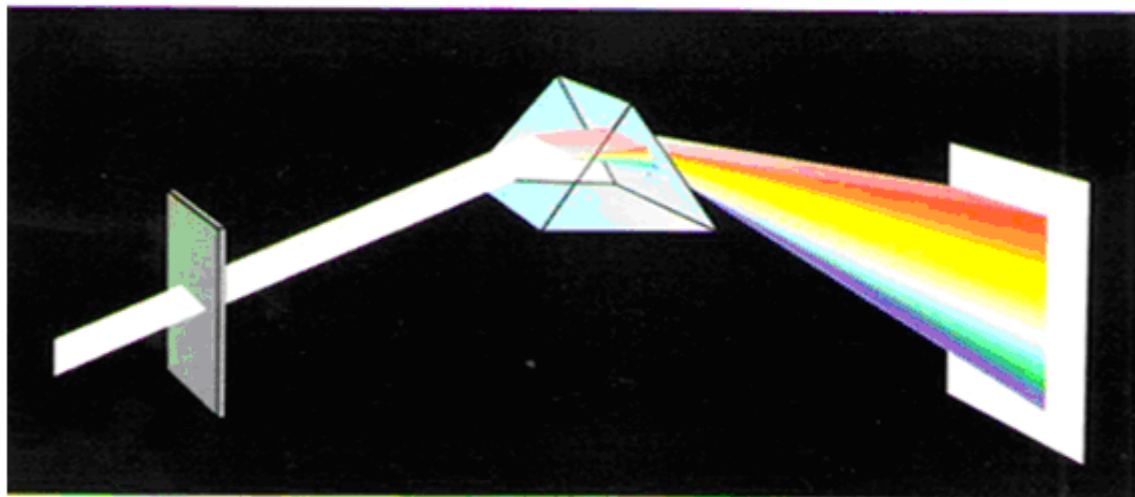


**Умумий физиканинг “ Оптика” бўлимидан
лаборатория ишларини
бажаришга доир методик кўрсатмалар**



Тузувчилар: Ш.К.Ниёзов, А.Абдуллаев, Д.Караев.

**“Умумий Физика” курсининг “Оптика “бўлимидан лаборатория ишларига доир методик
кўрсатма**

(5440100-физика йўналишида таълим олаётган талабалар учун)

Ушбу ўқув методик кўрсатмани нашр қилишга Гулистон Давлат Университети, ўқув методик
кенгаши тамонидан нашрга тавсия этилган
(26 октябр 2010 йил 2-сонли баённома)

Такризчилар: доцент Т. Р. Рисбоев, доцент Ў.Б.Жўраев

© Гулистон Давлат Университети

Гулистон – 2010

СЎЗ БОШИ

Республикамизда ёш авлодни тарбиялаш ва уларни тараққий этган мамлакатлардаги каби жохон стандартларига мос даражада билим олишлари учун шароитлар яратилмоқда. Ҳар томонлама етук кадрлар бўлиб етишишлари учун улкан ишлар амалга оширилмоқда. Ўзбекистон Республикасининг “Кадрлар тайёрлаш миллий дастури”, “Таълим тўғрисидаги қонуни” таълим-тарбия тизимида тубдан амалга оширилаётган ислохотларнинг яққол наъмунасидир. Қисқа вақтда таълимнинг барча турлари учун давлат таълим стандартлари яратилган. Таълим тизимида узлуксизлик таъминланиб эркин фикрлайдиган ватан ва миллат манфаатларини юракдан ҳис қиладиган ўз она юртини улуғлашга қодир ҳар томонлама баркамол етук, юксак маънавиятли ва маърифатли улкан салоҳиятга эга бўлган замонавий ва рақобатбардош кадрлар тайёрлашни мақсад қилиб қўйилган. Физика фанини ўқитиш жараёнида лаборатория машғулотлари муҳим роль ўйнайди, чунки лаборатория машғулотлари ўқитишнинг асосий принципларидан бири – назариянинг тажрибага боғлиқлик принципини амалга ошириш имконини ҳосил қилади. Шунинг учун ҳам физикани ўқитиш жараёнида лаборатория машғулотларига алоҳида эътибор берилади. Шу билан бирга физикадан лаборатория машғулотларини турли олий ўқув юртлирида ташкил қилиш ва ўтказиш ўзига хос хусусиятларига эга, жумладан ушбу методик кўрсатмани тайёрлашда муаллифлар Гулистон Давлат Университети “Умумий физика” кафедраси “Оптика” ўқув лабораториясида мавжуд бўлган имкониятларни эътиборга олинган. Методик кўрсатмани тайёрлашда, биринчидан, талабаларни ҳозирги замон физикаси ютуқларини ҳисобга олган ҳолда шароитга мослаб тайёрланган лаборатория машғулотлари учун методик кўрсатма билан таъминлашни, иккинчидан, бўлажак мутахассиснинг физикавий қонун, ҳодиса ва жараёнларни чуқур ўрганишларига, тажриба ўтказиш ва ўлчашларнинг оддий усуллариини ўзлаштиришга кўмаклашишини ўз олдларига мақсад қилиб қўйишган. Ушбу методик кўрсатмада Оптикадан лаборатория ишларини бажаришга доир методик кўрсатмалар берилган. Лаборатория ишлари қатъий кетма-кетликка риоя қилинади. Ҳар бир лаборатория ишида дастлаб ишнинг мақсади, керакли асбоблар, сўнгра иш тўғрисида қисқа ва аниқ назарий маълумот баён этилади. Бу ўринда шуни таъкидлаш керакки, муаллифлар талабаларнинг вақтини тежаш мақсадида имкон борича ишнинг назариясини унинг тавсифида етарли даражада ёритишга ҳаракат қилганлар. Талабалар янада чуқурроқ ва атрофлича кенг назарий билимларни методик кўрсатмадан ҳамда ҳар бир лаборатория иши учун тавсия этилган дарслик ва ўқув қўлланмалардан иборат бўлган адабиётлардан фойдаланишлари мумкин, бу адабиётларнинг қайси бети ва қайси параграфларини ўқиш кераклиги кўрсатиб ўтилган. Ҳар бир лаборатория ишида тажриба қурилма схемаси, зарур асбоблар рўйхати, ишнинг бажарилиш тартиби, олинган тажриба натижалари жадвалларга ёзилади ҳамда талабаларни ўз-ўзини синаб кўриш учун тегишли саволлар келтирилган.

Услубий методик кўрсатма табиий факультетларда таълим олаётган талабалар ҳам фойдаланиши мумкин. Ушбу методик кўрсатма ҳақидаги фикр ва мулоҳазаларингизни мамнуният билан қабул қиламиз ва аввалдан ўз миннатдорчилигимизни билдирамыз.

Муаллифлар

Физик катталикларни ўлчаш

Физика фани бизни ўраб олган моддий дунёдаги ҳодисалар ҳақидаги маълумотни тажриба воситасида йиғади. Лаборатория шароитида муайян ҳодисага у ёки бу омилнинг таъсирини ўрганиш мақсадида физикавий тажриба ўтказилади. Жисмлар хоссаларини ва ҳодиса табиатини тўла очиш учун шу хусусиятларни тавсифловчи муайян физик катталиклар киритиш ҳамда улар ёрдамида турли хил сифатий жиҳатларни миқдорий баҳолаш зарур. У ҳолда ҳодисанинг турли хоссалари орасидаги муносабат физик катталиклар орасидаги муносабат орқали акс этади. Физик катталик –бирор сифатни миқдорий тавсифловчи катталикдир. Физик катталиклар ёрдамида ҳар қандай жараёни математик ифодалаш мумкин. Шунинг учун физик жараёнларни кузатиш ва ҳар хил физик катталикларни ўлчаш алоҳида аҳамиятга эга. Физик катталиқни ўлчаш уни эталон қилиб қабул қилинган бир жинсли миқдор билан ўзаро солиштириш жараёнидан иборатдир. Ўлчашларни иккига бўлиш мумкин:

1) бевосита ўлчаш;

2) билвосита ўлчаш.

Бевосита ўлчашда ўлчанаётган физик катталик тўғридан тўғри эталон билан ёки тегишли бирликларда даражаланган ўлчаш асбоблари билан солиштирилади. Бирор масофа оралиғини чизғич, штангенциркуль билан ўлчаш, термометр ёрдамида температурани ўлчаш, амперметр ва вольтметрлар ёрдамида мос равишда ток кучини ва кучланишни ўлчашлар бевосита ўлчашга мисол бўлади. Ўлчанаётган катталиқнинг қиймати бевосита асбобнинг шкаласи бўйича ҳисобланади ёки шкаладаги бўлимлар сони аниқланиб, уни бир бирликка тенг қилиб олинган қийматига кўпайтирилади.

Билвосита ўлчашда аниқланадиган катталик бевосита ўлчаниши мумкин бўлган катталиклар орасидаги функционал боғланишдан аниқланади. Масалан, ёритилганлик E ни ўлчаш учун сиртга тушаётган ёруғлик оқими Φ ва бирлик юза S ни бевосита ўлчаб сўнгра улар орасидаги

$$E = \frac{\Phi}{S} \text{ боғланишдан ҳисобланади.}$$

Физик катталиқни аниқлаш учун қуйидаги амаллар кетма-кет бажарилиши керак:

1) асбобларни ўрганиш ва текшириш;

2) асбобларнинг кўрсатишини кузатиш ва ёзиб олиш;

3) ўлчашлар натижасидан фойдаланиб, аниқланиши керак бўлган физик катталиқни ҳисоблаш;

4) хатоликларни ҳисоблаш.

Ўлчашларнинг ёзилиш тартиби ва бажариладиган лаборатория иши тўғрисида ҳисобот

Юқорида айтиб ўтганимиздек, ўлчанаётган физикавий катталиқлар икки ва ундан ортиқ бўлиб, улардан фақат биттаси функция ролини қолганлари эса аргумент вазифасини ўтайди. Хуллас, улар орасидаги функционал боғланиш тенглама ёки тенглик кўринишида берилади. Шу тенгламанинг чап тамонидаги катталиқнинг қиймати унинг ўнг тамонидаги катталиқлар қийматини ҳисоблашлар орқали қуйидаги тартибда топилади.

1. Тенглиқнинг ўнг тамонида қатнашувчи барча катталиқларнинг қийматлари етарли даражада аниқ ўлчанади ва унинг чап тамонидаги катталиқнинг қиймати берилган тенглик ёрдамида ҳисобланади.

2. Ўлчаш натижаларини ишлаб чиқишда улардан аввало энг ишончлилари олинади. Ноаниқроқ (гумонли) бўлган натижалар ташлаб юборилиб, ўлчаш қайта ўтказилади. Ҳар бир ўлчаш натижасининг ўрта арифметик қиймати, уни аниқлашдаги ўртача абсолют ва нисбий хатолик топилиб натижа қуйидагича ёзилади:

$$x = \bar{x} \pm \Delta\bar{x}, \quad N_x = \frac{\Delta\bar{x}}{\bar{x}} \cdot 100\% .$$

Лаборатория ишларини бажариш жараёнида талабага қўйиладиган талаблар

1. Талаба навбатдаги амалий машғулотда қайси номердаги лаборатория ишини бажариши лозимлигини ўқитувчи унга бир ҳафта олдин маълум қилади. Бу ерда талабанинг вазифаси белгиланган ишнинг назариясини ўзлаштириш, тегишли қуроллар ва ишни бажариш тартиби билан танишиб келишдан иборат.

2. Ҳар бир талаба лаборатория ишлари учун махсус ҳисобот дафтари тутиб, у дафтарда лаборатория ишини қандай бажарганлиги олган натижалари тўғрисидаги ҳисоботни тартибли қилиб ёзиб бориши керак.

3. Ўқитувчи талабанинг ишнинг назариясини ва ишни бажариш методикасини ўзлаштирганлигига ишонч ҳосил қилгач, унга ишни бажаришга рухсат беради.

4. Талаба ишга киришгач, ўқитувчи унинг қуроллардан тўғри фойдаланаётганлигини, қуролларнинг ўринли созланганлигини, олинаётган натижаларнинг ишончлилигини ишни бажариш жараёнида текшириб боради ва талабанинг ишни бажарганлиги тўғрисида унинг дафтарига ва лаборатория журнаliga белгилаб қўяди.

5. Лаборатория ишининг бажарилиши ва олинган натижалар ҳисоботи ўқитувчига белгиланган тартибда топшириб борилади. Бу ҳақда ўқитувчи тамонидан талаба дафтарига ва лаборатория журнаliga қайд қилинади.

6. Агар талаба бирор сабабга кўра битта ёки иккита ишни бажара олмаса, қолиб кетган ишни дарсдан ташқари вақтда лаборатория мудирининг назоратида бажариши ва ўқитувчига бу ҳақда ҳисоботни топшириши шарт. Талабанинг ўзбошимчалик билан иш навбати графигини бузиши қатъий ман этилади.

7. Ҳар бир талаба ўқув семестри давомида камида 8-12 та практикум машғулоти ва барча ишлар юзасидан ҳисобот топшириши лозим. Шундан кейин ўқитувчи талабанинг синов дафтарчасига ва қайдномага рейтинг балли қўйилади.

8. Лабораториядаги асбоб –ускуналарга ва бошқа ўқув жиҳозларига совуққонлик билан қараш натижасида уларни ишдан чиқарган талаба кафедра ва деканат тамонидан моддий ва маънавий жазоланади.

9. Практик машғулотлар олиб борилаётган вақтда гуруҳдаги бошқа талабаларнинг ишдан эътиборини чалғитмаслик, уларнинг ўлчашларига ҳалакит бермаслик зарур.

Ўлчаш натижаларининг ўртача қиймати , абсолют ва нисбий хатоликлари

Ўлчаш натижаларини ҳисоблашда топилиши керак бўлган ҳақиқий қийматга энг яқин қийматни топиш учун ўлчаш давомида юз берадиган баъзи хатоликларни ҳисоблашда ҳар хил систематик ва қўпол хатоликлар йўқотилган ва фақат ўлчаш асбобининг хатоси бўлиши мумкин деб фараз қиламиз. Физик катталикларнинг ўлчашлар натижасида топилган қийматлари $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, бўлсин.

Бу қийматлар ичида ҳақиқатга яқин қиймати ўртача арифметик қийматдир, яъни:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (1)$$

бунда n -ўлчашлар сони.

Тажрибада топилган $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ қийматлар бир –биридан фарқ қилади. Бу қийматларнинг ўртача қийматдан фарқи Δx бўлиб, $\bar{x} > x_1, \bar{x} < x_1, \bar{x} = x_1$ бўла олиши туфайли $\Delta x > 0, \Delta x < 0, \Delta x = 0$ бўлиши мумкин. Шунинг учун Δx нинг абсолют қиймати олинади ва унга абсолют хато дейилади:

$$\begin{aligned} \Delta x_1 &= |\bar{x} - x_1| \\ \Delta x_2 &= |\bar{x} - x_2| \\ \Delta x_3 &= |\bar{x} - x_3| \\ &\dots\dots\dots \\ \Delta x_n &= |\bar{x} - x_n|. \end{aligned} \quad (2)$$

Абсолют хатолик энг кичик бўлган тажриба ҳаммадан аниқроқ бажарилган ҳисобланиб, ўртача қийматдан фарқ қилувчи қўпол хатоликлар ҳисоблаш вақтида қолдириб кетилади. Ҳисоблашларнинг ўртача абсолют хатолиги шу хатоликлар абсолют қийматларининг ўртача арифметик қийматига тенг:

$$\bar{x} = \frac{|\bar{x}_1| + |\bar{x}_2| + |\bar{x}_3| + \dots + |\bar{x}_n|}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n |\bar{x}_i|}{n} - \dots \quad (3)$$

Тажрибада аниқланган физик катталикларнинг ҳақиқий қиймати топилган ўртача қийматидан $\pm \Delta x$ қадар фарқ қилади, яъни:

$$x = \bar{x} \pm \Delta \bar{x} \quad (4)$$

Бу формуладан ўлчанаётган катталикларнинг ҳақиқий қийматини икки деб ўлчаш ноўринлидир, чунки у биргина қийматга эга. Ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қиймати

$$\bar{x} - \Delta \bar{x} \leq x \leq \bar{x} + \Delta \bar{x} \dots \quad (5)$$

қийматлар интервалида бўлади.

Тажриба давомида бир қанча физик катталикларни ўлчаш керак бўлади. Аммо ҳар бир катталикка оид мутлақ хатоликни билсак-да, катталиклар бир жинсли бўлмаганлиги сабабли уларни ўзаро солиштириш мумкин эмас. Бундай ҳолатда хатоликнинг нисбий қиймати билан иш кўриш мумкин. Хатоликнинг нисбий қиймати ўртача абсолют хатонинг ўртача қиймати бўлган нисбати билан ўлчанади. Нисбий хатоликни N билан белгиласак:

$$N = \frac{\pm \Delta \bar{x}}{\bar{x}} \dots$$

ёки процентда ифодаласак:

$$N = \frac{\pm \Delta \bar{x}}{\bar{x}} \cdot 100\% \quad (6)$$

Тажриба хатоликларини кўп миқдордаги ҳар хил сабаблар содир қилади. Шу сабабларнинг таҳлили хатоликларни уч гуруҳга бўлиш мумкин, деган хулосага олиб келади: систематик хатоликлар, тасодифий хатоликлар ва янгилишишлар (қўпол хатоликлар).

Систематик хатоликлар

Бирор физик катталикни кўп марта такрорлаб ўлчаб, ҳар гал унинг битта қийматини ёки натижалар қаторини олиш мумкин. Бунда ўлчанаётган катталикнинг қийматлари ихтиёрий ўзгармасдан, муайян қонунга мувофиқ ўзгаради. Бундай ҳолда тажриба бажарилаётган шароитларнинг ва иш кўйилиш усулининг таҳлили ўлчаш натижаларининг хатоликларга эга экани доимий таъсир этувчи бир хил сабабларга боғлиқ деган хулосага олиб келади. Шунинг учун бундай хатоликлар систематик хатоликлар деб аталади. Систематик хатоликларнинг асосий сабаблари қуйидагилар бўлиши мумкин:

1. Ўлчаш жараёнининг ўзи ўз навбатида физик катталикнинг қийматини ўзгаришига олиб келиши мумкин. Электр занжирига уланган амперметр ва вольтметр занжир қаршилигини ўзгартириб, натижага таъсир қилади, қаттиқ жисмнинг чизиқли ўлчамини ўлчаганда линейка, штангенциркуль ёки микрометрлардан фойдаланганда ҳам шундай хулосага келиш мумкин. Шунинг учун ҳамма ҳолларда асбобнинг тузилишини билиб, у киритадиган ўзгаришларни баҳолаш ва ҳисобга олиш керак.

2. Кўпчилик физик катталиклар бевосита ўлчанмайди. Аниқланаётган физик катталик математик формула билан ифодаланиб, формулага кирувчи катталиклар бевосита ўлчанади. Математик модель ўрганилаётган ҳодисага тахминан тўғри келади. Шунинг учун билвосита ўлчашларнинг натижалари систематик хатолик бўлади.

3. Ўлчов асбоблари турли заводларда ҳар хил мақсадлар учун турли –туман одамлар тамонидан ясалади. Бундай асбобларнинг юзага келтирган систематик хатолиги ҳам ҳар хилдир. Систематик хатолик тасодифий хатоликдан катта бўлишини аввалдан билиш мумкин бўлган ҳолларда тажрибада ўлчаш бир марта бажарилади. У ҳолда асбоб кўрсаткичининг энг кичик қиймати кўзда чамалаб ўлчанади ва қилинган хатолик асбобни аниқлик синфи бўйича топилади.

4. Кўп ҳолларда асбобларнинг кўрсатишлари ўлчашлар олиб борилаётган шароитларга (лаборатория хонасининг қоронғи, ёруғ бўлиши) боғлиқдир. Шунинг учун ўлчашларда асбобнинг паспортда келтирилган тузатмалар жадвалидан фойдаланиш керак.

Юқорида келтирилган хатоликлар мавжудлигини фаҳмлаш мумкин. Шунинг учун тажриба ўтказувчи ўлчаш натижаларини ишлашда уларни ҳисобга олиши мумкин. Аммо кўпчилик ўлчашларда шундай хатоликлар юз берадики, уларнинг юз беришига шубҳа қилиш мумкин эмас.

Ўлчашларни бир неча намуналарда такрорлаш керак бўлади. Ўлчаш натижаларини танқидий анализ қилиш хатони топишга ёрдам беради. Бундай хатоликка йўл қўймаслик учун, қўпинча экспериментнинг қўйилиш методикасини ўзгартириш керак бўлади.

Экспериментаторнинг сезги органлар бир хил ҳолларда ўлчаш аниқлигини оширишга ёрдам берса, бошқа ҳолларда хатоликларнинг манбаига айланиши мумкин. Демак, ҳар бир экспериментатор ўлчаш давомида систематик хатолигини киритади. Шунинг учун систематик хатоликларни баҳолаш учун ўлчашларни кўп марта такрорлаш керак эмас. Бу хатоларни ишнинг назарий анализи ёрдамида ҳам баҳолаш мумкин.

Битта усул ва бир хил асбоблар ёрдамида бажарилган ҳамма ўлчашларда систематик хатоликларнинг қиймати ва ишораси бир хил бўлади. Демак, ўлчашлар сонини ошириш билан систематик хатоликларни йўқотиб, камайтириб, ёки баҳолаб бўлмайди. Систематик хатоликларни қурилмани танқидий анализ қилиш, асбобларни алмаштириш, иш бажариш усулини ўзгартириш ва ҳ.к. ёрдамида камайтириш ва баҳолаш мумкин.

Тасодифий хатоликлар

Ўлчаш натижаларига бир хил объектив ва субъектив сабаблар таъсир қилиш мумкинки, натижада такрорий ўлчашларнинг натижалари ихтиёрий равишда ўзгаради. Ҳар бир ўлчашда таъсир ҳар хил бўлган бундай хатоликларин олдиндан ҳисобга олиш қийин. Масалан, кўриш ва эшитиш органларининг табиий нотакомиллиги, иш жойининг етарли ёритилмаганлиги, электр ўлчашларда электр тармоғидаги токнинг тасодифий ўзгариши ва бошқа сабабларга кўра ҳар бир ўлчашда ҳар хил натижа чиқади. Бу сабабларнинг таъсир эффекти шунчалик камки, ҳар бир сабаб боғлиқ бўлган хатони берилган ўлчаш техникаси даражасида ажратиб бўлмайди. Бундай сабаблар туфайли юз берган умумий хато тасодифий характерга эга. Алоҳида ўлчашдаги тасодифий хатоликни йўқотиб бўлмайди. Аммо ўлчашни кўп марта такрорлаш натижасида бу хатоликларнинг ўлчаш натижасига таъсирини камайтириш мумкин. Тасодифий хатоликлар катталигини эҳтимоллар назарияси ва математик статистика методлари билан баҳолайдилар.

Лаборатория ишлари техникаси ва қоидалари

Оптика лабораториясида ишлаш вақтида қуйидаги қоидаларга риоя қилинг:

1. Қўлланмадан тегишли назарий қисмини ўқиб чиқинг ва лаборатория ишининг мазмуни билан танишинг.
2. Тажриба учун керак бўлган нарсалар - асбоблар борлиги аниқланмагунча тажрибани бошламанг.
3. Тажриба ўтказиш вақтида ишнинг қўлланмада кўрсатилган тартиби ва кетма –кетлигига риоя қилинг.
4. Ҳамма эҳтиёт чораларга риоя қилинг (термометрлар, симоб, динотурат ва этил спиртлари, электр токидан фойдаланганда).
5. Иш тамом бўлгандан кейин иш ўрнини тартибга солинг.
6. Кузатилган барча ходисаларни ва натижаларни ёзиб олинг.
7. Дафтарингизга иш ўтказилган кунни, мавзунинг номини ишнинг мазмунини, кузатиш натижаларини ёзинг.
8. Иш тамом бўлгач, ўқитувчи ёки лаборантдан олинган нарсаларни қайтариб топширишни унутманг.

