек, гальванометр тоқты көрсетпейді, өйткені вакуумда еркін электр зарядтары жоқ. Егер қорапқа еніп тұрған сымды электр тогымен қыздыратын болсақ, онда термоэлектрондық эмиссия құбылысының нәтижесінде вакуумда электрондар пайда болады, оларды оң зарядталған электрод өзіне тарды, тізбекте ток жүреді. Қыздырылатын электронды катод, ал оң зарядты электронды анод деп атайтындығы айтылуы тиіс. γ батареясының полюстерін ауыстырып, қосып, металдан ұшып шығатын бөлшектердің зарядының теріс болатындығы, олардың электрондар екендігі дәлелденеді. Катод тізбегіндегі реостат кедергісін өзгерту арқылы термоэлектрондық эмиссия кезінде металдан ұшып шығатын электрондар санының температураға тәуелді екендігін анықтауға болады.

Сонан соң қоланылған приборды екі электродты электрондық шам, немесе вакуумдық диод деп атайтындығын айтуға болады. Диодтардың конструкциялық ерекшеліктеріне және катодтың тұрақыздырылатын, жанама жолмен қыздырылатын түрлерінің болатындығына тоқтау керек. Оқушыларды шам қорабы ішіндегі вакуумның қаншалықты қажеттілігі ойландыруы мүмкін, оны айтып түсіндіру керек болады. Вакуум болмаса шам ішіндегі қыздырылатын сымдардың ауадағы оттегі әсерінен жанып кететіндігін және электрондар қозғалысына газ молекулалары кедергі жасайтындығын дәлел ретінде келтірген жөн.

Вакуумдық диодтың электр тогын тек бір бағытта (анодтан катодқа қарай) өткізетіндігіне, бұл қасиеті жағынан шала өткізгішті диодтарға ұқсас екендігіне, сондықтан бұл шамдар да айнымалы электр тогын түзету үшін қолданылатындығына айрықша тоқтау керек болады.

2) *Диодтың вольт-амперлік сипаттамасы.* Анод пен катод арасын-дағы токтың сол электродтарға берілетін кернеу шамасына тәуелділігін вольт-амперлік сипаттама деп атайды. Диодтың вольт-амперлік сипаттама-сын 36– суретте келтірілген құрылғы көмегімен өлшеуге болады, тек гальванометрдің орнына демонстрациялық амперметр, электродтар арасына демонстрациялық вольтметр қосса болғаны.

Алдымен электр өрісін бермей тұрып, катодты белгілі температураға қыздырғанда жүретін процесті түсіндіріп алу керек. Термоэлектрондық эмиссия нәтижесінде катодтан ұшып шыққан электрондар катод айма-ғында электрондық бұлт түзеді. Катод температурасы тұрақты болса, белгілі моментте катодтан ұшып шығатын электрондар мен катодқа қайтып оралатын электрондар саны теңесіп, динамикалық тепе-теңдік орнайды. Бұл құбылыс кебу кезінде сұйық бетінен ұшып шығатын молекулалар саны мен қаныққан будан сұйыққа қайтып келіп жатқан молекулалар санының тепе-теңдігіне ұқсас екендігіне оқушылардың назарын аударуға болады.

Сонан соң γ батареясынан алынатын кернеуді потенциалометр көмегімен 10 В-тан өсіре отырып, анодтық токтың сәйкес мәндерін жазамыз. Тіпті тақтаға кесте сызуға болады. Алынған кесте көмегімен график салынады. Катодтың температурасын өсіріп ($T_2 > T_1$) тағы бір сипаттаманың графигін салуға болады. Сонан соң алынған тәуелділік талқыланады. Анодтық кернеудің (U_a) төменгі мәндеріндегі токтың (I_a) өзгерісіне катод айналасындағы электрондық бұлттың (оны көлемдік заряд деп те атайды) әсері түсіндіріледі. Кернеудің белгілі мәнінен бастап, катодтан шығатын барлық электрондардың анодқа тартылып кетуіне байланысты анодтық ток қанығу мәніне жетеді, кернеуді әрі қарай өсіргенмен анодтық ток өспейді. Катод температурасын өсіргенде тәуелділік сипаты сол күйінде қалатындығына оқушылардың назарын аударамыз.

Вакуумдағы электр тогының кернеуге тәуелділігі металдардағы токтың кернеуге тәуелділігіне ұқсамайтындығын, металдардағы ток пен кернеу-дің байланысы Ом заңына бағынатындығын айтуға болады.

Оқушыларға катод пен анод арасындағы электронның қозғалыс жылдамдығы жөнінде түсінік беріледі. Электрон вакуумда еш кедергісіз қозғала алатындықтан, электр өрісінің әсерінен ол үдемелі қозғалысқа түседі. Анодқа жеткен кездегі оның жылдамдығы максималды. Егер анодтық кернеудің мәні 100 В болса, онда электрон анодқа жеткен кезде-гі оның кинетикалық энергиясы $mv^2 / 2$ электр өрісінің жасаған жұмысына (eU_a) тең, немесе $= eU_a$, одан $v = 6 * 10^6$ м/с

Бұл жылдамдықты электрондардың металдағы жылдамдығымен салыстыруға болады.

Термоэлектрондық эмиссия механизмін тура бақылауға болмайтын-дықтан, электрондық шам жөніндегі кинофильмдерді көрсету өте тиімді екендігін ескертеміз.

3) Электронды-сәулелік түтікше. Электронды-сәулелік түтікшенің құрылысымен және оның жұмысымен оқушыларды таныстыру үшін электростатикалық басқарушы жүйелі осциллографиялық түтікшемен таныстырған тиімді. Кейбір физикалық кабинеттерде оның демонстрациялық варианты да болуы мүмкін.

Электронды-сәулелік түтікшенің құрылымын түсіндіру үшін оның схемалық кескіні бейнеленген плакатты пайдалануға болады, өйткені түтікшенің өзінен оның жұмысшы бөліктерін ажыратып көрсету мүмкін емес.

Электронды-сәулелік түтікше негізгі төрт бөліктен тұрады: жоғарғы вакуумды қолбадан, электрондық прожектордан, электрондық сәулені басқарушы жүйеден және люминесценттік экраннан.

Электрондық прожекторға, оны электрондық зеңбірек деп те атайды, катод, басқарушы және фокустаушы электрондар мен анод енеді, оның негізгі қызметі-интенсивтілігі белгілі, фокусталған жіңішке электрондық сәуле жасау. Электрондық прожектор қалыпты жұмыс істейтін болса, экранның дәл ортасында, диаметрі миллиметрдің бөлігіндей болатын жарық нүкте беруі тиіс.