

## 6. ШЫҒАРУ ЖӘНЕ ЖҰТЫЛУ СПЕКТРЛЕРІН МОНОХРОМАТОР КӨМЕГІМЕН ЗЕРТТЕУ

### 6.1. Жұмыстың мақсаты

Спектрлік қондырғылардың схемаларымен және спектрлік анализдің әдістерімен танысу.

Спектр түрлерін (тұтас спектр, сызықтық спектр) және табиғатын (шығару спектрлері және жұтылу спектрлері) сапа жағынан зерттеу.

### 6.2. Қысқаша теориялық кіріспе

Өте жоғарғы температураға қыздырылған қатты денелерден шыққан жарықты призмдан өткізіп бақылау жүргізетін болсақ, экраннан бір түстен екінші түске үздіксіз өзгеріп отыратын түрлі түсті жолақ спектрлерді көреміз.

Бұл спектрлердің басталар және аяқталар шеттерінде (оң жақ және сол жақ шетінде) көзге әсері жоқ ультракүлгін және инфрақызыл сәулелердің бар екендігі байқалған. Бұл спектрлердің барлығын (көзге көрінетін және көрінбейтін) қосып үздіксіз немесе тұтас спектрлер деп атайды. Осындай спектрлерді жоғарғы тығыздықтағы газдар да береді.

Өте жоғарғы дәрежеде сиретілген газдар (кейбір денелердің, заттардың булары) сызықтық (қараңғы көрініс бетінен (фон) жарқырауы өте күшті сызықтардан тұратын) спектрлер береді. Мұндай спектрлерді энергетикалық жоғарғы деңгейдегі (энергиясы  $E_2$ ) атомдар энергетикалық деңгейі төмен (энергиясы  $E_1$ ) жағдайға өткенде ғана шығарады. Осындай жағдайда пайда болған монохромат сәуле жиілігі мынадай шарт бойынша анықталады:

$$E_2 - E_1 = h\nu \quad (6.1)$$

Мұндағы:  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  Дж·с - Планк тұрақтысы,  $\nu$  - пайда болған монохромат сәуле жиілігі.

Дене шығаратын жарық сол дененің молекуласына байланысты болса, спектрі жолақ болады, сондықтан спектр жолақ деп аталады. Көрінуіне қарай жолақ спектрлер сызықтық спектрлерге ұқсас болады, бірақ жолақ спектрлерде сызықтық спектрлердей фоннан түрлі түсті сызықтар байқалмайды. Фон түрлі түсті болса, қараңғы сызықтардың немесе жолақтардың пайда болғаны байқалады.

Әрбір химиялық элементтің атомдары өздерінің қасиеттеріне сай қайталанбайтын спектрлер шығарады. Осыған байланысты денелердің шығаратын (немесе жұтатын) спектрлерін зерттеу арқылы, сол денеге сапа жағынан талдау жасауға болады. Сонымен қатар денелердің шығаратын сызықтық спектрлерінің интенсивтілігіне қарай сол дененің немесе сол денедегі белгілі бір элемент мөлшеріне сан жағынан баға беруге болады, себебі спектрлердің интенсивтілігі және сандық мөлшері бір-бірімен тікелей байланысты.

Денелерге спектрлері бойынша талдау жүргізу үшін қолданылатын құрал-монохроматордың принциптік схемасы 6.1-суретте көрсетілген. Спектрлік құралдардың барлығын үш негізгі бөліктен, яғни коллиматордан, дисперсиялайтын жүйеден және көру трубасынан немесе фотокамерадан тұрады деп қарастыруға болады.

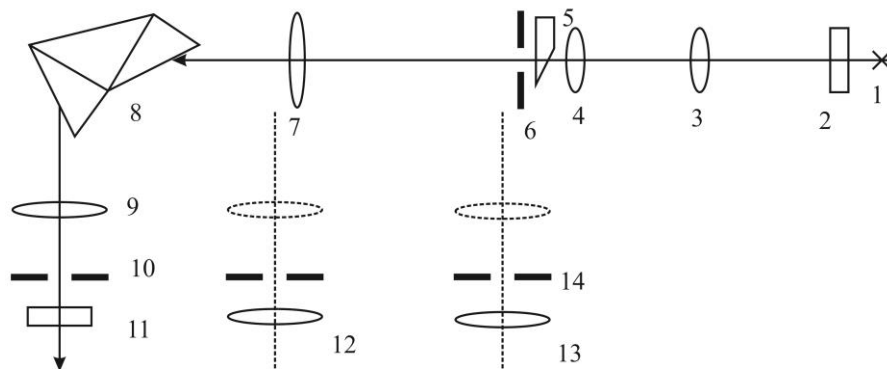
### 6.3. УМ-2 монохроматорының сипаттамасы