Лабораторияни дарсга тайёрлаш

Физика практикумини ўтказишда методик кўрсатма тайёрлаш дарсга тайёргарлик жараёнида муҳим роль ўйнайди. Аммо, шу билан бирга, аввало ҳар бир лаборатория ишини қўйиш, столларга жойлаштириш, ишни бажариш учун зарур бўлган нарсалар билан лабораторияни жиҳозлаш зарур. Лабораторияни дарсга тайёрлаш малакали ўқитувчи ва лаборантларнинг иши бўлиб, бу иш семестр бошланишидан олдин кузатиб борилади. Ишнинг муваффақиятли чиқиши учун, биринчидан, асбоблар тўғри танланган ва иккинчидан, тўғри ўрнатилган бўлиши лозим. Асбобларни ўрнатишда ҳар хил ички ва ташқи сабабларни ҳамда ўлчаш шароитини эътиборга олган ҳолда тўғри жойлаштириш лозим. Асбобларни ўрнатганда ундаги маълум бир йўналиш – вертикал ёки маълум бир текислик – горизонтал ҳолда бўладиган қилиб ўрнатиш ёки электр

занжирида бир неча асбобни тўғри жойлаштириш ва бошқаларга эътибор бериш зарур. Асбобларни жой – жойига қўйишда уларнинг ишлашига таъсир қиладиган ҳар хил ташқи факторларни (температура, босим ва бошқалар) аниқлаш ва ҳисобга олиш лозимдир. Асбобларни ўрнатишда талабанинг ишлашига ва ўқитувчининг кузатишига қулай қилиб жойлаштириш, тажриба давомида унинг қисмларини кўчирмаслик, жой-жойини алмаштирмасликка мослаштириш лозим. Ишнинг бажарилиши учун зарур бўлган ҳамма нарсани кўздан кечириб қўйиш керак. Масалан, оптика лабораториясида ҳисоблаш линейкалари, штангенциркул, микрометр, каварик ва ботиқ линзалар, вольтметр, амперметр, люксметр, электр ток манбаи ва хуллас ишни бажариш учун зарур бўлган ҳар бир нарсалар тахтлаб қўйилиши керак. Лаборатория ишларини ўтказишда тайёргарлик кўришда дарсни ўтишга қулайлик туғдириши учун ҳамма нарса тайёр тургани маъқулдир. Масалан, ҳар хил керакли плакатлар, жадваллар ва графиклар, жумладан, оптика лабораториясида жисмларнинг баъзи доимийликларини ҳисобга олувчи жадвал, турли муҳитларда ёруғликнинг тарқалиши тезлиги жадвали. Лаборатория хонаси озода, ёруғ бўлиши ҳавоси тоза бўлишига эришиш чоралари кўрилган бўлиши лозим.

Лаборатория машғулотларини ўтказиш

Аввало шуни алоҳида таъкидлаш керакки, лаборатория машғулотини ўтказмоқчи бўлган ўқитувчи ва лаборант лабораториядаги ишларни олдиндан ўзи амалда синаб кўрган ва натижаларини тўғрилигига ишонч ҳосил қилган бўлиши керак. Маълумки лаборатория машғулотини ўтказиш пайтида талабалар икки гуруҳга (ҳар бир гуруҳ 10-15 кишидан ошмаслиги керак) бўлинади ва гуруҳдаги талабалар кичик гуруҳларга бўлиниб, кичик гуруҳлар индивидуал тарзда ишлайдилар. Аммо биринчи дарс бутун группа учун умумий бўлиши мумкин. Бунда ўқитувчи лабораторияда ишлаш қоидаларини, лабораториядаги ишларни қисқача тушунтириб бериши, хавфсизлик техникасини, ишларнинг бажарилиш қоидаларини бирма –бир тушунтириши керак. Бутун группада ўтказилаётган обзор машғулотда ўқитувчи талабаларга лабораторияда ишлатилиши мумкин бўлган ўлчаш асбобларидан тўғри фойдаланиш мақсадида улардан фойдаланишнинг умумий қоидаларини кўрсатиши керак. Масалан, термометрдан, микрометрдан, линейкадан, люксметр ва оптик асбоблардан фойдаланиш қоидаларини тушунтириш керак. Лабораториянинг обзор дарсида талабаларни юқорида баён қилинганлар билан таништиришдан ташқари умумий ҳолда лаборатория ишини бажариш методикаси ва ҳисобот тузиш методикаси билан ҳам қисқача таништириш лозим. Қуйида ўқитувчи тамонидан баён этилиши керак бўлган ҳисобот тузиш вариантларидан бири келтирилади. Ҳисобот алоҳида ҳисобот дафтарида ёки алоҳида варақларда ҳар бир талаба учун индивидуал тузилади.

Ҳисоботда: биринчи бетда ҳисобот номери, талабанинг адреси ва фамилияси, ишнинг тартиб номери; иккинчи ва келгуси бетларда:

- а) ишнинг сарлавҳаси;
- б) керакли асбоб ва ускуналар;
- в) методнинг қисқача назарияси;
- г) қурилманинг тузилиши,схемаси;
- д) ишнинг бажарилиш тартиби;
- е) тажрибалар натижалари;
- ж) хатоларни ҳисоблаш акс эттирилади.

Келгуси дарслар ҳар бир группада бир ўқитувчи тамонидан ёки бутун группада (ҳар иккала группада) икки ўқитувчи тамонидан олиб борилади. Дарслар дарс жадвалида бирданига 4-соатдан (2 жуфт) қўйилиб, 3 астрономик соат давомида олиб борилади. Дарс бошланиши билан ҳар бир гуруҳга (ҳар бир гуруҳ 2-3 талабадан ортиқ бўлмаслиги керак) ишлар бўлиб берилади. Студентлар кўрсатмани ўқиб бўлиб, ундан қисқача конспект олгандан ва иш тўғрисида қисқача тушунчага эга бўлгандан сўнг уларга амалий қисмни бажаришга рухсат этилади. Бунинг текшириб кўриш мақсадида гуруҳнинг ҳар бир лаборатория ишини бажарувчи талабага назорат саволлар бериб кўрилади. Талаба қисқача назарий маълумотга эга бўлгач, асбоблар – схема, қурилма билан танишади ва амалий қисмни бошлайди.

Ўқитувчи бутун дарс давомида талаба тамонидан бажарилаётган ишни актив кузатиб бориши керак. Бунда у талабалар орасида юриб, уларнинг саволларига жавоб беради. Талаба лабораторияда асосан натижа олиш билан банд бўлиши лозим. Шунинг учун ундан натижаларни охиригача ҳисоблашни ва назарий қисмни тўла ўзлаштиришни талаб қилиб кўп вақт банд қилмаслик керак. Шу

мақсадда талаба олган натижалар ёрдамида якунловчи натижалардан бирортаси охиригача текширилиб кўрилса кифоя. Шундан сўнг тажриба керакли микдорда такрорланиб натижалари махсус жадвалга ёзиб олинishi ва келгуси ҳисоблашлар уйда бажарилиши лозим. Талаба лаборатория ишини тугатганда ўқитувчи (лаборант) унга бошқа иш беришидан ёки унинг ҳисоботини қабул қилишдан олдин талаба тамонидан лабораторияда олинган керакли асбоб ва техник воситаларнинг жой – жойига қўйилишини, иш жойининг аввалгидек тартибга келтириб қўйилишни кузатади. Шундан сўнг талабага янги иш бериш ёки унинг ҳисоботини қабул қилиш мумкин.

Талабаларнинг лаборатория машғулоти бажаришдан мақсади ва ишнинг бажариш тартиби

Талаба тамонидан лаборатория машғулотининг бажарилишидан кўзда тутилган мақсад унга физик қонунлар ва уларнинг объективлиги тўғрисида тасаввур ҳосил қилиш, физик қонунларнинг аниқлигига ва бу аниқликнинг қайси қонунда қай шароитда тўғрилигига ишонч ва кўникма ҳосил қилишдан иборатдир. Лекция вақтида ҳамма ҳодисани намоиш қилиб кўриш ва кўрсатиш имконияти бўлмайди, шунинг учун бу ҳодисаларни фақат лаборатория шароитида кузатиш мумкин. Лабораторияда талаба физик ўлчашларнинг асосий мақсадлари билан танишади ва элементар кўникмалар ҳосил қилади. Бу эса келгусида педагогик фаолият даврида мактабда лаборатория ишларини ўтказиш ва янги ишларни қўйишда қўл келади. Талаба лаборатория машғулоти даврида энг кўп тарқалган ўлчов асбобларининг тузилиши ва ишлаш принципи билан танишади; тажрибанинг сон қийматлари билан ишлаб уларни ишлаб чиқиб, қонунлар, ҳодисаларнинг тўғри-нотўғрилигини аниқлаш каби муҳим текширилишларни ўрганади. Буларнинг ҳаммаси талабани мустақил ишга элементар тажрибалар ўтказишда энг оптимал ечимларни топишга ўргатади. Бирор амалий ишнинг талаба томонидан муваффақиятли бажарилишининг асосий гарови талабанинг мустақил ишга назарий тайёргарлигининг мукаммаллигига боғлиқдир. Талаба ўзига топширилган индивидуал машғулотининг назарий қисмини уйда тегишли адабиётлардан пухта ўзлаштириб келиб, сўнггра лабораторияда иш бошласа, яхши натижа беради. Лаборатория ишини бажаришга тайёргарликнинг муҳим босқичларидан бири ҳар амалий ишни бажаришдан аввал бу иш билан танишиб олишдир. Ҳар бир ишни бажаришдан олдин унинг тавсифини диққат билан ўқиб чиқиб, бу ишнинг мақсади ва асосий вазифаси нимадан иборат эканини тушуниб олиш, ишнинг ҳамма босқичларини бажариш тартибини яхши билиб олиш керак. Бундан ташқари, бу ишни ўтказиш учун қандай назарий маълумотга эга бўлиш зарурлигини аниқлаб олиш керак. Ишда қўлланиладиган қурилма ва асбобларни мукаммал ўрганиб, улар билан муомала қилишдан сўнггина ишга киришиш зарур.

Ҳар бир иш билан танишгандан сўнг талаба аввал қўлланмадан, берилган адабиётдан ва вазифадан ўз дафтарига қисқача конспект олиб қўйиши зарур. Конспектга қуйидагиларни ёзиб қўйиш керак: ишнинг номи, зарур асбоб-ускуналар, ишнинг асосий мақсади, ҳисоблаш формулалари, қурилманинг схемаси, ишнинг бажарилиш тартиби, амалий ишда аниқланган микдорлар, ёзиладиган жадвал, иш натижаларини якунлаш тартиби, хулосалар, контрол саволлар. Ишнинг мазмуни билан танишишда баъзан назарий материал ёки ишни ўтказишга алоқадор айрим саволлар чиқиб келиши мумкин. Бундай саволларни ишни бажаришга киришишдан олдин кўрсатмада кўрсатилган зарур воситалар ва асбобларнинг иш столида бор йўқлигин текшириб кўриш лозим. Шундан сўнг асбобларнинг тузилиши ва ишлаши билан ҳамда уларни ишлатиш қоидалари билан яхшилаб танишиш керак. Ҳар қайси асбобларнинг вазифаси ва техник характеристикаси аниқлангандан кейин амалий ишга киришилади. Ишни осонлаштириш учун, аввал, барча ўлчов асбоблари ва аппаратларни иш столида тўғри жойлаштирилган маъқулдир. Натижалар олиш кўрсатмада ишнинг бажарилиш тартиби бўйича олиб борилади. Иш натижалари тажрибадан олинган маълумотларнинг аниқлигига боғлиқ бўлишини назарда тутиб, иш вақтида микдорларни аниқ ўлчашга эришиш лозим. Ишнинг экспериментал қисмини тамомлаб бўлгач, асбобларни дарҳол йиғиб қўймасдан аввал олинган натижалар ўқитувчига кўрсатилади, чунки баъзан шундай хато бўлиши мумкинки, уни қурилмадан, осонгина топса бўлади. Агар қурилма қисмларга ажратиб қўйилган бўлса, бундай хатони топиш учун қурилма қайтадан тикланиши керак. Экспериментда олинган жадвалга ёзиб қўйилади. Амалий ишни тамомлаб, натижалар текшириб чиқилгандан кейин, барча асбоб-анжомлар иш бошланмасдан илгари қандай тартибга турган бўлса, шундай ҳолатга келтирилади. Лаборант ёки ўқитувчидан олинган кўрсатма, керакли қўшимча асбоблар қайтариб топширилади. Талабалар амалий ишга киришгандан ва бутун тажриба давомида ўқитувчи уни кузатиб бориши шарт: талаба ишни қандай бошлади, асбоблардан қандай фойдаланди, олинган натижалари қаноатланарлими, хавфсизлик қоидаларига амал қилинмоқдами ва ҳоказо.

Лаборатория иши № 1

Мавзу: Фотометрия конунларини ўрганиш.

Ишни бажаришдан мақсад: Люксметр ёрдами билан электр лампанинг ёруғлик кучини ва солиштирма қувватини турли электр кучланишларида ҳамда ёритилганликни ёруғлик манбаи, ёруғлик кучига, манбадан юзагача бўлган масофага боғлиқлигини ўрганиш.

Керакли қурилмалар ва асбоблар: Люксметр, электр лампа, вольтметр, амперметр.

Иш тўғрисида умумий тушунча:

Ёруғлик манбаларининг тавсифларини, параметрларини, ёруғликнинг хусусиятларини ва жисм ёки буюмларнинг ёритилганлигини ўрганувчи оптиканинг бўлимига фотометрия дейилади.

Электромагнит тўлқиннинг инсон кўзида ёруғлик сезгиларини уйғотувчи тўлқин узунликлар қисмига ($\lambda = 0,4 \div 0,8 \text{ мкм}$) ёруғлик нурланиши деб айтилади. Ҳар қандай ёруғлик нурланиши ёруғлик энергияси билан тавсифланади. Фотометрияда ёруғлик энергияси оқими, равшанлик, ёруғлик кучи ва ёритилганлик деб аталувчи физик катталиклар ишлатилади.

Ўлчами ёруғлик тарқалаётган масофага, тушаётган сирт ўлчамига нисбатан жуда кичик бўлган ёруғлик манбаига нуқтавий ёруғлик манбаи деб айтилади.

Ёруғлик оқими

Ёруғлик манбаидан тарқалаётган ёруғлик оқими Φ деб, бирлик вақт ичида барча йўналишда нурланаётган ёруғлик энергиясига миқдор жиҳатдан тенг бўлган физик катталикка айтилади,

яъни:

$$\Phi = W/t. \quad (1)$$

Бирор буюмнинг сиртига тушаётган ёруғлик оқими шу сиртнинг S юзига, унинг фазодаги вазиятига боғлиқ. Амалда чексиз фазода эмас, балким унинг чегараланган қисмида, яъни бирор фазовий бурчак остида тарқалаётган ёруғлик оқими билан иш кўришга тўғри келади. Шунинг учун фазовий бурчак тушунчаси киритилади:

Фазовий бурчак деб, фазонинг конус сирти билан чегараланган қисмига айтилади.

Учи шарнинг марказида бўлган конуснинг шар сиртидаги S юзасини шар радиусининг квадрати R^2 га нисбати конус билан чегараланган фазовий бурчак Ω га тенг, яъни

$$\Omega = S/R^2. \quad (2)$$

Фазовий бурчакнинг халқоро бирликлар системасидаги ўлчов бирлиги

$$\Omega = |S|_{\text{хб}} / |R^2|_{\text{хб}} = 1 \text{ м}^2 / 1 \text{ м}^2 = 1 \text{ ср (стерадиан)}.$$

Демак бир стерадиан деб, шар сиртидан радиусининг квадратига тенг юзани чегараловчи конуснинг фазовий бурчагига айтилади.

Бутун сфера $S = 4\pi R^2$ юзани қамраб олган тўлиқ фазовий бурчак қуйидагига тенг бўлади.

$$\Omega = S/R^2 = 4\pi R^2/R^2 = 4\pi.$$

Ёруғлик кучи

Ёруғлик манбаининг I ёруғлик кучи деб, бир-бирлик фазовий бурчак остида тарқалаётган ёруғлик оқимига миқдор жиҳатдан тенг бўлган физик катталикка айтилади, яъни:

$$I = \Phi / \Omega. \quad (3)$$

Нуқтавий ёруғлик манбаининг ёруғлик кучи барча йўналишларда бир хил бўлади. Халқоро бирликлар (ХБ) тизимида ёруғлик кучининг бирлиги кандела (лотинчада "кандела" - шам) бўлиб, физикада олтинчи асосий бирлик бўлиб ҳисобланади.

Энди ёруғлик оқимининг ХБ тизимидаги ўлчов бирлигини келтириб чиқаришни кўрайлик.

$$|\Phi|_{\text{хб}} = 1 \text{ кд} \cdot 1 \text{ ср} = 1 \text{ лм (люмен)}$$

Бир люмен деб, ёруғлик кучи бир кд (кандела) га тенг бўлган нуқтавий ёруғлик манбаидан бир ср (стерадиан) фазовий бурчак остида нурланаётган ёруғлик оқимига айтилади.

Ёритилганлик

Ёруғлик оқими фақат нурланаётган жисмнинг мустақил ёруғлик чиқаришигина эмас, шу билан бирга, ташқи ёруғлик манбаидан бирор сиртга тушаётган ёруғликнинг сочилишидан ва акс

этишидан ҳам ҳосил бўлади. Шунинг учун ҳам ёритилаётган сиртга тушаётган ёруғлик оқимини тавсифловчи физик катталиқ ёритилганлик тушунчаси киритилади.

Ёритилганлик E деб, ёритилаётган сиртнинг бир бирлик юзасига мос келган ёруғлик оқимига микдор жиҳатдан тенг бўлган физик катталиқка айтилади, яъни:

$$E = \Phi / S. \quad (4)$$

Ёритилганликнинг ХБ тизимидаги ўлчов бирлигини чиқаришни кўрайлик: $E|_{\text{хб}} = |\Phi|_{\text{хб}} / |S|_{\text{хб}} = 1 \text{ лм} / 1 \text{ м}^2 = 1 \text{ лк (люкс)}$.

Демак, бир люкс деб, ҳар бир квадрат метрига бир люмен ёруғлик оқими текис тушган сиртнинг ёритилганлигига айтилади.

Равшанлик

Ёруғлик манбалари нуқтавий бўлмаса, яъни чекли нурланиш сиртига эга бўлганда, сирт равшанлиги (равшанлик) деб айтилувчи катталиқ тушунчаси киритилади. Ёруғлик манбаининг равшанлиги B деб, манба сиртининг юза бирлигига перпендикуляр йўналишда чиқаётган ёруғлик кучига микдор жиҳатдан тенг бўлган физик катталиқка айтилади, яъни:

$$B = I / S. \quad (5)$$

Равшанликнинг ХБ тизимидаги бирлиги қуйидагича:

$$|B|_{\text{хб}} = |I|_{\text{хб}} / |S|_{\text{хб}} = 1 \text{ кд} / 1 \text{ м}^2 = 1 \text{ кд/м}^2.$$

Ёритилганлик қонунлари

Бирор сиртнинг нуқтавий ёруғлик манбаи томонидан E ёритилганлиги, шу ёруғлик манбаининг ёруғлик I кучига ва манбадан сиртгача бўлган R масофага боғлиқ бўлади. Агар нуқтавий ёруғлик манбаи шар шаклидаги сферанинг марказида бўлса, бу сферанинг $S=4\pi R^2$ юзига тенг бўлган ички сиртнинг E ёритилганлиги қуйидагига тенг:

$$E = \Phi/S = 4\pi I/4\pi R^2 = I/R^2. \quad (6)$$

Бу формула ёритилганликнинг биринчи қонунининг ифодаси бўлиб, у қуйидагича таърифланади: Ёруғлик нурлари тик тушаётганда, сиртнинг E ёритилганлиги манбаининг ёруғлик I кучига тўғри пропорционал ва манбадан ёритилаётган сиртгача бўлган масофанинг R квадратига тескари пропорционал бўлади.

Агар сиртга параллел нурлар α бурчак остида тушаётган бўлса, сиртнинг E ёритилганлиги нурлар перпендикуляр жойлашган сиртнинг E_0 ёритилганлиги билан қуйидаги боғланишга эга.

$$E = E_0 \cos\alpha. \quad (7)$$

Бу муносабат ёритилганлик иккинчи қонунининг ифодаси бўлиб, у қуйидагича таърифланади: Параллел ёруғлик нурлари билан ёритилган сиртнинг ёритилганлиги шу сиртга тушаётган нурларнинг тушиш бурчаги косинусига пропорционалдир.

Нуқтавий ёруғлик манбаи учун (7) формуладаги E ни унинг (6) формуладаги қиймати билан алмаштирилса, қуйидаги ифода ҳосил бўлади:

$$E = I / R^2 \cos\alpha, \quad (8)$$

яъни, сиртнинг ёритилганлиги ёруғлик тушиш бурчаги косинусига пропорционалдир.

Қурилманинг баёни ва иш бажариш тартиби

Ушбу лаборатория ишини бажаришдан мақсад люксметр ёрдамида электр лампанинг ёруғлик кучини ўлчаш ва унинг солиштирма қувватини турли электр кучланишларида аниқлаш, ҳамда ёритилганликнинг ёруғлик манбаи, ёруғлик кучига, ҳамда манбадан юзгача бўлган масофага боғлиқлигини ўрганишдан иборат.

Электр лампанинг солиштирма қуввати деб, унинг электр P қувватини лампанинг I ёруғлик кучига бўлган нисбатига айтилади, яъни

$$P_c = P/I. \quad (9)$$

Солиштирма қувват электр лампанинг ёруғлик нурланишидаги тежамкорлигини билдиради ва лампа толасининг қандай моддадан тайёрланганлигига, ҳамда унинг ҳароратига боғлиқ. Лампага берилаётган электр кучланишининг қиймати камайган (электр лампа толасининг ҳарорати пасайган) сари унинг солиштирма қуввати ортиб, фойдали иш коэффиценти пасаяди. Электр лампанинг ёруғлик кучини люксметр ёрдамида (8) формула асосида аниқлаш мумкин. Ёруғлик манбаини, яъни электр лампани нуқтавий ёруғлик манбаи деб олиб, люксметр қабул қилгич сиртига ёруғлик нурларини тик туширсак, у ҳолда (8) формула соддалашади ва $E = I/R^2$ кўринишини олади.

Демак, электр лампанинг ёруғлик кучи

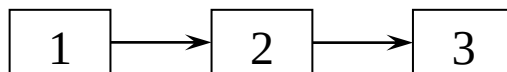
$$I = E \cdot R^2. \quad (10)$$

бўлади. Биз электр лампани люксметр қабул қилгич сиртигача бўлган масофа R ни ва E қабул қилгич сиртининг ёритилганлигини билган ҳолда (10) ифода орқали электр лампанинг ёруғлик кучини аниқлашимиз мумкин.

Электр лампанинг солиштирма қувватини эса (9) ифода бўйича аниқлаш мумкин.

Биз электр лампадан люксметр қабул қилгич сиртигача бўлган R масофани ва ёруғлик I кучини билган ҳолда (9) ифода орқали сиртнинг ёритилганлигини аниқлашимиз мумкин.

Тажрибавий қурилманинг блок чизмаси. 1-расмда берилган. Бу ерда 1-кучланиш ва ток



1 – расм.

қийматлари аниқланиш мумкин бўлган электр таъминот манбаи, 2-ёруғлик кучи аниқланиши зарур бўлган электр лампа, 3-ёритилганликни ўлчовчи люксметр.

Буларнинг барчаси сирпангичлар ёрдамида оптик тагликда жойлаштирилади: Электр лампага берилаётган электр қувват, электр таъминот манбаидаги вольтметр ва амперметр ёрдамида аниқланади.

Машқларни бажариш

1. Қурилмани 1-расмдаги блок чизма асосида йиғинг. Электр ёруғлик лампасига электр таъминот манбаидан кучланиш беринг ва унинг ҳамда электр токининг қийматини ёзиб олинг. Люксметрни электр лампадан 4-5 хил масофаларга қўйиб, унинг кўрсатишларини ёзиб олинг.

