

## 15. СЫРТҚЫ ФОТОЭЛЕКТРЛІК ЭФФЕКТИНІҢ НЕГІЗГІ ЗАҢДАРЫН ЗЕРТТЕУ

### 15.1. Жұмыстың мақсаты

Вакуумдық және газ толтырылған фотоэлементтердің сипаттамаларын бағалаудағы сыртқы фотоэффект заңдылықтарын зерттеу.

### 15.2. Қысқаша теориялық кіріспе

Түскен жарық ықпалынан кейбір металдардан электрондар бөлініп шығады. Бұл құбылысты *сыртқы фотоэффект*, ал осылайша алынған электрондарды *фотоэлектрондар* деп атайды. Сыртқы фотоэффект құбылысын (1888ж.) А.Г.Столетов толық зерттеген. Бұл құбылыстың заңдылықтарында жарықтың кванттық қасиеттері айқындала түседі.

Жарықталынған металл бетінен бөлініп шыққан фотоэлектрондардың кинетикалық энергиясы Эйнштейннің теңдеуімен анықталады:

$$\frac{mV_{max}^2}{2} = h\nu - A \quad (15.1)$$

Мұндағы  $m$ -электронның массасы,  $V_{max}$ -оның металл бетінен бөлініп шыққан кездегі жылдамдығы,  $h\nu$ -фотон энергиясы ( $h$ -Планк тұрақтысы,  $\nu$ -фотоэффект туғызатын монохромат жарықтың жиілігі),  $A$ -фотоэлектрондарды металл бетінен бөліп шығару жұмысы.

Егер  $h\nu < A$  болған жағдайда фотоэффект құбылысы байқалмайды.

Жарықтың  $\nu_0 = \frac{A}{h}$  тербеліс жиілігі фотоэффектінің қызыл шегіне дәл келеді.

Сыртқы фотоэффект құбылысына негізделген фотоэлемент сфера пішінді шыны баллоннан жасалған; оның ішкі бетінің бір жартысына шығу жұмысының мәні аз болатын сілтілік металдардан немесе олардың қосындыларынан жасалынған жарық сезгіш зат жалатылған. Бұл жарық сезгіш қабат фотокатод деп аталынады, оның алдыңғы жағына вольфрамнан жасалынған металдық анод орналастырылған. Катод пен анодтан шығатын электр тізбектері баллонның төменгі жағына дәнекерленген және ары қарай

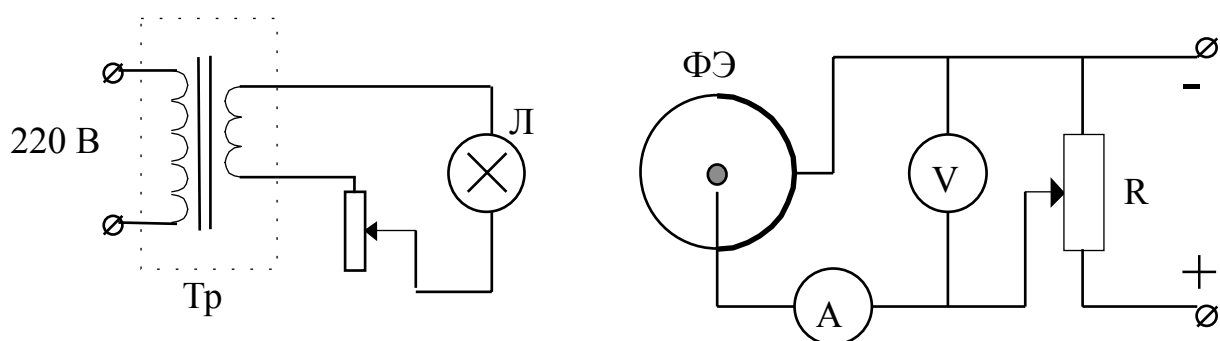
фотоэлемент цоколіне шығарылған болады. Фотоэлемент баллоны ішінен ауасы сорылып, онда вакуум түзіледі (*вакуумдық фотоэлементтер*) немесе оның ішіне, қысымы шамамен  $10^{-3}$  мм с.б. болатын инертті газ (Ar, Ne, He) ендіріледі (*газ толтырылған фотоэлементтер*).

Газ толтырылған фотоэлементтердегі фотоэлектрондар осы фотоэлементтің анод пен катод аралығындағы кернеуге байланысты электр өрісінде үдей қозғала отырып, газ молекулаларымен соғылысады; соның нәтижесінде жаңа электрондар пайда болады. Бұл екінші электрондар анодқа тартыла отырып газдың ионизациялануын ұлғайтады. Ал вакуумдық фотоэлементте ток тек фотоэлектрондарға байланысты пайда болады. Сондықтан да газ толтырылған фотоэлементтердің сезгіштігі тура осындай вакуумдық фотоэлементтерге қарағанда жоғары болады. Интегралдық сезгіштік деп фототок  $J_f$  мәнінің жарық ағынына қатынасын айтады; оның өлшем бірлігі  $A/лм$ .