Монохроматордың оптикалық схемасы 6.1-суретте көрсетілген. Мұнда: 1 - жарық көзі (электр қыздыру лампасы), 2 - лампа кожухының қорғаныс шынысы, 3 - конденсорлық линза, 4 - линза, 5 - теңестіру призмасы, 6 - коллиматордың жарық енетін саңылауы, 7 - коллиматор объективі, 8 - дисперсиялайтын призма, 9 - көру трубасының (фотокамераның) объективі, 10 - алмалы жарық енетін саңылау, 11 - қорғаныс шынысы, 12-5<sup>x</sup> окуляр, 13-10<sup>x</sup> окуляр, 14 - көру трубасының фокаль жазықтығындағы көрсеткіш.

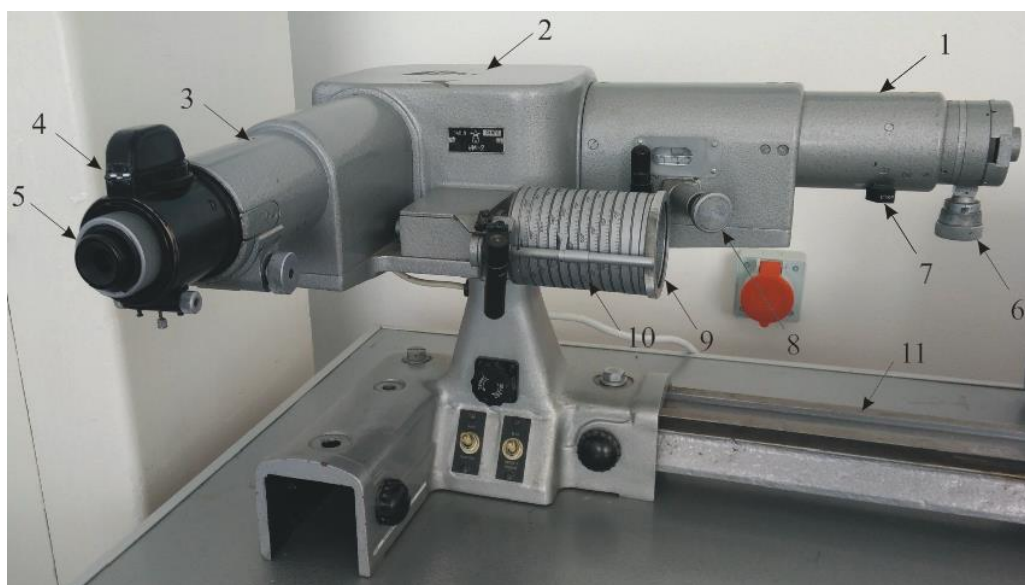
Схемадағы 1, 2, 3 детальдар монохроматордың оптикалық орындығындағы 11 рейтерлердің бағанасында орналасқан (6.2-суретті қараңыз).

6.1-суретте жарық сәулелері енетін саңылау арқылы коллиматор объективіне түсетіндігі және параллель шоқ болып дисперсиялық призмадан өтетіндігі көрсетілген. Монохроматордың сәулелер шығатын трубасы түсетін жарық шоғына  $90^\circ$  бұрышпен орналасады.

Призма орнатылған орындықшаны түсетін жарық шоғына қатысты әртүрлі бұрышқа бұра отырып, шығыс (шығу) саңылауында ең аз бұрылу бұрышты призмадан өткен әртүрлі толқын ұзындықтағы жарықты алады.