2. Электр таъминот манбаи кучланишини бирор микдорга камайтириб, 1-машқдаги ўлчашларни такрорланг.

3. Ҳар бир ўлчашлар учун электр лампанинг ёруғлик кучини ва электр қувватини ҳисоблаб топинг, ҳамда солиштирма қувватини аниқланг.

4. Ордината ўқига солиштирма қувватни, абсцисса ўқига кучланишни қўйиб, солиштирма қувватни кучланишга боғлиқлик графигини чизинг.

5. Ҳар-бир ўлчашлар учун сиртнинг ёритилганлигини аниқланг.

6. Ордината ўқига ёритилганликни, абсцисса ўқига масофани қўйиб, ёритилганликни масофага боғлиқлик графигини чизинг ва қуйидаги жадвални тўлдириг.

1-жадвал

№	I_A	U_B	R_M	$E_{\text{лк}}$	$I_{\text{кд}}$	$P_{\text{вт}}$	$P_{\text{с,вт}}$
1							
2							
3							
4							
5							

Назорат учун саволлар

1. Фотометрия нима?
2. Нуқтавий ёруғлик манбаи деганда нима тушунилади?
3. Ёруғликнинг оқими, кучи ва ёритилганлик деб нимага айтилади, ҳамда уларнинг ўлчам бирликлари қандай?
4. Ёритилганликнинг биринчи ва иккинчи қонунларининг таърифини айтинг.
5. Электр лампанинг солиштирма қуввати нималарга боғлиқ?
6. Тажрибавий қурилмани ва ўлчаш йўллари тушунтириг.
7. Ёритилганликнинг фан ва техникадаги аҳамиятини айтинг.

Адабиётлар

1. Ўлмасова М.Н. Физика. Оптика, атом ва ядро физикаси. 3-китоб, Тошкент, Чўлпон, 2007. §15-§19.
2. Исмоилов М., Юнусов М.С. Элементар физика курси. Олий ўқув юртига кирувчилар ва мустақил шуғулланувчилар учун справочник қўлланма. Т.: Ўқитувчи, 1990.
3. Ландсберг Г.С. Оптика, Т.: Ўқитувчи, 1981.-943 б.
4. Савельев И.В. Умумий физика курси. III қисм. Тошкент, Ўқитувчи, 1976. §6-§7.
5. Королев Ф.А. Физика курси. Оптика, атом ва ядро физикаси. Тошкент, Ўқитувчи, 1978. §10-§11.

Лаборатория иши № 2

Мавзу: Йиғувчи ва сочувчи линзаларнинг фокус масофасини аниқлаш.

Ишни бажаришдан мақсад: Йиғувчи линзанинг фокус масофасини, буюмнинг линзадан ва унинг тасвир катталигига, ҳамда линза билан тасвир орасидаги масофани ўзгаришга қараб аниқлаш.

Керакли асбоб ва ускуналар: Йиғувчи линза, масштабни чизғич, экран, ёритгич.

Ишга оид назарий маълумотлар

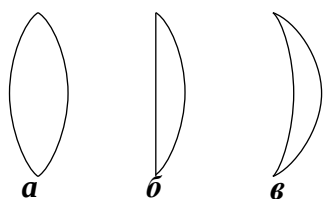
Амалиётда ёруғлик нури икки муҳитнинг текис чегарасида синиши билан бир қаторда сферик сиртларда синишидан ҳам кенг кўламда фойдаланилади.

Линза-бу икки сферик сиртлар билан чегараланган, ёруғлик нурлари учун шаффоф бўлган жисм.

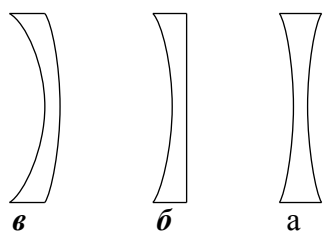
Линзаларнинг турлари. Линза икки қавариқ эгрилик радиуслари тенг бўлган сферик сиртлар билан чегараланган бўлиши мумкин (икки ёқлама қавариқ линза, 1-а расм), қавариқ сферик сирт ва текислик билан чегараланган (текис-қавариқ линза, 1-б расм), эгрилик радиуслари турлича

бўлган қавариқ ва ботиқ сферик сиртлар билан чегараланган (ботиқ қавариқ линза, 1-в расм) бўлиши мумкин. Бу линзаларнинг ўртаси четларига нисбатан қалинроқ бўлади ва шунинг учун уларни қавариқ линзалар деб айтилади. Ўрталари четларига нисбатан юпка бўлган линзалар ботиқ линзалар деб айтилади. Ботиқ линзаларнинг уч турининг кўриниши 2-расмда келтирилган: иккиёқлама ботиқ-а, текис ботиқ-б ва қавариқ ботиқ - в. Қавариқ линзалар - нурларни йиғувчи линзалар, ботиқ линзалар - нурларни сочувчи линзалар дейилади.

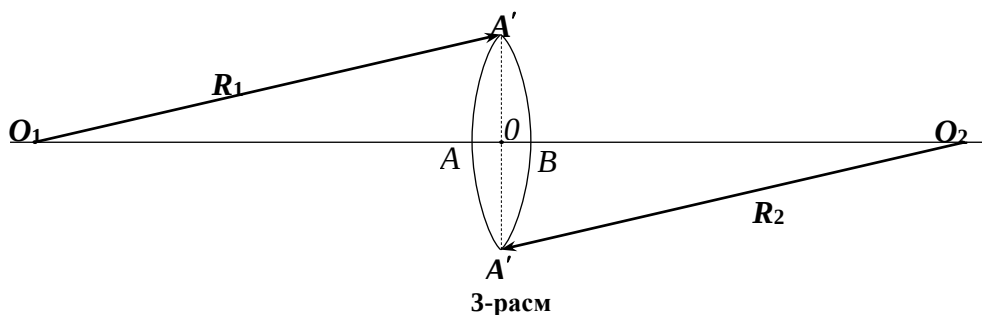
Юпка линза. Агар линзанинг қалинлиги $h=AB$ (3-расм), линзани чегараловчи сферик сиртларнинг эгрилик радиуслари R_1 ва R_2 га нисбатан эътиборга олмаса ҳам бўладиган даражада кичик бўлса, бундай линза юпка линза дейилади. Юпка линзадаги A ва B нуқталар орасининг ўртасидаги O нуқтани линзанинг оптик маркази деб айтиш қабул қилинган. Линзанинг бу оптик марказидан ўтган ёруғлик нури амалда



1 - расм



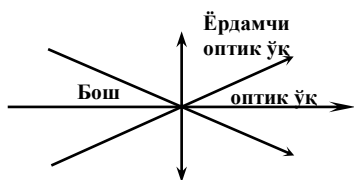
2 - расм



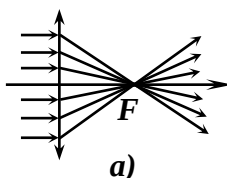
3-расм

синмайди. Линзани чегараловчи сферик сиртларнинг марказларидан ўтувчи O_1O_2 тўғри чизик линзанинг бош оптик ўқи деб айтилади. Бош оптик ўқ линзанинг оптик марказидан ўтади ва линзани симметрик қисмларга ажратувчи $A'A'$ текисликга тик йўналган бўлади. Линзанинг оптик марказидан ўтувчи ҳар қандай ихтиёрий чизик ёрдамчи оптик ўқ деб айтилади (4-расм). Бундан кейин йиғувчи линза 4-расмда кўрсатилган символ билан, сочувчи линза эса 8-расмдаги символ билан берилади.

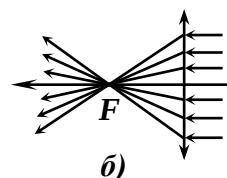
Йиғувчи линза. Одатда линзалар олий сифатли шишадан ясалади. Қавариқ линзалар йиғувчи линзалар бўлади. Қавариқ линзанинг бош оптик ўқиға параллел бўлган нурлар дастасидан ўтса, бу нурлар линзанинг бош оптик ўқи томон оғиб, ундан синиб чикқач, бир нуқтада кесишади (5-расм). Йиғувчи линзанинг бош оптик ўқиға параллел бўлиб тушадиган нурлар, линзада сингандан



4 - расм



а)

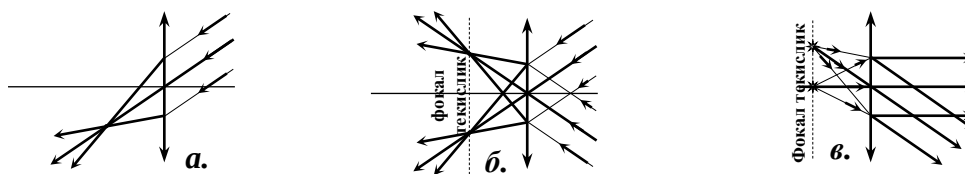


б)

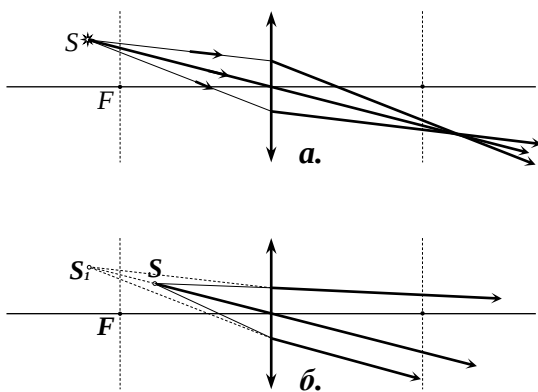
5 - расм

сўнг кесишув нуктаси, линзанинг бош фокуси деб айтилади. Бу нукта F ҳарфи билан белгиланади (5-а расм). Линзанинг бош оптик ўқиға параллел бўлган нурлар дастасини қарама-қарши томондан юборилса, бу нурлар дастаси линзадан ўтгач, улар кесишган нукта линзанинг бошқа бир бош фокуси бўлади (5-б расм). Демак, қавариқ линзада иккита бош фокус бўлар экан. Бир жинсли муҳитда бу бош фокуслар симметрик қавариқ линзанинг икки томонида линза марказидан бир хил масофада жойлашади. Бу масофа линзанинг фокус масофаси дейилади; фокус масофа F ҳарфи билан белгиланади.

Агар бир-бирига параллел учта нурни бош оптик ўққа бирор бурчак остида юборсак, нурлар бош фокусда эмас, бошқа нуктада кесишганини кўрамиз (6-а расм). Худди шунингдек бош оптик ўққа бошқа бирор бурчак остида учта ўзаро параллел нур юборсак улар линзадан синиб ўтиб кесишув нукталари бош оптик ўққа перпендикуляр бўлган ва бош фокусдан ўтувчи текисликда жойлашади



6 - расм



7 - расм

(6-б расм). Бу текислик линзанинг фокал текислиги деб айтилади. Нуктавий ёруғлик манбаини линзанинг фокусига (ёки фокал текислигининг ихтиёрий нуктасига) жойлаштирилса, синган нурлар параллел ҳолда тарқалади (6-в расм). Агар нуктавий ёруғлик манбаи линза фокусидан нарида жойлашган бўлса, линзадан ўтган нурлар кесишувчи нурлар бўлиб, ҳақиқий тасвир ҳосил қилади (7-а расм). Агар нуктавий ёруғлик манбаи линза фокусидан берида турса, синган нурлар ёйилади ва мавҳум тасвир ҳосил бўлади (7-б расм).

Сочувчи линза. Ботиқ линзалар сочувчи линзалар ҳисобланади. Линзанинг бош оптик ўқиға параллел нурлар юборилса, улар линзада сингандан сўнг ёйилувчи (8-а расм), уларнинг давомлари эса сочувчи линзанинг бош фокусидан кесишувчи нурлар бўлади. Бу ҳолда бош фокус мавҳум бўлади (8-а расм)



8 -расм

ва линзадан F масофада жойлашади. Иккинчи мавҳум бош фокус, агар линза симметрик линза бўлса ҳамда линзанинг иккала томонидаги муҳит бир хил бўлса, шу линзанинг иккинчи томонидан айнан шундай масофада жойлашади (8-б расм).

Линзанинг оптик кучи. Линзанинг фокус масофасига тескари бўлган катталиқ линзанинг оптик кучи деб айтилади ва D ҳарфи билан белгиланади:

$$D=1/F.$$

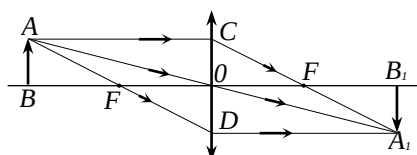
Линзанинг фокус масофалари қанчалик кичик бўлса, линза нурларни йиғиб ёки сочиб шунчалик кучли синдиради ва линза оптик кучининг абсолют қиймати шунчалик катта бўлади. Линзанинг D оптик кучи диоптрия (дптр) билан ифодаланади. Фокус масофаси 1 м бўлган линзанинг оптик кучи 1 дптр бўлади.

Линзада тасвир ясаш

Юқорида кўрганимиздек, буюмнинг бирор нуктасидан чиққан ҳамма нурлар линзадан ўтиб, бир нуктада кесишади. Юпқа линза худди ана шу хоссаси туфайли буюмнинг ихтиёрий нуктаси тасвирини ва демак, бутун буюмнинг тасвирини беради.

Фокуслари ва оптик маркази маълум бўлган йиғувчи линза ёрдамида ҳосил қилинадиган тасвирларни ясаш учун нурларнинг асосан учта туридан фойдаланиш мумкин. Юқорида айтиб ўтилгандек, бош оптик ўққа параллел бўлган нурлар линзада сингандан сўнг унинг фокусидан ўтади. Нурлар йўлининг қайтувчанлигидан линзага унинг фокуси орқали боровчи нурлар сингандан сўнг бош оптик ўққа параллел равишда йўналади, деган хулоса чиқади. Ниҳоят, линзанинг оптик маркази орқали ўтувчи нурлар ўз йўналишини ўзгартирмайди. Улар фақат параллел равишдагина силжийди, юпқа линза бўлган ҳолда бу силжиш катта бўлмайди ва уни ҳисобга олмаса ҳам бўлади.

Берилган AB буюмнинг тасвирини ҳосил қилишни кўриб чиқайлик (9-расм). A нуктани тасвирини топиш учун AC нурни линзанинг бош оптик ўқига параллел ҳолда йўналтирамиз. Бу нур сингандан сўнг линза фокуси орқали ўтади. Иккинчи AD нурни фокус орқали йўналтириш



9 - расм

мумкин. Бу нур сингандан сўнг линзанинг бош оптик ўқига параллел равишда кетади. Бу иккала синган нурларнинг кесишув нуктасида A нуктанинг тасвири A_1 бўлади. Тасвирнинг қолган ҳамма нукталарини ҳам худди шу тарзда ҳосил қилиш мумкин. Тасвир икки ёки уч нурдан ҳосил бўлади деб ўйлаш ярамайди. Тасвир A нуктадан чиқиб, A_1 нуктага йиғиладиган саноксиз нурлардан ҳосил бўлади. Жумладан A_1 нуктага линзанинг оптик

маркази O дан ўтувчи AOA_1 нур тушади. Шундай қилиб, нуктанинг тасвирини ясаш учун линза орқали борадиган йўли маълум бўлган қуйидаги уч хил нурларнинг исталган иккитасидан фойдаланиш мумкин:

- 1) линзани оптик марказидан ўтувчи нур;
- 2) линзага унинг бош оптик ўқига параллел равишда йўналган нур;
- 3) линзанинг фокусидан ўтувчи нур.

Юпқа линзанинг формуласи. Линзанинг катталаштириши

Учта катталикини: буюмдан линзагача бўлган d масофани, тасвирдан линзагача бўлган f масофани ва фокус масофа F ни бир-бирига боғловчи формулани келтириб чиқарамиз. AOB ва A_1B_1O учбурчакларнинг ўхшашлигидан (9-расмга қаранг):

$$BO/OB_1 = AB/A_1B_1$$

COF ва FA_1B_1 учбурчакларнинг ўхшашлигидан:

$$CO/A_1B_1 = OF/FB_1$$

$AB=CO$ бўлгани учун

$$AB/A_1B_1 = OF/FB_1$$

Бундан

$$BO/OB_1 = OF/FB_1$$

ёки

$$d/f = F/(f-F).$$

Содда шакл алмаштиришлардан сўнг:

$$fF + Fd = fd.$$

Ҳосил қилинган ифоданинг барча ҳадларини Ffd кўпайтмага бўлсак, қуйидаги муносабат чиқади:

$$1/d + 1/f = 1/F, \tag{1}$$

$$F = fd/(f+d) = 1/D. \tag{2}$$

Юқоридаги (1) ёки (2) муносабатни юпқа линза формуласи деб аташ қабул қилинган. Қуйидаги d , f ва F катталиклар мусбат бўлиши ҳам, манфий бўлиши ҳам мумкин. Исботсиз шуни таъкидлаб ўтиш мумкинки, линза формуласи татбиқ этилар экан, ҳадлар олдида қуйидаги қоида асосида ишоралар қўйиш лозим. Агар линза йиғувчи бўлса, унинг фокуси ҳақиқий бўлади ва $1/F$

ҳад олдиға "плюс" ишора қўйилади. Линза сочувчи бўлганда $F < 0$ бўлади ва (1) формуланинг ўнг қисмида манфий $-1/F$ катталиқ туради.

Агар тасвир ҳақиқий бўлса, $1/f$ ҳад олдиға "плюс" ишора, агар тасвир мавҳум бўлса, "минус" ишора қўйилади. Ниҳоят, ёруғлиқ чиқарувчи нукта ҳақиқий бўлса, $1/d$ ҳад олдиға "плюс" ишора, агар у мавҳум бўлса (яъни линзадан ўтувчи нурларнинг давомлари бир нуктада кесишувчи, яқинлашувчи нурлар дастаси тушса), "минус" ишора қўйилади.

Ушбу F , f ёки d номаълум бўлса, тегишли $1/F$, $1/f$ ёки $1/d$ ҳадлар олдиға "плюс" ишора қўйилади. Аммо фокус масофани ёки линзадаги тасвиргача ёхуд манбагача бўлган масофани ҳисоблаб топиш натижасида манфий катталиқ чиқса, демак, фокус, тасвир ёки манба мавҳум бўлган бўлади.

Линзанинг катталаштириши

Линза ҳосил қиладиган тасвир, одатда, тасвири туширилган буюмдан катта-кичиклиги жиҳатдан фарқ қилади. Буюм билан унинг тасвири ўлчамлари орасидаги фарқ катталаштириш деган тушунча билан характерланади. Тасвирнинг чизикли ўлчамининг буюмнинг чизикли ўлчамига нисбати чизикли катталаштириш деб аталади. Чизикли катталаштиришни топиш учун яна 8-расмга муроҷат қиламиз. Агар АВ буюмнинг баландлиги h га; АВ буюм тасвирнинг баландлиги эса H га тенг бўлса, у ҳолда

$$H = h / \Gamma, \quad (3)$$

нисбат чизикли катталаштириш бўлади.

АОВ ва ОАВ учбурчакларнинг ўхшашлигидан қуйидаги муносабат келиб чиқади:

$$H/h = f/d.$$

Бинобарин, линзанинг катталаштириши тасвирдан линзагача бўлган масофанинг линзадан буюмгача бўлган масофага нисбатига тенг:

$$\Gamma = f/d. \quad (4)$$

Қурилманинг баёни ва ишнинг бажариш тартиби

Горизантал вазиятдаги оптикавий тағлиқ устида унинг сирпангичларига ўрнатилган линза, экран, ва махсус ёритгич бемалол силжишлари мумкин. Ёритгичнинг олд деворида ўзаро кўндаланг жойлашган тирқишлар бўлиб, бу тирқишлар ёритгичдаги электр лампочка воситасида ёритилади.

Бу ўзаро кўндаланг жойлашган тирқишлар ёритилгандан сўнг буюм вазифасини ўтайди ва унинг тасвири ўрганилаётган линза воситасида ҳосил қилинади.

Бу асбобларнинг ҳаммаси шундай жойлаштирилганки, уларнинг марказлари бир хил баландликда, экраннинг текислиги оптикавий тағлиқнинг узунлигига перпендикуляр, линзанинг ўқи эса тағлиққа параллел вазиятда туради. Асбоблар орасидаги масофалар сирпангичлардаги кўрсаткичлар воситасида тағлиқ бўлаб жойлашган шкалалар (масштаблар) чизгичга қараб топилади.

Йиғувчи линзанинг фокус масофаси қуйидаги усуллар билан топилади.

1-усул. Фокус масофасини линза билан буюм ва линза билан тасвир орасидаги масофаларга қараб аниқлаш. Агар линза билан асбоб орасидаги масофани d деб ва линза билан тасвир орасидаги масофани f деб белгиласак, у ҳолда бу линзанинг фокус масофаси

$$1/F = 1/d + 1/f, \quad (5)$$

ёки

$$F = fd / (f + d), \quad (6)$$

формула билан ифодаланади (бу формула линзанинг қалинлиги d ва f катталиқларга нисбатан кичик бўлгандагина тўғридир).

Ўлчамлар. Шкалалар экранни ёриткичдан (буюмдан) узоқроқ ўрнатиб, уларнинг орасига линза қўйилади ва экранда ўзаро кўндаланг тирқишларнинг тасвирлари аниқ кўрингунча линза у ёқ бу ёққа сурилади. Тағлиқ бўйлаб ўрнатилган чизгичдан линза, экран ва буюмнинг вазиятлари аниқланиб, ёриткич ва экран ўрнатилган сирпангичлар бошқа жойга кўчирилади, сўнгра линзанинг ҳамда бошқа ҳамма асбобларнинг тегишли вазиятлари яна қайтадан топилади.

Тасвирнинг яққоллигини кўз билан чамалаб баҳолашнинг жуда ҳам аниқ бўлмаслигини назарга олиб, ўлчамларни камида етти марта такрорлаш тавсия қилинади. Бундан ташқари, ушбу усулни қўллашда ўлчамларнинг бир қисмида кўндаланг тирқишларнинг тасвирини каттароқ

иккинчи қисмида кўндаланг тирқишлар тасвирини аслидан кичикроқ қилиб ҳосил қилган ҳолда бажариш фойдалидир.

Айрим ўлчаш натижаларининг ҳар бирини (6) формулага қўйиб, линзанинг фокус масофаси аниқланади ва топилган натижаларнинг ўрта арифметик қиймати олинади.

2-усул. Фокус масофасини буюм ва унинг тасвири катталигига ҳамда линза билан тасвир орасидаги масофага қараб аниқлаш. Буюмнинг катталигини h , тасвирнинг катталигини H ва улардан линзагача бўлган масофани мос равишда d ва f деб белгилаймиз. Бу катталикларнинг ўзаро боғланиши бизга маълум бўлган

$$H/h=f/d,$$

муносабат билан ифодаланади. Бундан d ни (буюм билан линза орасидаги масофани) аниқлаб, уни (5) формулага қўйсак, бу учта катталик орқали F нинг

$$F=fh/(H+h), \quad (7)$$

ифодасини топиш осон.

Ўлчаешлар. Линзани экран билан буюм (яъни ўзаро кўндаланг тирқишлар) орасига шундай жойлаштириш керакки, бунда экранда ёритгичдаги ўзаро кўндаланг тирқишларнинг анча катталашган тасвири ҳосил бўлсин, сўнгра линза ва экраннинг вазияти аниқланади. Буюмнинг ва тасвирнинг катталиги чизгич ёрдамида ўлчанади. Тасвир билан линза орасидаги масофа хисобланиб, (7) формула бўйича линзанинг фокус масофаси топилади.

Буюм текислигидан экрангача масофани ўзгартириб, тажриба бир неча марта такрорланади. 1-усул.

2-жадвал

№	f	d	F	$\bar{F}$	ΔF	$\Delta \bar{F}$	$N = \frac{\Delta \bar{F}}{\bar{F}} \cdot 100\%$
1							
2							
3							
4							
5							

2-усул.