### 15.3. Қондырғының сипаттамасы

Бұл жұмыста сыртқы фотоэффекті фотоэлементтердің вольт-амперлік және жарықтық сипаттамалары зерттелінеді.

Төменде, 15.1-суретте, қондырғының принциптік электр схемасы келтірілген



15.1-сурет. Фотоэлементтердің вольтамперлік және жарықтық сипаттамаларын зерттеуге арналған қондырғының принциптік схемасы

Л-қыздыру қылының ұзындығы шектелген электр лампы. Лампаны

қоректендіру токты реттейтін тетігі бар төмендеткіш трансформатор арқылы іске асырылады. Фотоэлемент ФЭ тұрақты кернеу түзеткішіне жалғанады (схемада оның тек шығыс клеммаларының полярлығы көрсетілген). Фотоэлементке берілетін кернеу потенциометр R арқылы реттеліп V вольтметрмен бақыланады. Ток A амперметрмен өлшенеді. Электр лампасы мен фотоэлемент оптикалық орындықтың рейтерлерінің бағанасына бекітіледі. Рейтерлерді оптикалық орындықтың бойымен жылжытуға болады. Фотоэлемент пен электр лампасының оптикалық орындықтағы алатын орындарын осы орындықтың бойымен бекітілген шкала арқылы бағалауға болады.

#### **15.4. Жұмыс тапсырмалары мен эксперимент әдістемелері**

15.4.1. Аппаратурамен және жұмыс қондырғысының схемасымен танысыңыз.

15.4.2. Газ толтырылған (ЦГ-4) және вакуумдық (ЦВ-4) фотоэлементтердің вольт-амперлік сипаттамасын зерттеңіз. Осы мақсатпен схемаға фотоэлементті орнатып және фотоэлементтегі U кернеуді 0 ден 200 В-қа дейін өзгерте отырып, берілген интервалдағы әрбір таңдап алынған кернеу үшін фототоқтың  $J_{\phi}$  мәнін жазып алыңыз. Сәуле шығару көзіне қатысты фотоэлементтің алатын орнына сай тура осындай өлшеулер жүргізіледі (фотокатодты жарықтандырудың үш мәніне). Өлшеу нәтижелерін  $J_{\phi} = f(U)$  графигі түрінде көрсетіңіз.

15.4.3. Фототок күшінің екі типті фотоэлемент фотокатодының жарықталынуына тәуелділігін зерттеңіз. Фотоэлементке кернеудің тиянақты өзгермейтін мәнін беру қажет. (15.4.2-пункте келтірілген вольт-амперлік сипаттаманың әртүрлі бөліктерінен осындай үш мәнін алған дұрыс) және фотоэлементтің лампадан 20см қашықтықтағы микроамперметрдің көрсетуі шкала шегінде болатындай етіп лампаның қызуын таңдап алған жөн. Содан кейін нүктелік лампаны фотоэлементтен қадамы 5см болатындай етіп алыстатып, микрометрдің көрсетуін (фототоқтың  $J_{\phi}$  мәнін) тіркеңіз. Енді,

керісінше, осындай өлшеулерді қайтадан этаптар бойынша жүргізе отырып, фотоэлементті бастапқы орнына алып келіңіз. Өлшеулер нәтижелерінің орташа мәнін тауып, оларды график

$J_{\phi} = f(R_i^2/R_1^2)$  түрінде көрсетіңіз; мұндағы  $R_1$  - фотоэлементтің лампадан максимал арақашықтығы,  $R_i$  - фотоэлементтің  $i$ -орнындағы лампадан арақашықтығы. Алынған нәтижелерді логарифмдік масштабта  $lg J_{\phi} = f(2lg R)$  түрінде көрсетуге де болады.

15.4.4. 15.4.2 және 15.4.3-пунктердегі алынған зерттеу нәтижелеріне анализ жасап түсіндіріңіз.

## **15.5. Бакылау сұрактары**

15.5.1. Сыртқы фотоэффект заңдарын түсіндіріңіз.

15.5.2. Эйнштейн теңдеуі арқылы фотоэффект заңдарын түсіндіріңіз.

15.5.3. Газ толтырылған және вакуумдық фотоэлементтердің құрылысын және жұмыс істеу принциптерін түсіндіріңіз.

## **15.6. Әдебиет**

15.6.1. Ландсберг Г.С. Оптика. -М.: Наука, 1976

15.6.2. Физический практикум. Электричество и оптика. Под. редакцией В.И. Ивероновой -М.: Наука, 1968

15.6.3. Бутиков Е.И. Оптика. -М.: Высшая школа, 1986.