6.1-сурет. УМ-2 монохроматордың оптикалық схемасы



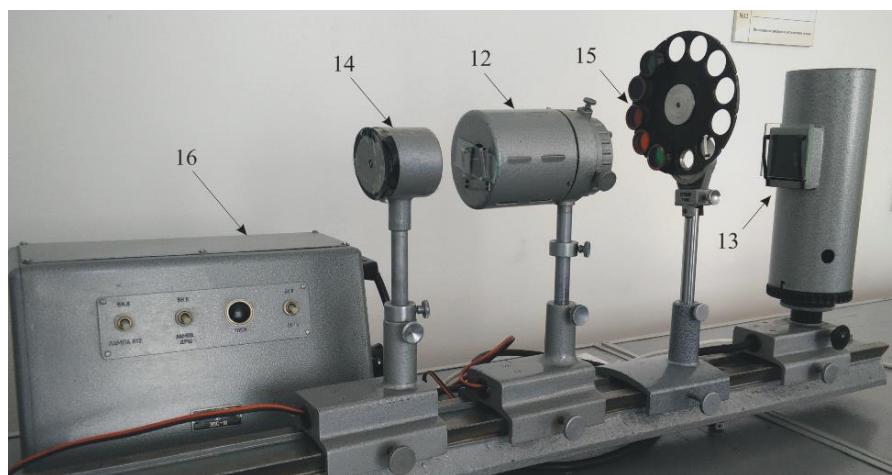
6.2-сурет. УМ-2 монохроматордың сыртқы түрі

УМ-2 монохроматордың сыртқы түрі 6.2-суретте келтірілген. Мұндағы прибордың негізгі бөліктері: 1 - коллиматор, 2 - айналатын орындықшаға орналастырылған призма және 3-шығу трубасы. Коллиматордың кіре берісінде ашылу ені 0 - 4мм болатын стандартты симметриялы саңылау болады. Саңылаудың ені бөлігінің құны 0,01 мм-ге тең барабан 6 арқылы реттелінеді. Кіру саңылауы коллиматор объективінің фокаль жазықтығында орналасқан. Әрбір толқын ұзындығы үшін объективтің фокустық арақашықтығы өзгереді болғандықтан маховичокты 8 айналдыру арқылы объективтің фокусталу мүмкіншілігі қарастырылған. Коллиматордың трубасында, саңылау мен объективтің аралығында саңылау орналасқан; оның көмегімен приборға енетін жарықтың жолын жауып тастауға болады. Рукояткамен 7 затвордың қозғалысын басқаруға болады. Мұндай жүйе, жоғарыда айтылғандай, толқын ұзындығы әртүрлі жарықтың өте аз бұрылу бұрышты призманың дисперсиялайтын бөліктері арқылы өтуін қамтамасыз етеді.

Сонымен қатар коллиматорлық оптикалық ось пен көру трубасы фотокамера оптикалық осінің аралығындағы  $90^\circ$ -тық бұрыштың тұрақтылығы сақталады. Призма орындықшасы айналатын құрылыспен жабдықталған. Микрометрлік винттің 9 венчигін айналдырғанда призмаға түсетін параллель шоқтың түсу бұрышы өзгереді; демек, сәуле шығарудың толқын ұзындығы өзгереді. Мұны прибордан шығардағы есептейтін (реперлік) көрсеткіштен байқауға болады. Есептеу спиральдық канавка бойымен жылжитын, 10 индекске қарсы, барабанның шкаласы бойынша жүргізіледі.

Приборды градуирлегенде, оның жарық шығатын трубасына, фокаль жазықтығында көрсеткіш орналасқан окуляры 5 бар тығын орнатылады. Көрсеткіштің жарықтандырғышы бар; оның түсін әртүрлі жарық фильтрлері болатын револьвер типті тетікті 4 бұрумен өзгертуге болады.

Монохроматормен жұмыс кезінде жарық көзі ретінде тұтас спектр беретін 12 В, 30 Вт жинақтаушы лампа 12 қолданылады (6.3 – сурет). Қондырғыны бөліктеу үшін 13 йод қаптамалы сынап лампа орналасқан. Бұл лампа – қуатты жарық көзі болып табылады. Бұл лампамен жұмыс жасағанда лампадағы қысым 30 атм-ға дейін артады, сол себепті онымен жұмыс жасағанда барынша абай болған жөн. Ең негізгі жолақтарды беретін жарық көзі ретінде неон лампы 14 алынады. Ол зертханалық жұмыстың ең көп бөлігін қамтиды. Әртүрлі түсті жарық көздерін бақылау үшін әр түсті сізгі 15 қолданылады.



6.3 – сурет. Жарық көздері және басқару пульті.

Лампалардың қалыпты жұмыс жасауын 16 басқару пульті қамтамасыз етеді. Осы басқару пультінен лампаларға 12 В және құрал шкаласын жарықтандыру лампына 3,5 В кернеу беріледі.

Пульттің алдыңғы панелінде желі мен жинақтаушы лампаларды өшіріп-қосқыш, сол сияқты сынап лампының қосып-өшіргіш батырма бар.

#### 6.4. Жұмыс тапсырмалары және эксперимент әдістемелері

6.4.1. Қондырғымен, УМ-2 монохроматор құрылысымен және оның жұмыс істеу принципімен танысыңыздар.