3-жадвал

№	F	d	h	H	F	$\bar{F}$	ΔF	$\Delta \bar{F}$	$N = \frac{\Delta \bar{F}}{\bar{F}} \cdot 100\%$
1									
2									
3									
4									
5									

Назорат учун саволлар

1. Юпқа линза деб нимага айтилади?
2. Линзаларнинг қандай турлари бор?
3. Линзанинг бош оптик ўқи, фокуси ва фокал текислиги деб нимага айтилади?
4. Юпқа линза формуласини келтириб чиқаринг?
5. Линзанинг оптик кучи деб нимага айтилади?
6. Линзанинг фокус масофасини аниқлаш усуллари тушунтиринг.

Адабиётлар

1. Ландсберг Г.С., Оптика: Т.: Ўқитувчи, 1981. § 76-§ 78
2. Физикадан практикум, Электр ва оптика, проф.В.И.Иверонова таҳрири остида. Т.: Ўқитувчи, 1979.,
3. Савельев И.В. Умумий физика курси. III қисм. Тошкент, Ўқитувчи, 1976. §6-§7.
4. Королев Ф.А. «Физика курси, Оптика, атом ва ядро физикаси», Тошкент, Ўқитувчи, 1978, § 31
5. Годжаев Н.М. «Оптика». М.: Высшая школа, 1977.
6. Калитеевский Н.Н. «Волновая оптика». М.: Наука. 1978.

Лаборатория иши № 3

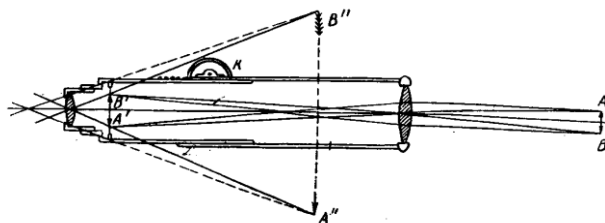
Мавзу: Оптикавий трубанинг ва микроскопнинг катталаштиришини аниқлаш.

Ишни бажаришдан мақсад: Талабаларга микроскопнинг ва кўриш трубагининг катталаштиришини аниқлашдаги турли усуллари билан таништиришдан иборат.

Керакли асбоб ва ускуналар: Оптик труба (бинокль), масштабни катта деворга ёки тагликка ўрнатилган линейка, рулетка.

Ишга оид назарий маълумотлар

Оптикавий труба ва микроскоп, асосан иккита линзадан иборат оптикавий система бўлиб, бу линзаларнинг биринчиси (объектив) кўзатилаётган объектга қаратилади ва АВ предметнинг тўнтарилган ҳақиқий тасвири ҳосил қилади (10-расм).

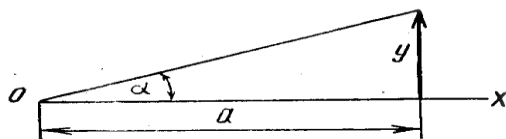


10-расм.

Ушбу тасвир (А'В') ўз навбатида иккинчи (окуляр) учун предмет бўлиб хизмат қилади. Бу окуляр худди лупа каби ишлайди ва кузатувчининг кўзидан аниқ кўриш масофасида А'В' нинг мавҳум катталашган А'' В'' тасвири ҳосил қилади.

Майда предметларни яқиндан кузатишга мўлжалланган микроскопнинг объективи қисқа фокуслидир. Кузатиладиган предмет объектив олдида фокусдан сал узоқроқ масофага қўйилади. Натижада А' В' тасвир катталашган бўлиб кўринади. Трубанинг анча узоқдаги (фокус масофасидан икки мартадан ортиқроқ масофадаги) предметларни кузатишда ишлатиладиган объективи узун фокусли қилиб олинади. Бунда объектив ҳосил қиладиган А' В' тасвир анча кичиклашган бўлади.

Оптикавий система ҳосил қиладиган катталаштиришни характерлаш учун кўриш бурчаги деб аталувчи катталиқдан фойдаланилади. α - кўриш бурчаги деб А нуктадан жойлашган кўзга (11-расм) ОХ ўққага перпендикуляр бўлган у- предметнинг ёки предмет тасвирининг кўриш бурчагига айтилади. α катталиқ $\operatorname{tg} \alpha = \frac{y}{a}$ тенгламадан топилади. Бунда а – предмет билан кўз оралиғидаги масофа.



11-расм.

Оптикавий система ҳосил қиладиган тасвир кўринадиган кўриш бурчаги тангенс, қуролсиз кўзга предмет кўринадиган кўриш бурчаги тангенс нисбати системанинг бурчак катталаштириш дейилади. Қуйида трубалар ва микроскопларнинг бурчак катталаштиришининг аҳамияти ҳақида масала кўрилади. Асбобни фокуслаш, яъни асбобни тасвир аниқ кўринадиган қилиб созлаш ёки объектив билан окуляр орасидаги масофани ўзгартириш (трубадан), бутун асбобни объективга нисбатан силжитиш (микроскопни) йўли билан бажарилади. Бу ишларнинг иккаласи ҳам одатда катта К кремольера воситасида бажарилади (10-расм). Кремольера асбобнинг кўзғалмас қисмига ўрнатилган тишли ғилдиракдан иборат бўлиб, уни бураганда асбобнинг кўзғалувчан қисми унга бириктириб қўйилган тишли рейка воситасида силжитади.

Ўлчашларда оптикавий асбобларнинг турли усуллардан фойдаланиш мумкин. Энг содда усуллардан бири шундан иборатки, бунда трубадан ёки микроскопдан ўлчанаётган предметга бевосита унинг ёнида турган шкала билан бирга қаралади. Объект билан шкала биргаликда ва бир хил катталаштирилиб қаралаётганлиги туфайли бу ҳолда объектнинг вазияти шкалада анча аниқ топилади. Трубанинг кўрсатишини кўриш трубаesi ёрдамида топиш бунга яққол мисол бўла олади.

Труба ва микроскоплар ўлчаш қисми сифатида якка-якка ишлатилганда бироз бошқачароқ тадбиқ этилади. Бундай ҳолда уларнинг окуляри крест билан таъминланади. Крест окуляр ёки

кўз линзасининг фокал текислигига яқин ўрнатилган шиша пластикага чизилган ўзаро перпендикуляр иккита жуда ингичка чизиқлардан иборат. Оптикавий асбобнинг (труба, микроскоп) силжитиш билан объектнинг исталган нуқтаси тасвири крест чизиқлари кесишишган нуқта билан устма-уст тушириш мумкин. Бу силжитиш махсус шкалага қараб топилиши мумкин бўлиб, бу эса объектнинг ҳар қандай икки нуқтаси орасидаги масофанинг топишига имкон беради. Труба ва микроскоп окуляр микрометр деб аталувчи асбоб билан бирга қўшилиб яқин масофаларни ўлчашда тез-тез қўлланиб туради. Окуляр микрометри миллиметрларга бўлинган ясси шиша пластинкадан иборатдир. Ҳар бир миллиметрли бўлимга рақам ёзилган ва у 10 қисмга бўлинган. Окуляр микрометри одатда окулярнинг фокал текислиги билан устма-уст тушувчи диафрагма текислигига жойлаштирилади. Уларга объектнинг объективи ҳосил қилган тасвири проекцияланади. Объектнинг катталигини ўлчаш учун микрометрнинг бўлим қийматини яъни микрометрнинг ёнма-ён турган икки чизиғи орасидаги масофани ва асбоб объектини берадиган катталаштиришни билиш керак. Бироқ агар кўриш трубаси ёки микроскоп ўзлари берадиган катталаштириш ўзгармас бўлган шароитда тадбиқ этилаётган бўлса, у ҳолда микрометр бўлимининг бирор эффектив қийматини объектив ҳосил қилувчи катталаштиришни ҳисобга олган ҳолда топиш мақсадга мувофиқдир. Бу катталик қуйидагича топилади. Асбоб кейинчалик кузатиладиган объект жойлаштириладиган масофада, ўз ўқига ҳақиқий тасвир ҳосил қиладиган муайян ℓ - бўлимли шкала тўғирланади. Микрометрнинг шкала бўлимлари тасвир билан аниқ устма-уст тушган тасвирининг иккита бўлими топилади. Бўлимлар орасида микрометрнинг n -та шкаласининг m -та бўлими бўлсин деб фараз қилайлик, унда $n\ell' = m\ell$ деб ёзиш мумкин. Демак, бу хил катталаштирилишда микрометр қиймати $\ell' = \frac{m}{n}\ell$ бўлади. Асбобдан бошқа шароитларда фойдаланишда микрометр бўлимининг қийматини ё қайта аниқлаш ё асбоб объективи ҳосил қиладиган катталаштиришнинг ўзгаришини ҳисобга олиш лозим.

Окуляр микрометр бўлган асбоблардан фойдаланишга объектнинг фокуслашдан олдин окулярнинг кўз линзасининг тегишли равишда силжитиб микрометрнинг ўзини фокуслаб олиш керак, чунки у одатда асбоб ичида қўзғалмас қилиб ўрнатилаган бўлади.

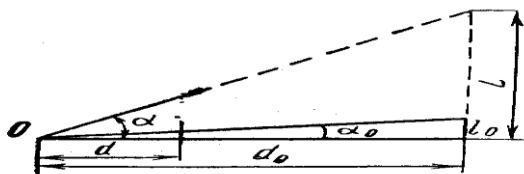
Окулярни бурама микрометрда окулярдаги линзанинг фокал текислиги яқинида шиша пластинкага чизилган икки чизиқдан иборат қийшиқ крестли кичикроқ рамка бўлади. Рамка микрометрик винтли барабан ёрдамида кўриш майдонида силжитилади. Барабаннинг бир айланиши, одатда крест марказининг миллиметр силжишига тўғри келади. Барабаннинг сирти 100 бўлакка бўлинган, демак крестнинг силижиши 0,01 миллиметргача яқинликда ҳисоблаш мумкин. Шубҳасиз бу микрометр билан ўлчашда ҳам, объектнинг тасвири микрометр крести текислигига объектив воситасида қанчалик катталаштириб проекцияланаётганини ҳисобга олиш мумкин (бурама микрометрни микроскоп билан қандай қилиб ишлатиш ҳақида мазкур вазифанинг сўнгги машқи тавсифига қаранг).

I – машқ

Оптикавий трубанинг катталаниши аниқлаш

Бу вазифада оптикавий трубанинг катталаштириши икки усулда топилади.

Биринчи усул. Айтайлик l_0 – кузатувчининг 0 нуқтадаги кўзида, d_0 – масофада турган предмет, L – предметнинг трубада кўринадиган ва 0 дан d – масофагача бўлган тасвири, α_0 – предметнинг кўриниш бурчаги бўлсин (12-расм).



12-расм.

Таърифга биноан катталаштириш:

$$D = \frac{tg \alpha}{tg \alpha_0} = \frac{l}{d} : \frac{l_0}{d_0} = \frac{ld_0}{dl_0},$$

l – тасвирни маркази 0 нуктадаги маркази проекцияси воситасида предмет текислигига шундай проекциялаймизки, бунда l – тасвирнинг ҳамма нукталари бу нукталарни кузатувчининг кўзи билан туташтирувчи нурлар бўйлаб жойлашсин. Шунда проекцияланган тасвир L – вазиятни олади. Равшанки, бу проекциянинг кўриниши бурчаги α , кўздан йироқлиги эса α_0 бўлади. Бу ҳолда катталаштириш

$$D = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha_0} = D = \frac{L}{l_0};$$

Агар предмет битта бўлимининг узунлиги бўлган шкаладан иборат бўлса, унда бу бўлимнинг тасвирини шу шкаланинг ўзига проекциялаб, бўлимнинг узунлиги L – бўлган тасвир ҳосил қиламиз, бунда $L > l_0$. Энди шкалада предметнинг n -та тасвирнинг N -та бўлимига тўғри келувчи кесмани танлаб олсак, у ҳолда $nl_0 = NL$ тенгликни, бинобарин

$$D = \frac{L}{l_0} = \frac{n}{N}; \quad (1)$$

тенгликни ёза оламиз, булардан n ва N – бутун сонлар ва $n > N$.

Агар предмет 12-расмдагидек эмас, балки асбоб ўқини кесиб ўтадиган ҳолда жойлашган бўлса, (1) ифода ўзгармайди: тегишлича яшаш йўли билан бунга ишонч ҳосил қилиш мумкин.

Ўлчашилар. Трубани бир неча метр наридаги бўлимли чизғич аниқ кўриладиган қилиб, тўғирлаб бир кўз билан трубадан чизғичнинг тасвирига, иккинчи кўз билан бевосита чизғичга қаралади. Аммо бунда кўзни шундай ўрнатиш керакки, бунда трубадан кўринаётган тасвир бевосита қарашда кўринаётган чизғич билан устма-уст тушаётган бўлсин. Сўнгра чизғичнинг тасвиридаги N -та бутун бўлимга чизғич шкаласида унга мос келадиган n -та бўлим аниқланади. D – катталаштириш (1) формуладан ҳисобланади.

Иккинчи усул. Маълумки оптикавий трубанинг бурчак катталаштириши билан, унинг таркибидаги линзаларнинг фокус масофалари орасидаги

$$D = \frac{f_1}{f_2},$$

муносабат мавҳум бўлиб, бунда f_1 – объективнинг бош фокус масофаси, f_2 – окулярнинг бош фокус масофаси. Бундан ташқари труба чексизликка тўғирлаганда, узунлиги α -ни яъни объект билан окуляр оралиғини $f_1 + f_2$ га тенг ҳисоблаш мумкин. Агар чексизликка тўғирланган трубанинг объективини чиқариб олинса, унинг ўрнида муайян L – катталиқдаги ҳақиқий тасвири ҳосил бўлади. Линзани катталаштириш формуласига асосан

$$L:l = (f_1 + f_2):b;$$

(2)

ифода ва бундан ташқари

$$\frac{1}{f_1 + f_2} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}; \quad (3)$$

га эга бўламиз. (2) ва (3) тенгликлардан b -ни йўқотиб

$$\frac{L}{l} = \frac{f_1}{f_2}; \quad (4)$$

муносабатни ҳосил қиламиз.

Ўлчашилар. Труба чексизликка, яъни узоқдаги буюм предмети аниқ кўринадиган қилиб тўғирланади. Трубанинг объективи чиқариб олиниб, унинг ўрнига ромб шаклидаги тирқишга эга бўлган диафрагма ўрнатилади, труба ёритилган бирон равшан предметга, масалан, трубанинг катталаштиришини биринчи усулда аниқлашда фойдаланилган шкаланинг ўзига тўғирланади. Штативга ўрнатилган лупа микрометрнинг шкаласи аниқ кўринадиган қилиб, фокусланади ва лупанинг трубаси окулярига томон силжитиб, микрометр шкаласида ромб тасвирининг яққол кўринишига эришилади. Ромб диагоналлариининг микрометр шкаласида қанча бўлимга тўғри келганлиги аниқланади. Диагоналлариининг узунлиги диафрагмада чизғич ёки штангенциркуль билан бевосита ўлчанади. Агар ромб диагоналлариининг узунликлари L_1 ва L_2 тасвирларининг микрометр шкаласидаги узунликлари l_1 ва l_2 бўлса, унда трубанинг катталаштириши

$$D = \frac{\frac{L_1 + L_2}{l_1 + l_2}}{2}; \text{ бўлади.}$$

II-машқ

Оптикавий трубанинг кўриш майдонини аниқлаш

Трубанинг майдонини аниқлаш учун уни бўлимли девор чизғичга фокуслаб, бу чизғичнинг нечта бўлими трубада кўринаётганлиги қайд қилинади. Сўнгра рулетка ёрдамида труба объективи билан чизик орасидаги масофа ўлчанади. Агар чизғичнинг трубада кўринган бўлимлари сони n – труба билан чизғич орасидаги масофа L – бўлса, у ҳолда оптикавий трубанинг градусларида ифодаланган кўриниш майдони

$$a = 57,3 \cdot \frac{n}{L};$$

формула воситасида аниқланади.

4-жадвал

1-машқ , 1-усул				
l_0	L_0	N	N	D
2-усул				
l_1	L_2	L_1	L_2	D
2-машқ				
N	L			a

Ўз-ўзини синаш учун саволлар

1. Ишнинг мақсади ва бажарилиш тартиби.
2. Геометрик оптиканинг асосий қонунлари.
3. Кўриш трубасининг (бинокль) оптик схемасини чизиб тушунтиринг.
4. Микроскопнинг ажрата олиш қобилиятини тушунтириш.
5. Микроскоп билан кўриш трубасининг бир-биридан фарқи нимада?
6. Предметни лупа орқали қараганда уни қандай жойлаштирилади? Лупа нима?
7. Микроскопнинг катталаштиришини қайси формула билан ҳисобланади?

Адабиётлар

1. И. В. Савельев «Умумий физика курси» 3-том. Тошкент, 1976.
1. С. Э. Фриш «Умумий физика курси» 3-том. Тошкент, 1978.
2. И. В. Иверенова «Физикадан практикум» Тошкент, 1978 .
3. Н. Н. Майсова «Умумий физика курсидан практикум» 1963.
4. Г. С. Ландберг «Оптика» Тошкент, Ўқитувчи. 1981.

Лаборатория иши № 4

Мавзу: Сууюкликлар ва каттиқ жисмларнинг синдириш кўрсаткичини ва ўртача дисперсиясини

ИРФ-454 рефрактометри ёрдамида аниқлаш.

Ишни бажаришдан мақсад: ИРФ-454 рефрактометри ёрдамида, ёруғлик нурининг тўлиқ қайтишидан фойдаланиб, сууюкликларнинг ва каттиқ жисмларнинг синдириш кўрсаткичини ва ўртача дисперсиясини аниқлаш.

Керакли қурилмалар ва асбоблар: техник Аббе рефрактометри, ёруғлик манбаи, шишалар тўплами, номаълум синдириш кўрсаткичли сууюкликлар (сув, глицерин, этил спирти, метил спирти), монокромнафталин, тоза сув.

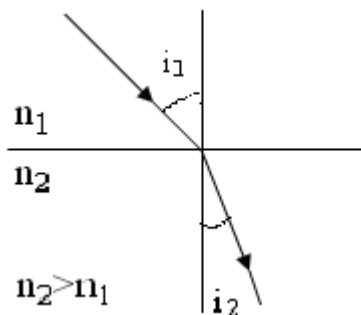
Иш тўғрисида умумий тушунча

Ёруғликнинг синиш ҳодисаси икки муҳитни чегарасида юз беради. Чегарадан ёруғлик нури ўтаётганида унинг тарқалиш йўналиши сакрашсимон ўзгаради. Бундай ҳодисага ёруғликнинг синиши ёки рефракция деб аталади, яъни муҳитда синдириш кўрсаткичи градиенти мавжуд бўлганда, ёруғликнинг тарқалиш йўналишининг бир текис ўзгариши кузатилади. Ёруғликнинг синиши қуйидаги қонунга бўйсунди: ёруғликнинг тушиш бурчагининг синусини синиш бурчаги синусига нисбатига тенг; тушган ва синган нурлар чегара сиртининг нур тушиши нуқтасига ўтказилган перпендикуляр билан битта текисликда ётади. Синиш қонунининг математик ёзилиши қуйидагича (13-расм):

$$\frac{\sin i}{\sin i'} = \frac{n_2}{n_1} = n_{2,1}; \quad (1)$$

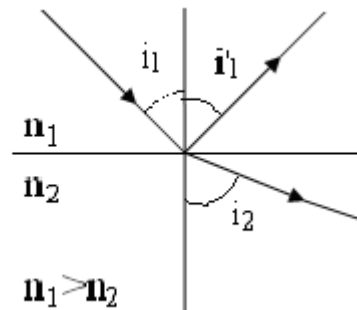
бу ерда n_1 ва n_2 биринчи ва иккинчи муҳитнинг абсолют синдириш кўрсаткичи. Агар ёруғлик нури оптик зич муҳитдан, зич бўлмаган муҳитга тушаётган бўлса, ($n_1 > n_2$) унда $i < i'$. Бу ҳолат 14-расмда тасвирланган.

Агар тушиш бурчаги i ни оширсак, унда синиш бурчаги $i' = 90^\circ$ га, i бурчакка қараганда аввалроқ эришади. Бу ҳолда ёруғлик нурининг иккинчи муҳитга ўтиши йўқолади, нур фақат биринчи муҳитда тарқалади. Бундай ҳодисага тўлиқ ички қайтиш деб айтилади. Бундай ички тўлиқ қайтиш вақтида ҳосил бўладиган бурчак, тўлиқ ички қайтиш бурчаги ёки чегаравий бурчак деб айтилади ва у $i_{\text{чег}}$ белгиси билан белгиланади.



13-расм.

Унда (1) формула



14-расм.

$$\sin i_{\text{чег}} = n_{1,2}; \quad (2)$$

ҳосил бўлади. Агар монохроматик бўлмаган ёруғлик нури тушаётган бўлса, унда мураккаб спектрларнинг тарқалиши вужудга келади. Бу ҳодиса эса ёруғлик тўлқин узунлигини муҳитдаги синдириш кўрсаткичи билан боғлиқлигини ифодалайди ва ёруғлик дисперсияси деб аталади.

Муҳитнинг синдириш хусусияти кўпинча $\lambda = 589,3$ нм нурнинг синдириш кўрсаткичини қиймати билан характерланади (натрий буғининг сариқ спектри чизиғи) ва n_D белги билан белгиланади.

Дисперсиянинг ўлчами ўртача дисперсия билан белгиланади ва ($n_F - n_C$) фарқ бўлиб, бу ерда n_F $\lambda = 486,1$ нм (водороднинг сиёҳ ранг чизиғи спектри), n_C $\lambda = 656,3$ нм (водороднинг қизил чизиқли спектри).

Муҳитнинг синиши эса нисбий дисперсия катталиги билан характерланади:

$$\frac{1}{\nu} = \frac{(n_F - n_C)}{(n_D - 1)}; \quad (3)$$

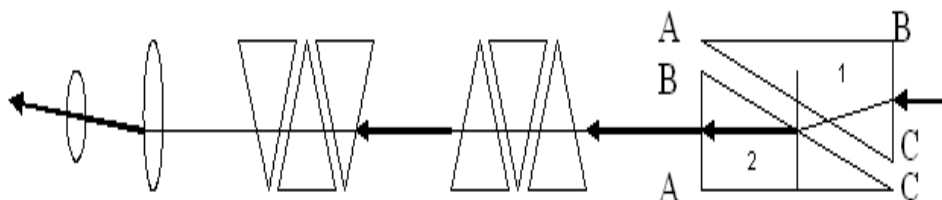
Кўпинча нисбий дисперсиянинг тескари катталиги қўлланилади:

$$\nu = \frac{(n_D - 1)}{(n_F - n_C)}; \quad (4)$$

бу ерда ν – дисперсиянинг коэффиценти ёки Аббе сони.

Асбобнинг тузилиши

ИРФ-454 рефрактометри контрол ўлчаш учун ишлатиладиган қурилма бўлиб, у тўғридан-тўғри қаттиқ жисм ва суюқликларнинг синдириш кўрсаткичини ва ўртача дисперсиясини лаборатория шароитида ўлчаш учун фойдаланилади. ИРФ-454 қурилмасининг ишлаш принципи ёруғликнинг икки хил муҳит чегарасида тўлиқ ички қайтиш ҳодисасига асосланган. Оптик схемага асосан (15-расм), текширилаётган суюқлик 1 ва 2 призманинг қирралари орасига жойлаштирилади.



15-расм.

2 призманинг яхши полировка қилинган АС қирраси ўлчаш учун мўлжалланган, биринчи призманинг хира В₁ С₁ қирраси эса ёритиш учун мўлжалланган бўлиб ҳисобланади. Ёруғлик манбаидан келаётган нур ВС қиррада синади ва АС хира қиррага келади. Бу ерда юза бўйича сочилади ва кузатувчи суюқлик орқали ўтиб 2 призманинг В₁С₁ қиррасига келади. Суюқликнинг синдириш кўрсаткичи $n_{\text{суюк}}$, 2 призманинг синдириш кўрсаткичидан $n_{\text{призма}}$ кичик бўлганлигидан нурларнинг ҳамма йўналиши бўйича суюқлик ва шиша йўналишида синади ва призмага киради.

Синиш қонунига кўра

$$\frac{\sin i_{\text{призма}}}{\sin i_{\text{суюк}}} = \frac{n_{\text{суюк}}}{n_{\text{призма}}}; \quad (5)$$

Бу ерда $i_{\text{призма}}$, $i_{\text{суюк}}$ – суюқлик ва призмада нурнинг синиш бурчаги. $i_{\text{суюк}}$ бурчаги ортиши билан $i_{\text{призма}}$ ҳам орта бошлайди, $i_{\text{суюк}}=90^\circ$ бўлганда максимал қийматни қабул қилади, унда ёруғлик нури суюқликдан ВС юзага ўтади. Шунга асосан

$$\sin i_{\text{чег}} = \frac{n_{\text{суюк}}}{n_{\text{призма}}}; \quad (6)$$

Шундай қилиб, 2 призмадан чикувчи нур маълум бурчак бўйича чегараланган $i_{\text{призма}} = i_{\text{чег}}$. Суюқликдан 2 призмага катта бурчак билан ўтувчи нурлар ВС чегарада тўлиқ ички қайтиш ҳосил қилади ва призмага ўтмайди. Шунинг учун ҳам призманинг маълум бир қисми ёруғлик нури ўтмаганлиги учун қоронғи бўлади. Кўриш трубаси 4 ёрдамида кузатиш майдонини оқ ва қора қисмларга бўлинишини кузатиш мумкин. 1-2 призмалар системасини буриш ёрдамида, кўриш трубасининг окуляридаги крестни оқ ва қора майдон чегарасига мослаштириш мумкин. 1-2 призма системалари шкала билан боғланган ва синдириш кўрсаткичининг қиймати билан мослаштирилган. Кўриш трубасининг чап тарафидаги шкала ва кўриш майдонидаги мослаштирилган крест чизик суюқликнинг синдириш кўрсаткичини $n_{\text{суюк}}$ белгилайди. Агар оқ ёруғлик билан ишланадиган бўлса дисперсия ҳодисасига асосан чегара рангли бўлади. Рангларни йўқотиш учун 3 компенсатордан фойдаланилади. Компенсатор призмадан иборат бўлиб, улар бир-бирига клейланган. Призмалар бир вақтнинг ўзида иурли тарафга айланиши мумкин. Компенсатор билан шкалали барабан бирлаштирилган, дисперсия параметрини аниқлаш мумкин, демак, модданинг ўртача дисперсиясини ҳам аниқлаш мумкин.

Агар шаффоф қаттиқ жисмларнинг синдириш кўрсаткичи аниқланмокчи бўлса, бу жисмнинг наъмунаси 1*10*20 мм бўлиши керак ва 1-2 призма орасига суюқлик ўрнига жойлаштирилади.

ИРФ-454 рефрактометрнинг ўлчаш чегараси 1, 3-1, 7 ораликда синдириш кўрсаткичини аниқлаш учун мўлжалланган. Ишни бажаришга киришишдан олдин рефрактометрнинг завод чиқарган тавсифи билан танишиб чиқинг.

Ишнинг бажарилиш тартиби

1. Ишни бажариш учун завод чиқарган тавсифини билан танишиб чиқинг.
2. Асбобни ишга тайёрлаш учун ёруғлик манбаидан ёритиш призмасига нур бир хил майдон бўйича тушсин ва кўриш майдони бирдай ёритилсин.

1-машқ

Суюқликларнинг синдириш кўрсаткичини аниқлаш

3. Ўлчаши призмаси юзига шиша таёқча билан бир неча томчи текшириладиган суюқликдан томизилиб, унинг устига ёритувчи призма ёпилади. Бунда тешириладиган суюқлик ёритиш ва ўлчаши призмаларининг ёклари орасидаги зазорни бутунлай тўлдириши лозим. Бундай ҳол ёритиш призмасининг гипотенузаси унга призманинг катет ёгидан қараганда бир текис кулранг бўлиб кўринганда ўринли бўлади.
4. Асбобнинг чап томонида шкаланинг ёритиш кўзгусидан пастда жойлашган ўлчаши каллагининг тутқичини бураб, кўриш майдонида равшан ва хира майдонлар чегараси пайдо бўлишга эришилади.
5. Ажралиш чегарасидаги рангдорлик компенсатор тутқичини бураш билан бартараф қилинади.
6. Ажралиш чегараси билан окулярдаги крест чизиқларнинг кесишиш нуқтаси устма-уст туширилади ва синдириш кўрсаткичи шкаласидан бу тўғирлашга мос қиймат чамалаб ҳисобланган рақамгача аниқликда ёзиб олинади.
7. Глицериннинг сувдаги эритмалари, эталон аралашмаларнинг синдириш кўрсаткичлари ўлчанади ва аралашмалар синдириш кўрсаткичларининг эритма концентрациясига боғланиш графиги чизилади.
8. Глицерин концентрацияси номулум бўлган эритманинг синдириш кўрсаткичи ўлчанади ва графигидан унинг таркибидаги глицерин аниқланади.

2-машқ

Қаттиқ жисмларнинг синдириш кўрсаткичини аниқлаш

9. Текшириладиган намунанинг ўлчаши призмасига тегиб турадиган томони яхшилаб силлиқланган, ёруғлик манбаига қараган томони эса хира бўлиши лозим.
10. Ўлчашни бошлашдан олдин устки ёритиш призмаси четга сурилади, наъмунанинг ва ўлчаши призмасининг силлиқланган сиртлари бензин ёки спирт билан ювилиб, юмшоқ латтада эҳтиётлик билан артилади.
11. Текшириладиган наъмуна ўлчаши призмасига ўрнатилади. Призманинг силлиқланган ёклари орасида монобрафталин қатлами бўлиб, унинг синдириш кўрсаткичи (1,658) шишанинг синдириш кўрсаткичи $n_{\text{шиша}}$ дан кичик, аммо текшириладиган жисмнинг синдириш кўрсаткичи n дан каттадир. n синдириш кўрсаткичининг қиймати бевосита шкаладан олинади.

3-машқ

Ўртача дисперсияни ўлчаши

12. Суюқлик ва қаттиқ жисмнинг ўртача дисперсиясини ўлчаши учун текшириладиган наъмуна ёки суюқлик худди синдириш кўрсаткичини ўлчашдек жойлаштирилади.
13. Компенсатор призмаси бирининг иккинчисига нисбатан буралиши дисперсия ўлчами бўлиб хизмат қилади. Бу компенсатор винтини ажралиш чегарасидаги рангдорлик бутунлай йўқолгунча айлантириш билан амалга оширилади.
14. Ҳисоблаш 120 қисмга бўлинган барабанга қараб бажарилади. Барабан 180^0 га (60 бўлимга) бурилганида компенсатор дисперсияси бир призма дисперсиясининг нолдан то иккиланган қийматигача ҳамма қийматларни ўтади, яъни ажралиш чегараси икки марта рангсизланади.
15. Ўлчашларда барабаннинг иккала томонига қараб камида 5 марта ҳисоблаш ўтказиш ва z ўртача арифметик қийматини топиш керак.

16. Ўртача дисперсия ($n_F - n_C$) нинг катталиги z учун топилган қиймат ва текширилаётган модданинг n_D синдириш кўрсаткичига боғлиқ ҳолда асбобга илова қилинган жадвалдан аниқланади.
17. Ўртача дисперсиянинг қийматини (4) формуладан топилади.

$$\nu = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C};$$

18. Олинган натижаларни жадвал натижалари билан солиштиринг.
19. Йўл қўйилган хатоликларнинг натижалари билан солиштиринг.

Назорат саволлари

1. Ички тўлиқ қайтиш деб нимага айтилади?
2. Нима учун призманинг 1, 2 ва 3 - расмдаги АС ва ВС қирралари хира қилиб тайёрланади?
3. Аббе рефрактометри қандай тузилган. Ўлчаш призмасига тушувчи нурнинг йўлини чизинг. Тўлиқ ички қайтиш ва силжиш методлари учун бу йўл фарқи қандай?
4. Суюқлик ва қаттиқ жисмнинг синдириш кўрсаткичи қандай аниқланади?
5. Атом ва молекуляр рефракция нима?
6. Ўртача дисперсиянинг қиймати нимага боғлиқ ?

Адабиётлар

1. М. Мўминов, Х. Хайдаров. Физикадан лаборатория ишлари учун қўлланма. Ўқитувчи. Тошкент. 1971.
2. Л. Л. Гольдин, Ф. Ф. Игошин, С. М. Козел, В. В. Можаяев, Л. В. Ногинова, Ю. А. Самарский, А. В. Францессон. Лабораторные занятия по физике. М.: Наука. 1983.
3. В. И. Иверенова таҳрири остида. Физикадан практикум. Электр ва оптика. Тошкент. Ўқитувчи. 1979.
4. И. Авдусь, М. М. Архангельский, Н. И. Кошкин, О. Д. Шебалин, В. Ф. Яковлев. Практикум по общей физике. Просвещение. М.: 1971.
5. А. С. Ахматов, В. М. Андриевский, А. И. Кулаков, Е. П. Осмоловская, Л. В. Панова, В. А. Семенова, Т. И. Саломако, Х. З. Усток, А. А. Щарц. Лабораторный практикум по физике. М.: Высшая школа. 1980. 360 с.
6. Ф. А. Королев. Физика курси. Оптика, атом ва ядро физикаси. Ўқитувчи. Тошкент. 1978.
7. Г. С. Ландсберг. Оптика. М.: Наука. 1976.
8. Д. В. Сивухин. Общий курс физики. Том-4. Оптика. М.: Наука. 1980.

Лаборатория иши № 5

Мавзу: Майкельсон интерферометрида ёруғлик интерференциясини ўрганиш.

Ишни бажаришдан мақсад: Майкельсон интерферометри ёрдами билан лазер нурланишининг, ҳамда курилмада интерференцион ҳодисани ўрганиш.

Керакли курилмалар ва асбоблар: Лазер, линза, диафрагма, нур бўлувчи кўзгу, кўзгулар тўплами, кутблантиргичли филтър, пьезокорректор, фотоқабулқилгич, қайд қилувчи курилма.

Иш тўғрисида умумий тушунча

Икки (ёки кўпроқ) ёруғлик тўлқинларининг фазода устма-уст тушиб, қўшилишда ёруғлик интенсивлигининг ортиш ёки камайиш ҳодисасига интерференция дейилади. Бир хил А амплитудали, ω частотали ва доимий фазалар фарқига эга икки ёруғлик тўлқинининг қўшилишини кўрайлик:

$$E_1 = A \sin(\omega t + \varphi_1), E_2 = A \sin(\omega t + \varphi_2); \quad (1)$$

$$E = E_1 + E_2 = 2A \sin\left(\omega t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right) \cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right); \quad (2)$$

Иккинчи ифодадан кўриниб турибдики, биз гармоник қонуниятга бўйсунувчи тебранма ҳаракатни олдик ва уни қуйидагича

$$E = A' \sin(\omega t + \varphi'); \quad (3)$$

кўринишда ёзиш мумкин, бу ерда

$$\varphi' = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}, \quad A' = 2A \cos\left[\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right]; \quad (4)$$

Маълумки, ёруғлик тўлқинининг I интенсивлиги тўлқин А амплитудасининг квадратига пропорционал

$$I = 4A^2 \cos^2\left[\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right]. \quad (5)$$

Агар, икки тебраниш фазалари фарқи

$$\Delta\varphi = 2k\pi, \text{ бу ерда } k=0,1,2,\dots \quad (6)$$

бўлиб, у ўзгармас бўлса, қўшилиувчи тебранишларнинг энергияси максимал бўлади. Агар $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$; (7)

шарт бажарилса натижавий тебранишнинг амплитудаси нолга тенг бўлиб, бу ҳолда тўлқинларнинг интерференцион сўниши ҳосил бўлади.

Шундай қилиб, ёруғлик тўлқинларининг интерференциясини кузатиш учун уларнинг частоталари бир хил бўлиб, фазаларининг фарқи ўзгармас бўлиши керак. Улар ўзаро когерент бўлиши керак, вақт бўйича ва фазода бир неча тўлқинларнинг мос равишда рўй беради. Бу шартларни фақат фазода чегараланмаган яқка частотали, доимий амплитудали монохроматик тўлқинлар қаноатлантиради. Маълумки моддий ёруғлик манбаи мутлоқ монохроматик нурланиш бераолмайди, шунинг учун ўзаро мустақил ёруғлик манбаларининг нурланишлари ўзаро когерент бўлаолмайди. Демак, тажрибада ўзаро мустақил ёруғлик манбаларининг (мисол, учун иккита электр лампочкасида) нурланишлари фазода учрашиб, интерференцион манзара ҳосил қилмайди.

Иккита ўзаро мустақил, ёруғлик манбалари нурланишларининг ўзаро когерент ва монохроматик эмаслигини тушуниш учун атом томонидан ёруғлик нурланиши жараёнининг қуйидаги моделини кўрайлик. Икки мустақил ёруғлик манбаларидаги атомлар ўзаро боғланмаган ҳолда нурланиш беради.

Атом томонидан нурланиш ҳосил қилиш вақти жуда кичик бўлиб, у тахминан 10^{-8} секундни ташкил этади. Айнан шу атом маълум вақтдан сўнг ғалаёнлантирилган ҳолатга ўтиб, яна нурланиш бериши мумкин. Бу нурланиш энди янги бошланғич фаза билан рўй беради. Ўзаро мустақил атомлар ҳосил қилган нурланишлар орасидаги фазалар фарқи ҳар бир нурланиш жараёнида турлича бўлади, шунинг учун атомлар томонидан спонтан равишда нурланган тўлқинлар ўзаро когерент бўлмайди. Атомлар томонидан кичик вақт оралиғида 10^{-8} с да нурланган тўлқинлар аниқ ва ўзгармас амплитуда ва фазага эга бўладилар, 10^{-8} с дан катта вақт оралиғида эса амплитуда ва фазалари ўзгариб кетади. Шунинг учун интерференция ҳодисасини кузатишнинг қийинчиликларидан бири атом томонидан нурланиш узлуксиз бўлмасдан узлукли эканлигидир, яъни қисқа тўлқин импульсларидан иборатлигидир. Ҳар бир тўлқин импульси (ЦУГ)

атом томонидан $\tau=10^{-8}$ с вақт ичида нурланганлиги учун $N=\tau\nu\approx 10^{-8}\cdot 10^{14}=10^6$ та когерент тебранишларга эга бўлади. Ҳар бир тўлқин импульсининг (ЦУГ нинг) узунлиги $L=c\cdot\tau\approx 3\cdot 10^8\cdot 10^{-8}=3$ м атрофида бўлади.

Ҳар қандай монохроматик бўлмаган ёруғликни бир-бири билан алмашилиб турадиган мустақил гармоник тўлқинлар (ЦУГлар) йиғиндисидан иборат деб қараймиз. Монохроматик бўлмаган ёруғлик тўлқин цугининг ўртача давомийлиги $\tau_{\text{ког}}$ деб белгиланса, уни тўлқиннинг когерентлик вақти деб қараш мумкин. Шу вақт давомида ёруғлик тўлқинининг фазаси тасодифий равишда тахминан π га ўзгаради десак, тўлқин когерентлиги вақти унинг спектрал кенглиги $\Delta\lambda$ билан боғланиши қуйидаги ифода орқали аниқланиши мумкин:

$$\tau_{\text{ког}} \approx \lambda^2 / (c\Delta\lambda); \quad (8)$$

Агар тўлқин бир жинсли муҳитда тарқалаётган бўлса, тебранишлар фазаси фазонинг маълум нуқтасида когерентлик вақти ичидагина ўзгаришсиз қолади. Шу вақт ичида тўлқин ($\tau_{\text{ког}}=c\tau_{\text{ког}}$) когерентлик узунлигига тенг масофагача тарқалиб улгиради. Бундан шу нарса келиб чиқадики нурларнинг оптик йўл фарқи ёруғликнинг когерентлик узунлигидан кичик бўлгандагина интерференция ҳодисаси кузатилади.

Тўлқин қанчалик монохроматик тўлқинга яқин бўлса, унинг спектрал $\Delta\omega$ кенглиги шунчалик тор бўлади ва унинг когерентлик $\tau_{\text{ког}}$ вақти ва $l_{\text{ког}}$ узунлиги шунча катта бўлади. Фазонинг маълум бир нуқтасида содир бўлаётган тебранишлар когерентлиги тўлқинларнинг монохроматиклиги билан белгиланади ва у вақтли когерентлик дейилади. Спектрал кенглиги $\Delta\lambda=1$ нм бўлган нурланишнинг когерентлик вақти $\tau_{\text{ког}}\approx 10^{-12}$ с тартибда бўлади. Стабиллаштирилмаган яқка частотали гелий-неон лазери нурланишининг когерентлик вақти тахминан $\tau_{\text{ког}}\approx 10^{-3}$ с гача бўлиши мумкин.

Вақтли когерентлик тушунчаси билан бир қаторда тўлқинларнинг тарқалиш йўналишига қўндаланг текисликдаги когерентлик хусусиятларини тушунтириш учун фазовий когерентлик тушунчаси киритилади.

Ўлчамлари ва ўзаро жойлашиши интерференцион манзарани олиш имкониятини бера оладиган икки ёруғлик манбаига ўзаро фазовий когерент ёруғлик манбалари деб қараш мумкин

Когерентлик радиуси (ёки фазовий когерентлик узунлиги) деб тўлқин тарқалиши йўналишига қўндаланг йўналишдаги шундай масофага айтиладики, бу масофаларга тенг масофада жойлашган нуқталардан чиқ қан ёруғлик тўлқинлари интерференцион манзарани бераолади (яъни бу шундай нуқталар орасидаги масофаки, бу масофа оралиғида тўлқинлар фазалар фарқининг ўзгариши тартибда бўлиши керак). Шундай қилиб фазовий когерентлик когерентлик радиуси билан аниқланади.

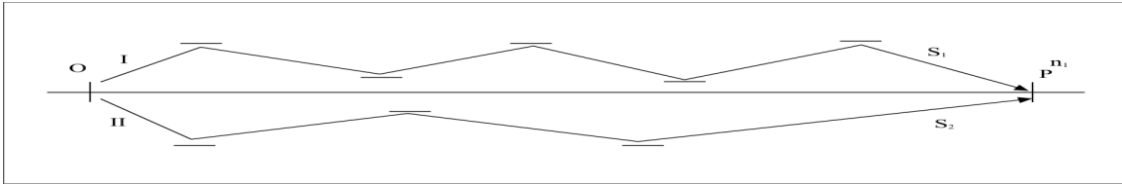
Когерентлик радиуси $r_{\text{ког}}\approx \lambda / \varphi$ деб олиниши ҳам мумкин. Бу ерда λ -ёруғлик тўлқин узунлиги, φ -нурланиш манбаининг бурчак ўлчами. Куёш нурларининг энг кичик когерентлик радиуси (Ердан кузатганда куёшнинг бурчак ўлчамлиги $\varphi\approx 10^{-2}$ радиан ва $\lambda\approx 0,5$ мкм бўлганда) 0,05 мм ни ташкил қилиши мумкин.

Когерентлик радиуси бундай кичик бўлганда одам кўзи билан интерференцион манзарани кузатиш имконияти бўлмайди, чунки энг яхши кўриш масофасида одам кўзининг ажрата олиш қобилияти 0,1 мм ни ташкил этади.

Интерференция берувчи тўлқинларнинг ўзаро фазовий ва вақтли когерентлигининг критерийси бўлган фазанинг тасодифий ўзгаришидан ташқари интерференция берувчи тўлқинларнинг мос электр E ва магнит H майдон векторлари бир хил текисликда тебраниши керак, яъни бу тўлқинлар кутбланган бўлиши керак.

Шундай қилиб ёруғликнинг интерференцияси кутбланган когерент тўлқинларда кузатилади. Когерент тўлқинлар квант оптик генераторлар томонидан ҳосил қилинади. Монохроматик бўлган нурланишдан когерент нурланишлар олиш учун бир тўлқинни икки тўлқинга ажратиш, яъни ёруғликнинг акс этиш ва синиш ҳодисаси ёрдамида олиш мумкин. Сўнгра бу тўлқинларни турли оптик йўл (оптик йўлнинг L узунлиги деб, геометрик йўл S узунлигини, муҳит синдириш n кўрсаткичига кўпайтмасига, яъни $L=nS$ га айтилади) билан ўтказилиб, фазонинг бирор 16-расм нуқтасида (P нуқтасида) учраштирилса, уларнинг интерференциясини кузатиш мумкин (16-расмга

қаранг). Тебранишларнинг "О" нуктасида фазаси ωt га тенг бўлса, фазонинг "Р" нуктасида мос



равишда I ва II тўлқинлар учун $\omega(t - \frac{S_1}{g_1})$ ва $\omega(t - \frac{S_2}{g_2})$ бўлади. Демак улар Р нуктага қуйидаги фазалар

фарқи билан келади. $\Delta\varphi = \omega \left[\frac{S_2}{g_2} - \frac{S_1}{g_1} \right] = \frac{\omega}{c} (n_2 S_2 - n_1 S_1)$, яъни $n = \frac{c}{g}$. Бу ерда

$$\frac{\omega}{c} = \frac{2\pi\nu}{c} = \frac{2\pi}{\lambda_0} \text{ алмаштиришлар ўтказилиб қуйидагини оламиз.}$$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta; \quad (9)$$

Бу ерда ёруғликнинг вакуумдаги тўлқин узунлиги ҳамда бу ерда

$$\Delta = n_2 S_2 - n_1 S_1 = L_2 - L_1 \quad (10)$$

Δ –катталикга тўлқинларнинг оптик йўл фарқи дейилади.

Тўққизинчи формуладан кўриниб турибдики, агар оптик йўл фарқи тўлқин узунлигининг бутун сонига қаррали бўлса

$$\Delta = \pm k\lambda_0; \quad (k=0,1,2,\dots) \quad (11)$$

у ҳолда фазалар фарқи 2 га қаррали бўлади ва тўлқинлар Р нуктага бир хил фазада келиб, бир-бирларини кучайтирадилар. Шундай қилиб, (11) формуладаги шарт интерференцион максимумлик шarti бўлади.

Айнан интерференцион минимум шarti

$$\Delta = \pm \left(k + \frac{1}{2}\right) \lambda_0, \quad (k=0,1,2,\dots) \quad (12)$$

кўринишда бўлади.

Лазер нурланишининг когерентлигини ўлчаш

Лазер нурланишининг фазовий-вақтли когерентлигини ўлчашнинг энг содда усули интерференция усулидир. Бу усулда ўлчаш Майкельсон интерферометрида амалга оширилади.

Нурланишнинг фазовий ва вақтли когерентлигини ўлчашнинг асосида интерференцион усул бўлиб, унинг ёрдамида нурланиш тўлқин фронтининг турли фазовий-вақтли нукталари учун фазовий ва вақтли когерентлик даражаси ҳақидаги (когерентлик радиуси, когерентлик вақти ва узунлиги) маълумот икки нурли интерферометрда тўлқин фронтини амплитудавий бўлиши билан ҳосил қилинган интерференцион манзаранинг кўринувчанлигини ўлчаш натижаларидан олинади.

Лазер нурланишининг фазовий – вақтли когерентлигини

ўлчаш қурилмасини ва усулининг баёни

Тажрибавий қурилманинг блок чизмаси 17-расмда келтирилган. Лазер 1 нурланиши 2 тўплам (линза, диафрагма) ёрдамида параллел нурлар дастасига айлантирилиб 3 нурни бўлувчи шиша пластинка ёрдамида амплитудавий бўлинади. Интерферометрда 4 ва 7 тўла акс эттирувчи кўзгулардан акс этиб 11 фотоқабулқилгич текислигида учрашиб интерференцион манзара ҳосил қилади. Интерференцион манзарани фото қабул қилгичга нисбатан даврий равишда тебранириб туриш учун кўзгу ўрнатилган 5 пьезоэлемент ишлатилади. Фазовий когерентликни ўлчаш учун интерферометрдаги акс эттирувчи кўзгулардан бири бурчакли қайтаргич билан алмаштирилади. Интерференцион манзарадаги интенсивлик тақсимоти 12 осциллограф экранида кузатилади.