6.4.2. Монохроматордың дисперсиялық сипаттамасын (градуирлеу графигін) тұрғызыңыз. Эталондық сәуле шығарудың көзі ретінде өзіне тән спектрлік сызықтары бар (6.2-кестені қараңыз) ДРШ-250 сынап лампының алады.

6.4.2.1. Сынап лампының монохроматор орындығына оның сәулелер енетін саңылауының алдына орнатыңыз. Лампаны ток көзіне қосып конденсордың көмегімен лампының жарығын монохроматор саңылауына фокустаңыз.

6.4.2.2. Монохроматордың жарық шығатын жеріне окуляры бар тубусты орнатыңыз. Окулярды реперлік көрсеткішке фокустаңыз.

6.4.2.3. Сынаптың сәуле шығару спектрін фокустаңыз.

6.4.2.4. Монохроматор барабанын айналдыра отырып, белгілі спектрлік сызықты ( $\lambda_i$ ) окулярдың реперлік көрсеткішіне дәл келтіріп, барабанның шкаласы бойынша  $N_i$  есеп алыңыз. Осындай өлшеулерді сынапқа тән барлық сәуле шығару сызықтары үшін жүргізу керек.

6.4.2.5. Алдыңғы өлшеулердің нәтижелерін  $N = f(\lambda)$  графигі түрінде келтіріңіз.

6.4.3. Сынап спектрлерінің ішінен жасыл спектрлік сызықты тауып алып, оның орналасқан  $n_{ж}$  жағдайын анықтаңыз. Одан соң 6.4.2.5.П тұрғызған графигіңіз бойынша жасыл сызықтың толқын ұзындығын  $\lambda_{ж}$  анықтаңыз.

6.4.4. Спектрлердің көзге көріну алқабының шегін анықтаңыз. Осы мақсатпен тұтас спектрдің оң және сол жақтағы шектеріне өлшеу жүргізіңіз (саңылаудың алдына қыздыру лампы қойылады). 6.4.2.5.П график бойынша сәулеленудің көріну шегінің толқын ұзындықтарын ( $\lambda_{к}$  және  $\lambda_{к}$ ) анықтаңыз.

6.4.5. Жұтылу спектрлерін сапа жағынан зерттеңіз. Ол үшін қыздыру лампы беріп тұрған спектрдің жолына, яғни лампа мен прибордың аралығына жарықтың шыныдан жасалған жарық фильтрін немесе ерітінді құйылған кювета орналастырыңыз. Осыдан кейін жарықтың жұтылу алқабын анықтаңыз.

6.1-кесте

Сынап және неон спектріндегі кейбір сызықтардың толқын ұзындықтары.

Элемент	Сызықтың орналасуы және түсі	Толқын ұзындығы, нм
Неон	Екі жақын орналасқан жасыл сызықтың біріншісі	534.1
	Жасыл, сол жақта ең шетте	
	Жарқыраған сарының оң жағындағы бірінші ашықсары	540.1
	Сары, жарқыраған	576.4
	Сары, жарқыраған сарыдан солға қарай бірінші	
	Қызғылт сары, жарқыраған сарыдан солға қарай екінші	585.2
	Қызғылт сары, бесінші	588.2
	Қызғылт сары, алтыншы	594.5
	Қызғылт сары, сегізінші	
	Қызғылт сары, тоғызыншы	603.0
	Ашық қызыл он төртінші	607.4
	Қызыл, жарқыраған қызылдан солға қарай бірінші	621.7
	Қызыл, төртінші	626.6
	Қызыл, бесінші	640.2
		659.9
Сынап	Сары	
	Сары	692.9
	Көк	703.2
	Көгілдір-күлгін	
		579.1
		576.9
		491.6
	435.8	

### Бақылау сұрақтары

1. Қандай жағдайда дене тұтас, сызықтық және жолақ спектрлер шығарады?
2. УМ-2 монохроматордың жұмыс істеу принципін түсіндіріңіз.
3. Қандай жағдайда дене Пашена және Бальмер спектрлерін береді?

### Әдебиет

1. Полатбеков П.П. Оптика. –Алматы: Мектеп, 1981.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. изд. “Лань”. 2011.
3. Жұманов К.Б., Сарсембинов Ш.Ш. Оптика. -Алматы: Қазақ университеті, 2007.
4. Ахметов Е.А., Сарсембинов Ш.Ш., Ронжин В.В. Көшкімбаева А.Ш. Жалпы физикалық практикум. Оптика. Алматы, 1999.