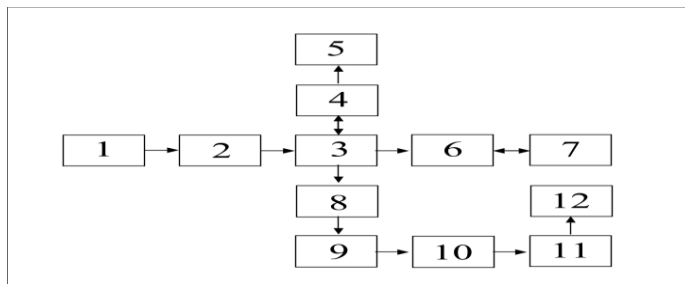
Ўлчашлар қуйидаги кетма-кетликда олиб борилади.

1.Интерференцион манзаранинг x_k координатасига эга бўлган йўлкасига тегишли электр сигналининг ўзгарувчан ташкил этувчисининг (I мак.) максимал ва (I мин.) минимал қийматлари ўлчанади.

2.Фазонинг X_k нуктасида интерферометрдан ўтган лазер нурининг биринчи ва иккинчи дасталарига тегишли интенсивликларига пропорционал бўлган I_{1k} ва I_{2k} электр сигналларнинг доимий ташкил этувчиларининг амплитудалари ўлчанади.

3.Интерференцион манзаранинг барча йўлкалари учун фазовий когерентлик даражаси куйидаги (13) формула ёрдамида ҳисобланади.

$$\gamma_k = \frac{I_{1,l} + I_{2,l}}{2\sqrt{I_{1,l} I_{2,l}}} \cdot \frac{I_{\text{MAX}}^{(\kappa)} - I_{\text{MIN}}^{(\kappa)}}{I_{\text{MAX}}^{(\kappa)} + I_{\text{MIN}}^{(\kappa)}}; \quad (13)$$



17-расм. Тажрибавий курилманинг блок чизмаси.

1-лазер, 2-линза ва диафрагма, 3-нур бўлувчи кўзгу, 4,7,9-кўзгулар,

6-күтблантйргичли филътр, 8-линза, 5-пъезокорректр,

10-диафрагма, 11- фотокабулқилгич, 12- қайд қилувчи курилма.

4. γ_k нинг k -йўлка координатасига функционал боғлиқлик графиги чизилади. Ҳисоб боши қилиб γ_k нинг қиймати максимал бўлган йўлка ҳолати олинади.

5. График ёрдамида $\gamma_k=0,5$ бўлган ҳолатдаги $x_{0,5}$ минимал масофа олинйб когерентлик радиуси аниқланади.

Когерентлик узунлигини ўлчаш учун интерферометрдаги 7 кўзгуни нур бўйлаб силжитиб, интерференция берувчи икки нурлар орасида йўл фарқи ҳосил қилинади. Курилмадаги бошқа элементларнинг вазифалари олдинги машқда кўрсатилгандек. Когерентлик узунлигини ўлчашнинг ўзига хос томони шундан иборатки, катта йўл фарқини ҳосил қилиш учун интерферометр елкаларидаги кўзгулардан бири иложи борича максимал масофага силжитилади. Когерентлик узунлиги l_k куйидагича ўлчанади.

1. Доимий l_m йўл фарқига эга бўлган нурларнинг x_m координатали интерференцион йўлкалари учун кетма-кетлик билан $I_{\text{max}}, I_{\text{min}}, I_1, I_2$ лар ўлчанади.

2. Барча йўлкалар учун (13) формула асосида когерентлик даражаси ҳисобланади.

3. Интерферометрдаги 7 кўзгуни силжитиб l_m турли йўл фарқлари учун когерентлик даражаси ўлчанади.

4. γ_m нинг l_m га функционал боғланиш графиги чизилади ва ундан $\gamma(l_m)$ нинг қиймати 0,5 га тенг ҳолатдаги узунлиги аниқланади.

5. Ўлчашларнинг нисбий хатоликлари чамаланади.

Назорат саволлари

1. Когерентликнинг таърифи ва шартлари.
2. Когерент оптик нурланиш олиш услублари.
3. Интерференцион максимум ва минимумлик шартлари.
4. Оптик нурланишнинг когерентлигини ўлчаш усули.
5. Ишнинг мақсади ва бажарилиш шартлари.
6. Ёруғлик интерференция ҳодисасининг қўлланилиши.

Адабиётлар

1. Н.М. Годжаев Оптика. Учебное пособие для вузов.М.; Высшая школа.1977.
- 2.Г.С. Ландсберг Оптика. Тошкент.; Ўқитувчи. 1981.
- 3.Физикадан практикум. Электр ва оптика. Проф. В.И.Иверонова таҳрири остида. Тошкент. Ўқитувчи. 1979.
4. Савельев И.В. Умумий физика курси. III қисм. Тошкент, Ўқитувчи, 1976.§46-§47.
5. Королев Ф.А. Физика курси. Оптика, атом ва ядро физикаси. Тошкент, Ўқитувчи, 1978.

Лаборатория иши № 6

Мавзу: Ньютон халқалари ёрдамида ёруғликнинг тўлқин узунлигини аниқлаш.

Ишни бажаришдан мақсад: Ньютон халқаларини ҳосил қилиш қурилмаси ёрдамида ёруғликнинг тўлқин узунлигини аниқлаш.

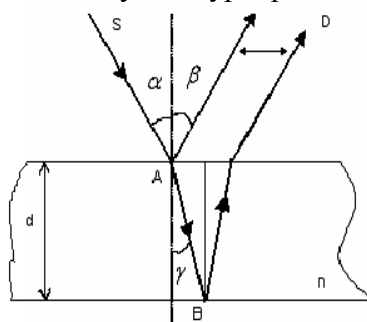
Керакли асбоб ва ускуналар: МБС-9 типдаги микроскоп, ясси қаварик линза, ёруғлик манбаи, шиша пластинка.

Ишга оид назарий маълумотлар

Монохроматик ёруғлик тўлқин бир-бирига жипс тегиб турувчи шиша пластинка ва қаварик линза системасидан ўтганда (ёки қайтганда) навбатлашиб келувчи қоронғи ва ёруғ халқалар кўринишидаги интерференцион манзара кузатилади, улар Ньютон халқалари деб аталади. Бу манзара юпқа шаффоф пластинкаларга нур тушиб қайтганда ҳосил бўладиган когерент нурларнинг қўшилиши натижасида ҳосил бўлади. 1 ва 2 нурларнинг йўл фарқини (18-расм) аниқлаш учун қуйидаги ифодани ҳосил қилиши мумкин:

$$\Delta = (AB + BD)n - (AC + \frac{\lambda}{2}) = 2d\sqrt{n^2 + \sin^2 i} + \frac{\lambda}{2};$$

Ньютон халқалари кузатиладиган қурилмада (19-расм) ҳаво қатлами жуда кичик бўлгани учун $BD \approx d$ муносабат ўринли. Интерференцияланувчи нурларнинг йўл фарқи қайтган нур учун:



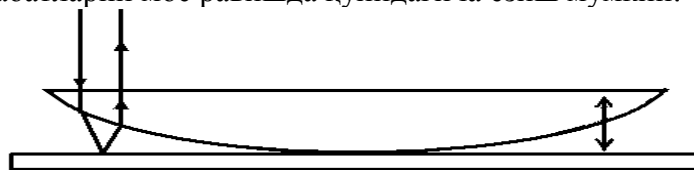
18-расм.

$$\Delta = 2d + \frac{\lambda}{2}; \quad (1)$$

қурилмада ўтган нур учун:

$$\Delta = 2d + 2\frac{\lambda}{2} = 2d + \lambda; \quad (2)$$

жуда кичик масофа, уни бевосита ўлчаш қийин. Уни 19-расмдан фойдаланиб аниқлаб, (1) ва (2) муносабатларни мос равишда қуйидагича ёзиш мумкин:



19-расм.

$$\Delta = \frac{r^2}{R} + \frac{\lambda}{2}; \quad (1')$$

$$\Delta = \frac{r^2}{R} + \lambda; \quad (2')$$

бу ерда r – Ньютон халқаларининг, R ($r \ll R$) эса линзанинг эгрилик радиуси, (1) ва (2) ифодани

$$\Delta = m\lambda_0; (m = 0, 1, 2, \dots) \text{ бўлса, } \delta = 2m\pi$$

$$\Delta = (m + \frac{1}{2})\lambda_0; (m = 0, 1, 2, \dots) \text{ бўлса, } \delta = (2m + 1)\pi$$

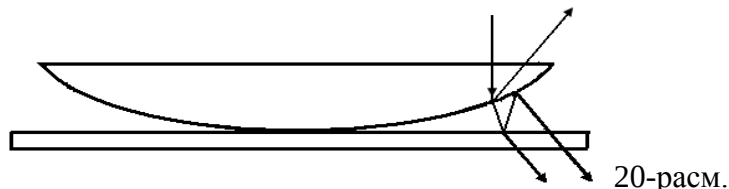
билан солиштириб, қурилмадан қайтган нур қоронғи халқалари радиуслари учун

$$r_k = \sqrt{kR\lambda}; \quad (3)$$

ва ёруғ халқалари радиуслари учун эса

$$r_k = \sqrt{(2k+1)\frac{R\lambda}{2}}; \quad (4)$$

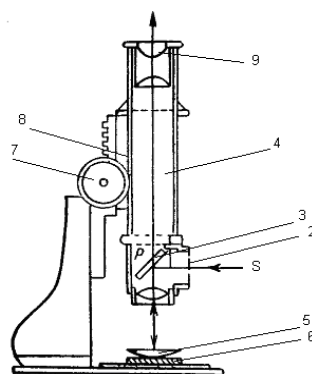
ифодани ҳосил қилиш мумкин. Қурилмадан ўтган нурлар (20-расм) учун бу ифодаларнинг ўрни алмаштирилади.



20-расм.

(3) ва (4) ифодалардан линзанинг эгрилик радиуси R ни ёки монохроматик ёруғлик тўлқин узунлиги λ ни аниқлаш мумкин. Бироқ шиша мўрт материаллардан бўлгани учун линза билан жипс жойлаштириш қийин (жуда кичик қалинликда бўлса ҳам ҳаво қатлами мавжуд бўлади). Ушбу ҳолатни юзага келтирадиган (камчилик) хатоликни йўқотиш мақсадида R катталик икки халқа радиуслари айирмасидан фойдаланиб аниқланади:

$$R = \frac{r_m^2 - r_n^2}{(m - n)\lambda}; \quad (5)$$



21-расм.

Линзанинг эгрилик радиусини аниқлаш схемаси (21-расм) да келтирилган қурилмадан фойдаланиш мумкин, бу ерда s - ёруғлик манбаи, 2- ёруғлик фильтри, 3-(р) ярим шаффоф пластинка, 4 микроскоп, 5 линза, 6 пастки сирти қорайтирилган шиша пластинка, 7 ва тасвирни созловчи микровинтлар, 8 шкала, 9 окуляр линза. Микрометр барабанининг бўлим қиймати ва фильтр ўтказувчи ёруғлик тўлқин узунлиги берилган.

Ишни бажариш тартиби

1. Қурилмани ўрганиб, фильтрсиз, оқ ёруғликда Ньютон халқалари кузатилади.
2. Фильтр қўйиб, винтни шундай ўрнатиш керакки, коронги Ньютон халқаларининг энг охиргиси кўринсин. Аста-секин марказга қараб силжитиб ва марказдан чапга силжитинг. Ҳар бир халқа радиуси ҳисобланади.
3. (5) ифодадан линзанинг эгрилик радиуси аниқланади.
4. Бошқа фильтрлар учун ҳам тажриба такрорланади.
5. Жадвал тузиб, ўлчанган ва ҳисобланган катталиклар ёзилади.
6. Ўлчанган катталиклардан фойдаланиб, r_m^2 нинг халқалар сони m га боғланиш графиги чизилади ва ундан K ни аниқлаб, (5) ифода ёрдамида ҳисобланган қиймати билан таққосланади.

Назорат саволлари

1. Бу ишда ясси-ботиқ линзани, ясси-қавариқ линза билан алмаштириш мумкинми?
2. Ньютон халқаларидан фойдаланиб сферик шишаларнинг сифатини аниқлаш мумкинми?
3. Нима учун баъзан халқалар айлана формадан четга чиқади?
4. Қандай шароитда интерференция ҳосил бўлади?
5. Нима учун интерференция натижасида ҳосил бўлган халқалар ранг-баранг бўлади?
6. Интерференцион халқа зич жойлашганми ёки четки қисмида жойлашганми?
7. Ньютон халқалари ҳосил қилувчи қурилмани тушунтириб беринг.

Адабиётлар

1. В. И. Иверенова. Физикадан практикум. Электр ва Оптика. Т.: Ўқитувчи. 1979.
2. Г. С. Ландсберг. Оптика. Т.: Ўқитувчи. 1981.
3. М. Ш. Хайдарова, У. К. Назаров. Физикадан лаборатория ишлари. Т.: Ўқитувчи. 1989.
4. Л. С. Жданов. Физика курси. Т.: Ўқитувчи. 1975.
5. Ш.К. Ниёзов. Оптикадан маъруза матнлар тўплами. Гулистон, 2008.

Лаборатория иши № 7

Мавзу: Дифракцион панжара ёрдамида ёруғлик тўлқин узунлигини аниқлаш.

Ишни бажаришдан мақсад: Ёруғликнинг тўлқин хоссалари билан танишиш. Дифракцион панжарани ўрганиш ва унинг ёрдамида ёруғлик тўлқин узунлигини аниқлаш.

Керакли асбоблар: Ёруғликнинг тўлқин узунлигини аниқлаш қурилмаси, дифракцион панжара, тўғри толали электр лампа.

Ишга оид назарий маълумотлар

Ёруғликнинг соя соҳасига ўтиш ҳодисаси ёруғликнинг дифракцияси дейилади. Ёруғлик дифракциясининг кузатилиши унинг тўлқин табиатига эга эканини тасдиқлайди. Ёруғлик айланиб ўтадиган тўсиқларнинг ўлчамлари унинг тўлқин узунлигига яқин бўлсагина ёруғлик дифракцияси кузатилади.

Дифракцион панжаранинг тузилиши дифракция ҳодисасига асосланган. Бу асбоб шаффоф бўлмаган тўсиқлар билан ажратилган жуда кўп тор тиркишлардан иборат.

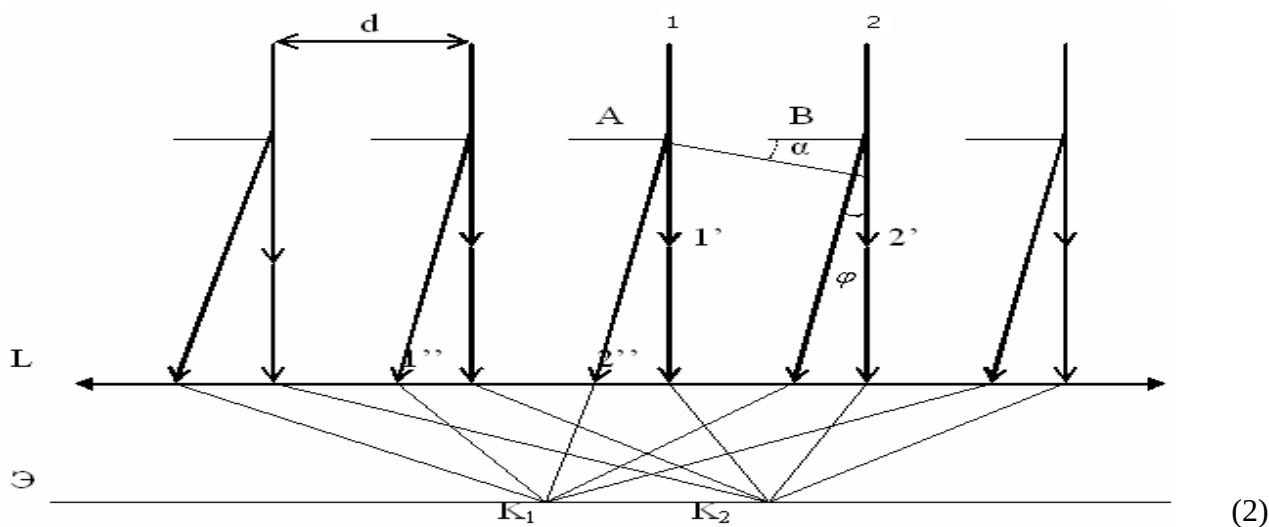
Шаффоф тўлқинларнинг кенглиги a - билан, шаффоф бўлмаган оралиқларнинг кенглиги b - билан белгиланса:

$$d = a + b; \quad (1)$$

катталик панжаранинг даври деб аталади. Дифракцион панжарага тўлқин узунлиги λ га тенг бўлган ясси монохроматик ёруғлик тушаётган бўлсин (22-расм). 1 ва 2 нурларнинг йўлини кўрайлик. Панжара орқали унинг текислигига перпендикуляр ўтадиган 1' ва 2' нурлар учун йўллар фарқи нолга тенг. Бу нурлар L линзадан ўтгач, унинг фокал текислигида ўрнатилган 3 экранда K нуктада тўпланади (22-расм).

Панжара тиркишларининг четларини айланиб ўтадиган 1'' ва 2'' нурлар бурчакка боғлиқ бўлган

$$BC = d \cdot \sin \alpha;$$



22-расм.

йўл фарқига эга бўлади. Агар бу фарқ $n\lambda$ га тенг бўлса, ($n = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$) у ҳолда ҳар бир бундай жуфт нур линзадан ўтганидан кейин қўшилиб бир-бирини кучайтиради (ёруғлик интерференцияси). Шундай қилиб, экрандаги K_1 , K_2 максимумларнинг вазиятини

$$d \cdot \sin \alpha = n\lambda; \quad (3)$$

шартни қаноатлантирувчи α бурчаклар белгилайди. $n=0$ га мувофиқ келадиган марказий максимум (K) дан бошқа максимумларнинг вазиятини (3) ифодага кўра тўлқин узунлигига боғлиқ бўлгани учун панжара мураккаб ёруғликни спектр қилиб ажратади.

Ёруғликнинг тўлқин узунлигини аниқлашда ишлатиладиган асбоб 23-расмнинг 1 қисмига дифракцион панжара жойлаштирилади. Тўғри толали лампа 2 тиркишли 3 шкаладан 4-5 м масофага жойлаштирилади. Тиркишнинг панжара орқали ёруғлик манбаига қараб манбадан ташқари яна унинг икки томонидан симметрик жойлашган дифракцион спектрларни ҳам кўради (23-расм). Тиркишга энг яқин бир жуфт спектр (1-тартибли спектрда $n=1$) нурларнинг фарқи

тўғри келади. Кейинги жуфт спектр, (2-тартибли спектрда $n=2$) 2λ га тенг йўллар фарқига мос келади ва ҳоказо. (3) га кўра тўлқин узунлиги

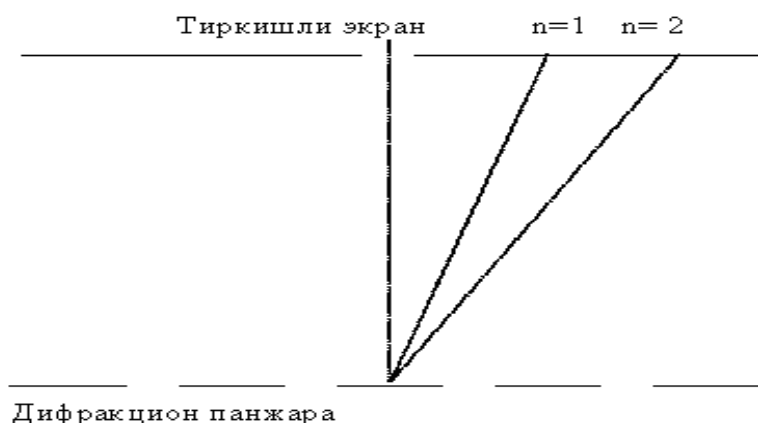
$$\lambda = \frac{d \sin \alpha}{n}; \quad (4)$$

ифода билан аниқланади. 1 ва 2- тартибли спектрлар билан чекланган ҳолда

$$\sin \alpha \approx \tan \alpha = \frac{l}{m}; \quad (5)$$

ёзиш мумкин. Бунда l –спектрдаги бирор рангга эга ёруғликнинг тиркиш марказидан узоқлиги, m – тиркишнинг панжарадаги узоқлиги (5) ни ҳисобга олиб, λ ни қуйидагича ёзамиз.

$$\lambda = \frac{d}{n} \cdot \frac{l}{m}; \quad (6)$$



23-рasm

Ишни бажариш тартиби

1. Дифракцион панжарани асбоб рамкасига жойлаштиринг ва уни кўтариладиган столча тағлигига маҳкамланг.
2. Дифракцион панжара орқали тиркишга қаранг. Бунда асбобни ёруғлик манбаига шундай йўналтириш керакки, тиркиш орқали кўринадиган бўлсин. Тиркишнинг икки томонида қора фонда бир неча тартибдаги дифракцион спектрлар кўриниб туради. Агар спектрлар бироз қийшайган бўлса, панжарани шу қийшайиш бурчакка буринг.
3. Шкалада бир ва иккинчи тартибли спектрлар қизил ранглари ўрта нуқталарини тиркиш марказидан узоқлиги l ни белгиланг.
4. Дифракцион панжара тирқишигача бўлган масофанинг 4-шкаладан аниқланг.
5. (6) ифодадан қизил ёруғлик тўлқин узунлигини ҳисобланг.
6. Спектрнинг бош ва турли ранглари учун тажрибани такрорланг.
7. 3 шкалани 1 панжарадан узоқлаштириб, тажрибани 2-3 марта такрорланг.
8. Ҳар бир тўлқин узунлигини ўлчашдаги хатоликни ҳисобланг.
9. Натижаларни қуйидаги жадвалга ёзинг.

5-жадвал.

№	Спектрдаги ергликнинг	Спектр тартиби,	d , мм	m , мм	l , мм	λ , мм	$\lambda_{\text{урт}}$, мм	$\Delta\lambda$, мм	$\Delta\lambda_{\text{урт}}$, мм	$\Delta\lambda_{\text{урт}}/\lambda_{\text{урт}}$, мм	λ , мм
1											
2											
3											

Тажриба натижаларини $\lambda = \lambda_{\text{урт}} \pm \lambda_{\text{урт}}$ кўринишда ёзинг.

Назорат саволлари

1. Ёруғликнинг тўлқин табиатга эга эканлигини тасдиқловчи ҳодисаларни айтиб беринг.
2. Қандай ҳодиса ёруғлик дифракцияси деб аталади ?
3. Дифракцион панжара ва унинг даври нима ?
4. Дифракцион спектрнинг қандай ҳосил бўлишини тушунтиринг?
5. Ёруғлик дастаси гелий билан тўлдирилган разряд трубкасида дифракцион панжарага нормал тушади. Гелийнинг иккинчи тартибли спектри қизил чизиғи билан учинчи тартибли спектрнинг қайси чизиғи устма-уст тушади?

Адабиётлар

1. С. Э. Фриш, В.А. Тиморева Умумий физика курси 3-том. Т.: Ўқитувчи. 1976.
2. Г. С. Ландсберг. Оптика. Тошкент. Ўқитувчи. 1981.
3. В. И. Иверенова. Физикадан практикум: Электр ва оптика. Т.: Ўқитувчи. 1979.
4. И. В. Савельев. Умумий физика курси. III-том. Т.: Ўқитувчи. 1976.
5. М. Ш. Хайдарова, У. К. Назаров. Физикадан лаборатория ишлари. Т.: Ўқитувчи. 1989 .
6. П. К. Хабибуллаев таҳрири остида. Умумий физика курси. Электр ва оптика. Т.: Ўқитувчи. 1982.
7. Ф.А. Королев Физика курси. Оптика, атом ва ядро физикаси. Т.: Ўқитувчи, 1978.

Лаборатория иши № 8

Мавзу: Бугер-Беер қонунини ўрганиш

Ишни бажаришдан мақсад: Ҳар хил суюқликларда ёруғликнинг ютилишини ўрганиш, ҳамда Бугер-Ламберт-Беер қонунини текшириш.

Керакли асбоблар: Бугер-Ламберт-Беер қонунини текшириш учун ясалган қурилма, ярим ўтказгичли лазер, дистилланган сув, мис купорасининг сувдаги эритмаси.

Ишга оид назарий маълумотлар

Ёруғликнинг моддалар (суюқлик, газ, каттиқ жисм) билан ўзаро таъсири унинг абсорбция, рефракцияси, кутбланиши, сочилиши ва ҳоказолар орқали намоён бўлади. Бу ҳодисаларнинг ҳар бирини миқдорий тавсифлаш учун маълум бир катталиклар орқали ифодаланади: булар-ютилиш коэффициентини, кутбланиш даражаси, сочилган нурнинг интенсивлиги ва ҳоказолар билан номланади.

Ёруғликнинг икки муҳит чегарасида қайтиши ва синишини ўрганаётганда унинг ютилиши ва сочилишини ҳисобга олмаймиз. Шунинг учун бу жараён фақат битта катталик синдириш кўрсаткичи n орқали ифодаланади. Агар биз ёруғлик интенсивлигини камайишини ҳам ҳисобга олмоқчи бўлсак, у ҳолда синдириш кўрсаткичи билан бир қаторда муҳитда ёруғликни ютилиши ва сочилишини ҳисобга олувчи коэффициентни (ёки ютилиш кўрсаткичини) киритишимиз керак бўлади.

Бирор муҳитдан ўтаётган ёруғлик тўлқини электромагнит майдон таъсирида муҳитнинг электронларини тебантиради ва тўлқин энергиясининг бир қисми электронларни (оптик электронларни, яъни одатда атомга энг кучсиз боғланган валент электронларни ёруғлик дисперсияси классик назариясидаги моделга эътибор беринг) тебантиришга сарф бўлади.

Модданинг сиртига I_0 интенсивликли монохроматик параллел нурлар дастаси (яъни тўлқин) тушаётган бўлсин, интенсивликнинг dI камайиши модданинг қалинлиги dx га ва муҳитдан ўтаётган Интенсивликка пропорционал бўлади.

$$-dI = \beta I dx; \quad (1)$$

Биринчи формуладан $-\frac{dI}{I} = \beta dx$,

Бу ифодани I_0 дан I гача ва 0 дан x гача интеграллаб, қуйидагини оламиз:

$$I = I_0 e^{-\beta x}. \quad (2)$$

Бу ерда: I_0 —модда сиртига тушаётган ёруғлик интенсивлиги, x —модда қатламининг қалинлиги. Олинган (2) ифода адабиётда **Бугер қонуни** номи билан айтилади. Бу қонунни Бугер (1729) тажрибада топган ва назарий жиҳатдан асослаган. Ундаги β кўпинча экстинкция коэффициенти (ёки ютилиш кўрсаткичи) деб аталади ва муҳитдан ўтаётган ёруғликнинг интенсивлигини сусайишини ифодалайди. Агарда биз кўраётган моддада ёруғликни сочилиши ҳисобга олмаслик даражада кам бўлса (ютилишга нисбатан) экстинкция коэффициенти ютилиш кўрсаткичи деб олинади. Аксинча, агар ёруғликнинг сочилиши унинг ютилишига нисбатан катта бўлса, сочилиш ҳисобига юзага келган экстинкция коэффициенти дейишимиз ўринлироқ бўлади. Бу ишимизда ёруғликнинг сочилишини унинг ютилишига нисбати жуда кам бўлгани учун ёруғлик интенсивлигини камайиши асосан ютилиш ҳисобига содир бўлади, яъни (1) даги пропорционаллик коэффициенти β ютилиш кўрсаткичини билдиради ва ёруғликнинг ютилиш кўрсаткичи

$$\beta = \frac{1}{x} \ln \frac{I(x)}{I_0}; \quad (3)$$

орқали ҳисобланади. Бу β -коэффициентнинг сон қиймати модданинг ёруғлик интенсивлигини 2,72 марта камайтирувчи қатламининг қалинлигини кўрсатади. Бундан кўриниб турибдики, ютилиш кўрсаткичининг ўлчов бирлиги см^{-1} ёки м^{-1} кўринишда бўлади.

Ёруғликнинг ютилиш қонуни юқорида айтганимиздек Бугер томонидан аниқланган. Кейинчалик Ламберт ва Беер лар ҳар томонлама ўрганишган. Шунинг учун бу қонунни Бугер-Ламберт-Беер қонуни ҳам дейилади. Бу қонунни қўлланиш соҳасини Вавилов ўрганган ва у тушаётган ёруғлик интенсивлигини 10^{10} - 10^{20} мартагача ўзгартирганда ҳам Бугер қонуни ўринли эканлигини аниқлаган. Аралашмали суюқликларда ёруғликни ютилишини ҳар томонлама ўрганиб,

Беер ютилиш кўрсаткичини (экстинкция коэффициентини), ёруғликни солиштирма ютилиш кўрсаткичи- k ва аралашма концентрацияси- c кўпайтмаси сифатида текширди:

$$\beta = kc. \quad (4)$$

Бу ерда k – солиштирма ютилиш кўрсаткичи. Бунда Бугер қонуни куйидаги кўринишга эга бўлади:

$$I = I_0 e^{-kcx}, \quad (5)$$

ва янги катталик солиштирма ютилиш кўрсаткичи учун куйидаги ифодани оламиз:

$$k = \frac{1}{cx} \ln \frac{I(x)}{I_0}; \quad (6)$$

Беернинг тажрибаларидан олинган асосий хулосалардан бири солиштирма ютилиш кўрсаткичи k аралашмаларнинг концентрациясига боғлиқлигидир. Бу хулоса Беер қонидаси деб аталади ва асосан кичик концентрацияли аралашмалар учун ўринлидир. Бундан ташқари экстинкция (ютилиш кўрсаткичи) коэффициенти концентрацияга пропорционал β , c бўлиши билан биргаликда солиштирма ютилиш кўрсаткичи k ташқи факторларга боғлиқ бўлиши мумкин (температура, эритувчининг табиати ва ҳоказо).

Худди шунга ўхшаш бир жинсли моддалар учун ютилиш кўрсаткичи модданинг зичлигига ρ пропорционал эканлигини қайд қилиш мумкин, яъни

$$\beta = k\rho; \quad (7)$$

(4) ва (7) ифодаларни Беер қонуни (қонидаси) ҳам дейилади. (4) ва (7)

лардаги:

$$k_c = \frac{\beta}{c}; \quad (8) \quad k_\rho = \frac{\beta}{\rho}; \quad (9)$$

k_c ва k_ρ -ларнинг доимийлиги аралашмалардаги молекулаларнинг ўзаро таъсири (кичик концентрациялар) экстинкция коэффициенти таъсир қилмаслик даражада кичик бўлганда ўринли бўлади. Бу қониданинг физик маъноси молекуланинг ютиш қобиляти атрофдаги молекулалар таъсирига боғлиқ эмаслигидан иборатдир.

Концентрация анча катталашганда, яъни ютувчи модда молекулалари орасидаги масофалар кичиклашганда бу қонундан четлашишлар кузатилади.

Бугер-Беер қонуни (6) ёруғлик ютишни ўлчаш йўли билан ютувчи модда концентрациясини аниқлаш учун жуда фойдалидир. Бу усул кўпинча химиявий анализи жуда мураккаб бўлган моддалар концентрациясини тез топиш учун лаборатория ва саноатда қўлланилади.

Булардан ташқари химиявий тоза суюқликни ёки аралашмани оптик хусусиятларини характерлаш учун мухитда ёруғликни ўтиш коэффициенти

$$A = \frac{I(x)}{I_0} = \exp(-\beta x); \quad (10)$$

ва ёруғликни ютилишини характерлайдиган катталикни аниқлаш мумкин.

$$B = \frac{I_0 - I(x)}{I_0}; \quad (11)$$

A ва B коэффициентлар айниқса тажриба ҳар хил тўлқин узунликли ёруғликда олиб борилганда спектрал ўтиш ва ютилишни характерловчи катталиклар сифатида катта аҳамиятга эга бўлади.

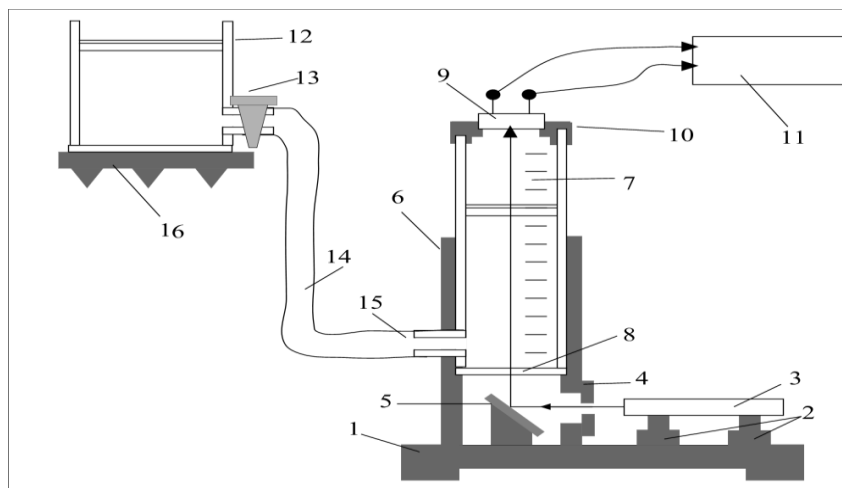
Қурилма ва ўлчаш методикаси

Суюқликларда ёруғликни ютилишини ўрганиш ва Бугер-Ламберт-Беер қонунини текшириш учун ясалган қурилманинг схемаси 24-расмда берилган.

У умумий асосга (1) ўрнатилган бўлиб, горизонтал жойлашган яримўтказгичли лазердан (3) 45 градус бурчак билан жойлашган, ясси кўзгу (5) ва вертикал ҳолда ўрнатилган цилиндр кўринишидаги кюветадан (6) иборат. Кюветанинг юқори учига фотодиод (9) ўрнатилган ва ҳосил бўлган фототокни ўлчаш учун (кенг ўлчаш диапозонига эга бўлган) рақамли микроамперметр (11) уланган. Кювета махсус резина труба (14) орқали кўшимча шиша идишга (12) уланган. Бу идишга ўрганилаётган суюқлик (8) солинади ва уни ҳар хил баландлигини аниқ қўйиш учун махсус кран (13) ўрнатилган. Кўшимча шиша идишни энг юқори кўтарилиши кюветанинг учига жойлашган фотодиоддан 3-5 см пастрокда бўлиши керак.

Яримўтказгичли лазер монохроматик параллел нурлар дастасини ҳосил қилади ва бу нур дастаси кўзгудан қайтиб суюқлик сиртининг паст қисмига тик тушади. Суюқликнинг маълум қалинлигидан ўтган нурнинг интенсивлиги фотодиодда электр токини (фототок) ҳосил қилади.

Бизга маълумки фотоэлементларда ҳосил бўлган фототок унинг юзига келиб тушаётган ёруғликнинг интенсивлигига тўғри пропорционалдир. Демак, биз суюқликнинг ҳар хил қалинлигига, мос келувчи фототокни ўлчаб, берилган интенсивликдаги нурни I_0 қанча қисми суюқлик томонидан ютиб қолингани $I_0 - I$ ва қанча қисми суюқликдан ўтганлигини I билишимиз мумкин.



24-расм

Кюветанинг ташқи сиртига жойлаштирилган даражаланган ўлчагичлар 7 ёрдамида суюқлик қатламининг аниқ билиб ва унга мос келувчи фототокни ўлчаган ҳолда $\beta = \frac{1}{x} \ln\left(\frac{I(x)}{I_0}\right)$ формула

орқали берилган суюқликда ёруғликнинг ютилиш (ёки экстинкция коэффицентини) кўрсаткичини ҳисоблаймиз. Бу ерда I_0 ни билиш маълум қийинчиликлар ҳосил қилиши мумкин. Агар I_0 ни суюқлик сиртига тушаётган ёруғликнинг интенсивлиги деб, яъни кюветада суюқлик йўқлигида ўлчанган фототок орқали белгилашимиз мумкин. Лекин суюқлик сиртига нур келиб тушганда унинг бир қисми суюқлик сиртидан қайтади. Бу қийинчиликни енгиш учун берилган суюқликнинг (дистирланган сув) ёки аралашма учун ҳар хил қалинликлари учун (суюқлик баландлигини 5-10 см га ўзгартириб) ўтган ёруғлик интенсивлигига мос келувчи фототокни ўлчаб ёруғликнинг ютилиш коэффицентини ҳисоблаш керак. Масалан, x_1 қалинлик учун интенсивлик I_1 бўлса ва x_2 учун I_2 ютилиш коэффицентини

$$\beta = \frac{1}{(x_2 - x_1)} \ln\left(\frac{I_2}{I_1}\right);$$

бўлади. Юқорида қайд қилинган ўлчашларни бажаришга киришишдан олдин берилган қурилма билан мукамал танишиб чиқиш тавсия қилинади. Ундан ташқари оптик хусусиятлари ўрганиладиган суюқлик ва ҳар хил концентрациядаги аралашмалар тайёрланиб, концентрациясини сон қиймати кўрсатилган шиша идишларга солинади. Берилган концентрацияли аралашма учун тажрибалар ўтказилиб бўлингандан сўнг ўлчаш кюветаси дистирланган сув билан бир неча бор чайиб ташланади. Бунинг учун қўшимча шиша идишга дистирланган сув солиниб бир неча марта юқорига кўтарилиб пастга тушириб чайиб ташланади.

Эслатма: Суюқликли шиша идишни юқорига кўтарилганда унинг баландлиги фотодиоднинг баландлигидан 5 см пастроқда бўлиши шарт.

1-машқ.

Бу машқни бажаришдан асосий мақсад дистирланган сувда ютилиш кўрсаткичини β ҳамда ўтиш А ва ютилиш В коэффицентлари аниқланиб, Бугер-Беер қонунининг бажарилиши текширилади.

Машқни бажариш учун 0,5 литрли шиша идишли дистирланган сув олинади. Биринчи бўлиб шиша идишга (кран берк) дистирланган сув солиниб, уни штативга маълум баландликда жойлаштирилади. Фототокни ўлчаш схемаси уланиб, уни иш ҳолатида эканлигини текшириб кўрилади. Ёруғлик манбаи сифатида ишлатилаётган лазер ёкилиб, уни ишлаш режими стабиллашгунча (1-2 мин.) кутилади ва лазер нури кўзгуга қараб йўналтирилади. Бунда фотодиодда ҳосил бўлган ток

ўлчанади. Бу ток ёруғлик интенсивлиги бошланғич қийматига (I_0) мос келади. Бунда бир неча марта токнинг қийматини ўлчаб, ўртачаси олинади. Сўнгра резина трубкадаги кран очилиб сув сатҳини баландлигини 5 см гача кўтарилади ва кран беркитилади. Яна токни ўлчаш схемаси уланиб шу қалинликка мос келувчи фототокни микроампер кўрсатишидан ёзиб олинади. Сувнинг устуни то 35 см бўлгунча ҳар бир 5 см баландлигидаги (демак 7 та нуқтада) фототок ўлчаб борилади ва ўлчашлар сув ҳар 5 см га камайтирилиб тажриба қайтарилади. Бу ўлчашлар 4-6 марта (юқорига 2-3 марта, пастга қараб 2-3 марта) қайтарилади ва ҳар сувнинг қалинлиги учун токнинг ўртача қиймати олинади.

Олинган натижалардан фойдаланиб ютилиш кўрсаткичи β ҳамда (10) ва (11) ифодалардаги ўтиш A ва ютилиш B коэффициентларини топамиз ва қуйидаги жадвални тўлдириш.

№	$h, \text{м}$	$I, \text{А}$	$I_0, \text{А}$	$\beta_{\text{юк}}$	A	$V_{\text{юк}}$
1						
2						
3						
4						

2-машқ

Бу машқни бажаришдан асосий мақсад, мис купорасининг сувдаги маълум концентрацияли эритмаси ёки канифолнинг спиртдаги эритмасининг дистирланган сувдаги аралашмаси учун ютилиш кўрсаткичини β ҳамда ўтиш A ва ютилиш B коэффициентлари аниқланиб, Бугер–Ламберт қонуни бажарилишини ўрганиш.

Машқни бажариш учун 0,5 литрли шиша идишда ярим литр миқдорда тайёрланган мис купоросининг сувдаги эритмаси (1-3% атрофида) олинади.

Биринчи бўлиб шиша идишга (кран берк) мис купоросининг сувдаги эритмаси солиниб уни штативга маълум баландликда жойлаштирилади.

Фототокни ўлчаш схемаси уланиб, уни иш ҳолатида эканлигини текшириб кўрилади.

Ёруғлик манбаи сифатида ишлатилаётган лазер ёқилиб, уни ишлаш режими стабиллашгунча (1-2 мин.) кутилади ва лазер нури кўзгуга қараб йўналтирилади. Бунда фотодиодда ҳосил бўлган ток ўлчанади. Бу ток ёруғлик интенсивлиги бошланғич қийматига I_0 мос келади. Бунда бир неча марта токнинг қийматини ўлчаб, ўртачаси олинади. Сўнгра резина трубкадаги кран очилиб эритма сатҳини баландлигини 5 см гача кўтарилади ва кран беркитилади. Яна токни ўлчаш схемаси уланиб шу қалинликка мос келувчи фототокни микроампер кўрсатишидан ёзиб олинади. Эритма устуни то 35 см бўлгунча ҳар бир 5 см баландлигидаги (демак 7 та нуқтада) фототок ўлчаб борилади ва ўлчашлар сув ҳар 5 см га камайтирилиб тажриба қайтарилади. Бу ўлчашлар 4-6 марта (юқорига 2-3 марта, пастга қараб 2-3 марта) қайтарилади ва ҳар эритманинг қалинлиги учун токнинг ўртача қиймати олинади.

Олинган натижалардан фойдаланиб ютилиш кўрсаткичи β ҳамда (10) ва (11) ифодалардаги ўтиш A ва ютилиш B коэффициентларини топамиз.

Олинган натижаларни бир-бири билан таққослаб хулосалар чиқариш керак.

Назорат учун саволлар

1. Ишнинг мақсади ва бажарилиш тартиби.
2. Ёруғлик тўлкини суюқликларда тарқалганда қандай жараёнлар рўй бериши мумкин?
3. Бугер қонунини таърифланг ва ифодасини ёзинг.
4. Бугер-Беер қонунини тушунтириш ва ифодасини ёзинг.
5. Ушбу қонунларнинг қўлланиш чегараси нималарга боғлиқлигини тушунтириш.
6. Ёруғликнинг ютилишининг квант назарияси.

Адабиётлар

1. Г. С. Ландсберг, Оптика, Москва, 1976.
2. Н. М. Годжиев, Оптика, Москва, 1977.
3. А. Н. Матвеев, Оптика, Москва. Высшая школа. 1995. 351 с.
4. Ф. А. Королев Физика курси. Оптика, атом ва ядро физикаси. Тошкент, Ўқитувчи, 1978.
5. И. В. Иверенова. «Физикадан практикум» Тошкент, Ўқитувчи. 1978.

Лаборатория иши № 9

Мавзу: Фотоэлектрик калориметр ёрдамида суюқликларда ёруғликнинг ютилиш коэффициентини, эритмаларнинг зичлиги ва эритмаларнинг рангини аниқлаш.

Ишни бажаришдан мақсад: Суюқликларда ёруғликнинг ютилиш коэффициентини, эритмаларнинг оптик зичлигини ва рангини тажрибада аниқлаш.

Керакли қурилмалар ва асбоблар: АІ-ЕЦ2-С фотоэлектрик калориметри, ҳар -хил кюветалар, дистрланган сув.

Ишга доир назарий маълумотлар

Суюқликлардан ёруғлик нури ўтиши вақтида қисман сочилади, қисман ютилади. Суюқликдан ёруғлик нурининг ўтиши 25-расмда кўрсатилган. Суюқликка тушувчи ёруғлик нурининг интенсивлиги қуйидагича ёзилиши мумкин:

$$I_0 = I_x + I_{ю} - I_{соч}, \quad (1)$$

бу ерда I_0 –суюқликка кирувчи ёруғликнинг интенсивлиги, I_x –модданинг x қатламидан ўтувчи ёруғликнинг интенсивлиги, $I_{соч}$ –модданинг x қатламида сочилган ёруғликнинг интенсивлиги.

Ёруғлик-электромагнит тўлқин моддага тушганда, зарраларни, хусусан диполларни мажбурий тебранишга келтириб, модда ички энергиясини оширишга сабаб бўлади. Бунга сарфланган ёруғлик энергияси унинг ютилган қисми ҳисобланади. Ютилган энергия модда структурасига, ёруғлик частотасига ҳамда ютилувчи қатлам қалинлигига боғлиқ. Ёруғликнинг ютилишини характерлаш учун унинг частотасига ва модда табиатига боғлиқ бўлган ютилиш коэффициенти деган катталик киритилади. Интенсивлиги I_0 бўлган монохроматик ёруғлик а қалинликдаги моддага тушаётган бўлсин, I_x эса x қалинликка етиб борган ва dI_x, dx қалинликда ютилган ёруғлик интенсивлиги бўлсин. У ҳолда

$$dI_x = -kI_x dx; \quad (2)$$

dx ва

$$\frac{dI_x}{I_x} = -k dx; \quad (3)$$

бу ифодани интеграллаб

$$\ln I_x = -kx + \ln c; \quad (4)$$

$$\ln \frac{I_x}{c} = -kx; \quad (5)$$

ифодани ҳосил қиламиз. Агар $x = 0$, у ҳолда $I_x = I_0$ бўлади, $I_0 = c$ бўлса

$$I_x = I_0 e^{-kx} \quad \text{ёки} \quad I_a = I_0 e^{-ka}; \quad (6)$$

ифода ҳосил бўлади, бу Бугер қонунидир.

$$\text{Ютилиш коэффициенти} \quad k = \frac{I}{a} \ln \frac{I_0}{I_a}; \quad (7)$$

ифодадан аниқланади. Бугер қонуни ифодасини ёруғлик оқими учун ҳам ёзиш мумкин:

$$\Phi_a = \Phi_0 e^{-ka}; \quad (8)$$

натурал логарифмдан ўн асосли логарифмга ўтилса,

$$\Phi_a = \Phi_0 \cdot 10^{-m_\lambda a}; \quad (9)$$

бу ерда, $m_\lambda = k_\lambda \text{ tge} = 0,4343 k_\lambda$; (10)

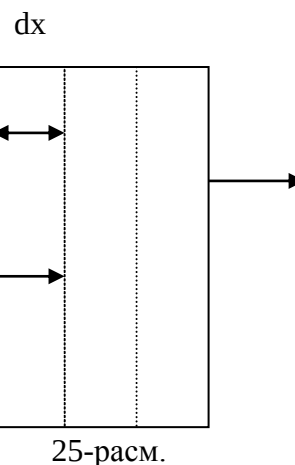
$$D = \lg \frac{I_0}{I_a}; \quad (11)$$

бу ерда D -оптик зичлик деб аталади.

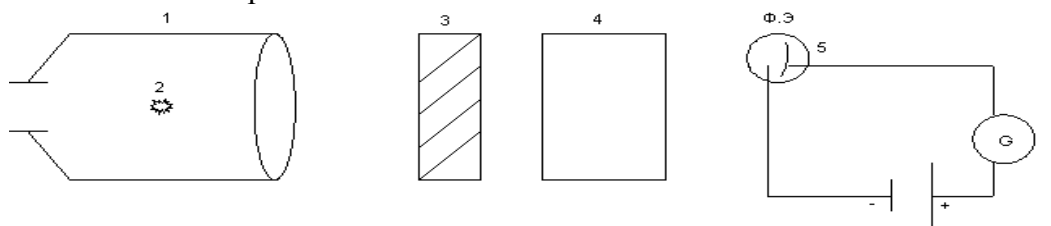
$$D = m_\lambda c \cdot a$$

c - моль/метр эритманинг концентрацияси.

Бу ишни бажаришда оптик схемаси 26-расмда келтирилган қурилмадан фойдаланиш мумкин. 1-ёруғлик ўтказмайдиган мослама, 2-ёруғлик манбаи, 3-ёруғлик фильтри, 4-



текширилаётган суюқлик солинган идиш, 5-фотоэлемент, 6-фототок миқдорини аниқлаш учун қўйилган асбоб-гальванометр.



26-расм.

Ёруғликнинг идишдаги суюқлик томонидан ютилиши, ҳаво-суюқлик чегарасидан қайтиши, суюқлик-шиша чегарасида ва идиш тагининг юқори сиртдан қайтиши, идиш тубида ютилиши ва охирида идиш шиша-ҳаво чегарасидан қайтиши ҳодисалари кузатилади. Бу ҳодисалар туфайли теширилаётган суюқликдан ўтаётган ёруғлик оқими камаяди, бу камайиш (8) ифодага $\gamma > 0$ бўлган қўшимча коэффициент киритиш билан ҳисобга олинади:

$$\Phi_a = \Phi_0 \cdot 10^{-(ma+\gamma)} \quad (12)$$

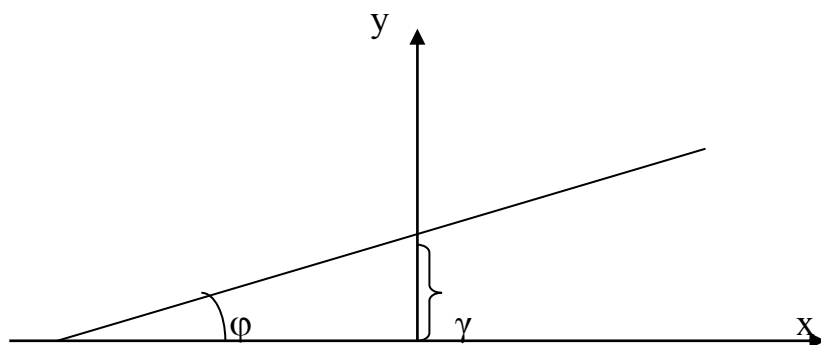
бу ифодани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\lg \frac{\Phi_0}{\Phi_a} = ma + \gamma$$

бу $y = mx + b$ кўринишдаги тўғри чизик бўлиб,

$$\lg \frac{\Phi_0}{\Phi_a} = y$$

$a = x$, $\gamma = b$ ва $m = \tan \varphi$ - тўғри чизикнинг бурчак коэффициенти (27-расм).



27-расм.

Тажрибада ёруғлик оқимларининг нисбати фотоэлементга уланган гальванометр ёрдамида аниқланади:

$$\frac{I_0}{I_a} = \frac{c\Phi_0}{c\Phi_a} = \frac{in_0}{in_a} = \frac{n_0}{n_a}$$

ёки

$$\frac{\Phi_0}{\Phi_a} = \frac{n_0}{n_a};$$

I_a ва I_0 – мос равишда а қалинликдаги суюқликдан ўтган ва унга тушаётган ёруғлик оқимиға мос келувчи фототок катталиклари, c -фотоэлементнинг сезгирлиги, i – гальванометр стрелкасининг оғиши.

Фотокалориметрнинг тузилиши ва ишлаш принципи

Фотокалориметр АІ – ЕЦ 2-С суюқликларнинг оптик зичлигини, рангини, ютилиш коэффициентини аниқлашда ишлатиладиган қурилма бўлиб ҳисобланади. Бундай асбобларнинг ишлаш принципи, ёруғликнинг суюқликдан ўтиб, ютилгандан сўнг фотоэлементда электр энергиясини ҳосил қилишга асосланган. Ёруғлик манбаидан конденсорга ёруғлик нури йўналтирилади, у ёруғлик фильтри орқали ўтиб, линзага тушади. Шундан сўнг кювета орқали,

мухофаза ойнасига, ундан сўнг фотоэлементга тушади. Фотоэлемент олдида улагичли тўсик қўйилган.

АІ-ЕЦ 2-С қурилмаси билан фотонларнинг абсолют катталиги ўлчанади. Қурилмани ишлатишда $\mu\text{А}$ микроамперметрнинг стрелкаси ноль вазиятга келтирилади.

Фотоэлемент ёритилганда «қоронғилик токи» деб аталган бурагич ёрдамида ноль вазиятга келтирилади. Ёруғликнинг оқими йўлига суюқлик солинган кювета қўйилганда, $\mu\text{А}$ микроамперметр стрелкаси «қўпол» ёки «нозик» деб аталган бурагич ёрдамида ноль вазиятга келтирилади.

Ишни бажариш тартиби

1. АІ-ЕЦ 2-С қурилмасини ток манбаига уланади. Қурилманинг юза қисмига жойлашган «вкл», «выкл» улагичини «вкл» вазиятга қўйилади ва қурилма юзидаги «кўзга» қаралади. Бу вақтда «кўз» ёниши керак.
2. Корректор ёрдамида микроамперметрнинг стрелкаси ноль вазиятга келтирилади.
3. Керакли тўлқин узунлигидаги интерференцион ёруғлик фильтрини приборнинг устидаги 1 тешикка ўрнатилади.
4. Қурилмани фотоэлементини очик ҳолда келтириб 30 минут қиздирилади.
5. Ноль вазият текширилади: «қоронғи ток» бурагичи ёрдамида микроамперметр нолга келтирилади.
6. Ёруғлик ўтказиш бурагичи ёрдамида шкаланинг ноль вазияти чизиғига келтирилади.
7. Бурагични ўзингизга томон тортинг ва ёруғлик оқимини йўлини очинг.
8. Силжувчи бурагич ёрдамида «қўпол» ва «нозик» стрелка ноль вазиятга келтирилади.
9. «қўпол» ва «нозик» бурагич ёрдамида стрелка ноль вазиятга келтирилади.
10. Кюветалар кювета жойлаштириладиган жойга қўйилади, 1-кюветага эталон суюқлик, 2-кюветага эса номаълум суюқлик жойлаштирилади.
11. Юқоридаги пунктлар бажарилади ва ўтказиш коэффиценти ёки оптик зичлик приборнинг шкаласидан олинади. Ҳар бир эритма учун уч марта ўлчашлар ўтказилади ва ўртача арифметик қиймат олинади.
12. (11) формуладан $m_{\lambda} = \frac{D}{c\alpha}$ ютилишнинг моляр коэффиценти аниқланади, бу ерда c -эритманинг концентрацияси.
13. Бир неча маълум концентрациядаги ютилиш m_{λ} моляр коэффицент аниқланади.
14. Шундан сўнг $I_{\text{юм.}} = f(\lambda)$ ёки $m_{\lambda} = f(\lambda)$ орасидаги боғланиш графиги аниқланади.

Назорат саволлари

1. Фотоэлектрик калориметрнинг тузилиши ва ишлаш принципини тушунтиринг.
2. Ёруғликнинг ютилиши нима?
3. Оптик зичлик нима?
4. Бугер-Ламберт-Беер қонуни қандай ифода қилинади?
5. Моляр ютилиш коэффиценти нима?

Адабиётлар

1. С.А.Бударина. Физикадан лаборатория машғулотлари. Тошкент. Ўқитувчи. 1984.
2. Г. С. Ландсберг. Оптика. Тошкент. Ўқитувчи. 1981.
3. В. И. Иверенова. Физикадан практикум: Электр ва оптика. 1979.
4. И.В.Савельев. Умумий физика курси. III-том. Тошкент. Ўқитувчи. 1976
5. А. А. Бабушкин и др. Методы спектрального анализа. М.: Изд. МГУ. 1962 .
6. И. М. Хайдарова, У. К. Назаров. Физикадан лаборатория ишлари. Тошкент. Ўқитувчи. 1989
7. Ўлмасова М.Н. Физика. Оптика, атом ва ядро физикаси. 3-китоб, Тошкент, Чўлпон, 2007. §15-§19.

Лаборатория иши № 10

Мавзу: Қутбланган ёруғликни олиш ва Малюс ходисасини ўрганиш.

Ишни бажаришдан мақсад: қутбланган нурларни олиш, уларнинг хусусиятларини ўрганиш ҳамда Малюс қонунини текшириш.

Керакли асбоблар: Тажрибавий қурилма, ёруғлик манбаи, қутблантиргич, таҳлил этгич, фотоэлемент, микроамперметр.

Ишга оид назарий маълумотлар

Лазер нурлари қутбланган ва монохроматик нур бўлгани учун унинг ёрдамида (Линник микроинтерферометри) юзаларнинг шлифи, яъни силлиқлиги назорат қилинади. Шу жумладан автомобиль техникасининг ойна ва бошқа деталларининг сифати назорат қилинади. Айниқса юпқа пардалар билан ишланадиган юзаларда пардаларнинг қалинлиги, сифати назорат қилинади. Лазер нурининг ўта монохроматик бўлиши бу жараёнларни ўта юқори сифатли қилиб ўтказишга имкон беради. Лазер нурлари ёрдамида эллипсометрия усулидан фойдаланиб эса ўта силлиқ сиртларнинг сифати назорат қилиниши мумкин.

Шу жумладан, қутбловчи автомобиль ойналаридан фойдаланиш, автомобилларнинг ёриткичларини бир-бирига ҳалақитини батамом йўқотиш мумкин. Бу муаммо эса XXI-аср автомобиллари яратилишидаги муаммолардан биридир.

Шу сабабли мазкур лаборатория ишида қутбланган нурларни олиш ва уни ўрганиш услубига бағишлангандир.

Ҳар қандай ёруғлик манбаини жуда кўп миқдордаги алоҳида ҳамда ўзаро мустақил ёруғлик энергиясини нурлантиргичларнинг (атомларнинг ёки молекулаларнинг алоҳида ёки биргаликда) тўпламидан иборат деб қараш мумкин.

Ҳар бир алоҳида атом ёки молекула томонидан нурланган ёруғлик ясси қутбланган электромагнит тўлқиндан иборат деб қараш мумкин. Бу тўлқинда электр майдон E кучланганлик вектори вақт ўтиши билан аниқ бир текисликда ўзгаради (текисликни Q_1 билан белгилайлик). Магнит майдон H кучланганлиги вектори ўзгарадиган текислик (Q_2 билан белгиланади) Q_1 текисликка перпендикуляр жойлашади.

Ёруғликнинг вакуумда тарқалиш тезлигини характерловчи C -вектор (28-а расм) O_1O_2 ўқ бўйлаб йўналган ва бу ўқда эса Q_1Q_2 текисликлар ўзаро перпендикуляр ҳолатда кесишган бўлади.

Ушбу O_1O_2 ўқ бўйлаб, вақтнинг ҳар бир моментида фазода тартибсиз ҳолатда жойлашган жуда кўп нурланиш манбаларидан ёруғлик энергияси тарқалади. Шунинг учун E ва H векторлар C векторга перпендикуляр бўлиши билан бир қаторда фазодаги йўналиши O_1O_2 ўқдан ўтувчи ихтиёрий текисликларда жойлашган бўладилар (28-б расм-бу ҳолатда C -вектор расм текислигига перпендикуляр жойлашган). Ёруғлик тарқалиш йўналишига перпендикуляр бўлган электр векторининг йўналиши фазода ихтиёрий равишда жойлашган ва бир вақтнинг ўзида бор бўлиб, ёки бир-бири билан алмашилиб турувчи ёруғлик тўлқинлари тўпламига табиий ёруғлик деб айтилади.

Табиий ёруғликдан ясси қутбланган, яъни ёруғлик тўлқинининг электр вектори фақат бир текисликда тебранувчи ёруғлик тўлқинини ҳосил қилишнинг турли усуллари бор.

Шулардан бири бу шиша пластинка сиртига герапатит кристалларининг юпқа қатлами қопланган ва қутблантиргич деб аталмиш оптик элемент орқали табиий ёруғлик тўлқинини ўтказиб, ясси қутбланган ёруғлик тўлқинини олишдир.

Бу қутблантиргичлардан ёруғлик тўлқинининг қутбланишини таҳлил этишда фойдаланса ҳам бўлади.

Ушбу лаборатория ишининг мақсади табиий ёруғлик тўлқинидан ясси қутбланган нурланиш олиш, унинг қутбланиш даражасини аниқлаш ҳамда Малюс қонунини текширишдан иборат.

Агар I_0 интенсивликка эга бўлган табиий ёруғлик тўлқинини қутб- лантиргичдан ўтказсак, интенсивлиги I_0' бўлган ясси қутбланган ёруғлик нури оламиз ва уни яна бир марта қутблантиргичдан (яъни ёруғлик қутб- ланишини таҳлил этгичдан) ўтказсак, интенсивлиги $I = I_0' \cos^2 \alpha$ бўлади. Бу ерда α -қутблантиргич (таҳлил этгич) дан ўтгунча ва ўтгандан сўнг ёруғлик тўлқин электр векторлари тебранаётган текисликлар орасидаги бурчак.

Агар ясси қутбланган ёруғлик нурланишидаги электр E векторининг амплитудавий қийматини A_0 билан, қутблантиргичдан (яъни ёруғлик қутб ланишини таҳлил этгич) дан ўтган ёруғлик нурланишининг электр E векторининг амплитудасини A_0' билан белгиласак, қуйидаги

$$A = A_0' \cos \alpha, \quad (1)$$

ифода ўринли бўлади.

Агар ёруғлик интенсивлиги электр векторининг квадратига пропорционал бўлса, у ҳолда

$$I = I_0' \cos^2 \alpha. \quad (2)$$

Ушбу (2) формула Малюс қонунини ифодалайди.

Тўла қутбланган тўлқин фақат монохроматик тўлқинларга тегишли. Монохроматик бўлмаган тўлқинлар учун тўла қутбланган тўлқинни кузатиш мумкин эмас.

Қурилманинг баёни

Юқорида таъкидлаганимиздек, қутблантиргичдан ўтган табиий ёруғлик тўла қутбланмайди. Қутблантиргичдан ўтган ёруғликда қисман табиий ёруғлик аралашмаси иштирок этади. Бундай ҳолларда қутбланиш даражасини аниқлашимизда қуйидаги ифодадан фойдаланамиз.

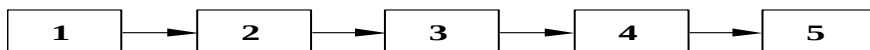
$$P = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}; \quad (3)$$

бу ерда $I_{\max}$ - таҳлил этгичдан ўтган ёруғлик интенсивлигининг максимал қиймати (бу ҳолда қутблантиргичнинг ва таҳлил этгичнинг мос равишда қутблантириш ва таҳлил этувчи текисликлари устма-уст тушади).

$I_{\min}$ -таҳлил этгичдан ўтган ёруғлик интенсивлигининг минимал қиймати (бу ҳол қутблантиргич ва таҳлил этгичнинг қутблантириш ва таҳлил этувчи текисликлари ўзаро кўндаланг жойлашган).

Лаборатория иши 29-расмда келтирилган қурилма асосида бажарилади. Ёруғлик манбаидан параллел нурлар қутблантиргич ва

таҳлил этгичдан ўтиб фотоэлементга тушади. Фотоэлемент ёруғлик энергиясини электр

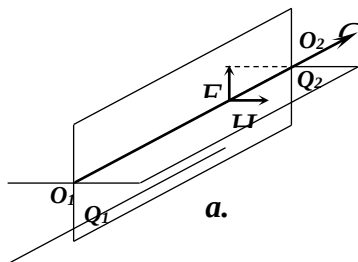


29-расм. Тажрибавий қурилманинг блок чизмаси. 1-ёруғлик манбаи, 2-қутблантиргич, 3-таҳлил этгич, 4-фотоэлемент, 5-ўлчов асбоби.

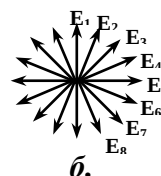
сигналига айлантиради ва уни ўлчаш асбоби ёрдамида қайд қилинади. Қутблантиргичга тушаётган ёруғлик интенсивлигини I_0 билан қутблантиргичдан ўтган ёруғлик интенсивлигини I_0' деб оламиз ва таҳлил этгичдан ўтган ёруғлик интенсивлиги (2) формула орқали топилади. Шу (2) формула асосида Малюс қонуни текширилади ва (3) формула асосида ёруғликнинг қутбланиш даражаси аниқланади.

Ишни бажариш тартиби.

1. Ёруғлик манбаи электр тармоғига уланиб 2-3 минут қиздирилади.
2. Қутблантиргич ва анализаторни битта ўқ бўйича ёруғлик нури йўлига жойлаштирилади.
3. Кремнийли фотоэлементи шундай жойлаштириш керакки, унга уланган микроамперметр энг катта кўрсаткичга эришсин.
4. Таҳлил этгични қутблантиргичга нисбатан айлантириб мик-роамперметр кўрсаткичидан токнинг минимал ва максимал қийматларини 4-5 марта қайд қилиш керак.
5. Таҳлил этгич 360° қадар 5-10 қадам билан айлантириб, фототоклар катталиги ёзиб



28-расм



олинади.

6. Бешинчи пунктдаги ишлар 4-5 марта такрорланади ва жадвалга ёзилади.

7.Иккинчи ифода ёрдамида қутбланиш даражасининг ўрта қиймати ва хатоликлари топилади.

8.Олинган натижаларнинг ўртача қийматлари ва жадвалдан фойдаланиб Малюс қонуни текширилади ва графиги чизилади.

7-жадвал.

α^0				I, μA				R	R _{ўрт}	ΔR	$\Delta R_{\text{ўр}}$	$N = \frac{\Delta R_{\text{ўрт}}}{R_{\text{ўрт}}} \cdot 100\%$
1	2	3	4	1	2	3	4					

Назорат учун саволлар

- 1.Ёруғлик тўлқинлари деб нимага айтилади?
- 2.Табиий ёруғлик деганда нима тушунилади?
- 3.Қутбланган ёруғлик деганда нима тушунилади?
- 4.Ясси ёки чизикли қутбланган ёруғлик деганда нима тушунилади?
- 5.Табиий ёруғликдан қандай қилиб чизикли (ясси) қутбланган ёруғлик олинади?
- 6.Қутблантиргич ва таҳлил этгичлар қандай ишлайди?
- 7.Малюс қонунининг ифодасини ёзинг ва физик моҳиятини тушунтиринг.
- 8.Ёруғликни нуруни қандай элемент билан қайд қилинади ва унинг қайд қилиши қайси физик эффект асосида тушунтирилади?
- 9.Фотоэлементда ҳосил бўлган фототокнинг катталиги ёруғлик интенсивлигига қандай боғлиқ?
- 10.Фототокни қандай асбоб билан ўлчанади?

Адабиётлар

- 1.Ўлмасова М.Н. Физика. Оптика, атом ва ядро физикаси. 3-китоб, Тошкент, Чўлпон, 2007.
2. Г.С. Ландсберг Оптика, Т.: Ўқитувчи, 1981.
3. Ф.А. Королев Физика курси. Оптика, атом ва ядро физикаси. Тошкент, Ўқитувчи, 1978.
4. И. В. Савельев «Умумий физика курси» 3-том. Тошкент, 1976.
5. О.Ахмаджонов. Физика курси. Оптика, атом ва ядро физикаси. Тошкент, Ўқитувчи, 1978.

Лаборатория иши № 11

Мавзу: Спектроскопни даражалаш ва даражаланган эгри чизиғига қараб ёруғлик тўлқин узунлигини аниқлаш.

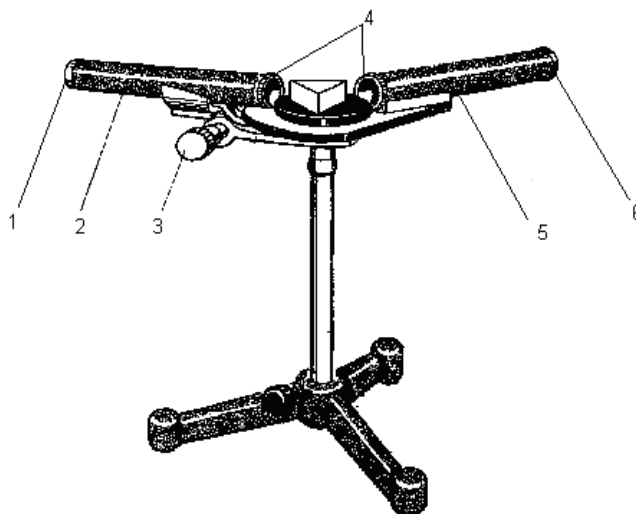
Ишни бажаришдан мақсад: Спектроскоп ёрдамида спектрларни кузатиш ва тажриба ёрдамида ёруғликни тўлқин узунлигини аниқлаш.

Керакли асбоблар: Микрометрик винтли трубади спектроскоп, спектрал трубаларни ёндириш асбоби, КЭФ-8 ёки бошқа электр манбаи.

Ишга оид назарий маълумотлар

Бу ишни бажаришда 30-расмда тасвирланган спектроскопдан фойдаланилади. Бунда: 1. Окуляр; 2. Кўриш трубади; 3. Микрометр винт; 4. Объективлар; 5. Коллиматор; 6. Тирқиш.

Спектроскопнинг схемаси ва ундаги нурлар йўли 30-расмда кўрсатилган. Коллиматор тирқиш яқинида жойлашган ёруғлик манбаига келувчи нурлар линзанинг коллиматор объективининг бош фокусидаги тирқишдан ўтади ва линзадан ўтгандан кейин даста бўлиб шиша призманинг ён томонига тушади.



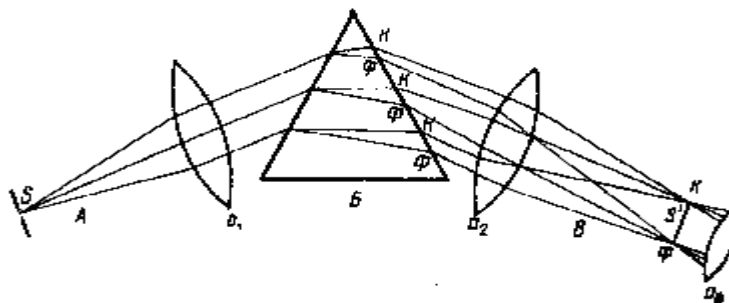
30-расм.

Призмдан ўтган нурлар призманинг асоси томон эгилади ва рангли нурларга ажралади. Нурлар призмдан чиққандан кейин, яъни призманинг вакуум трубади орқали даста-даста бўлиб объективга йўналади. Бир хил рангли ҳар бир нурлар дастаси объективдан ўтиб унинг фокал текислигида коллиматор ёрдамида тирқишнинг рангли ҳақиқий тасвирини ҳосил қилади. Жуда кўп бундай тасвирлардан спектр ҳосил бўлади. Спектрнинг қизил соҳаси призма учи томонда бинафша ранг соҳаси эса призманинг асоси томонда бўлади. Кўриш трубадининг спектри маълум чизиғига туғирлаб кўриш учун трубадининг ичида спектр ҳосил бўладиган текисликда тортиб қўйилган ингичка вертикал ип хизмат қилади.

8-жадвал

№	Чизиқларнинг ранги	Микрометрнинг кўрсатишлари			Тўлқин узунлиги
		1-усул	2-усул	3-усул	
1					
2					
3					
4					

5					
6					



31-расм

Спектрнинг ҳақиқий тасвири лупада кўринганидек, окуляр тиркишдан қараганда спектрнинг фақат бир қисмигина кўринади. Спектрнинг айрим қисмларини кўриш учун кўриш трубасини буриб кузатиш керак. Бунинг учун микрометр каби тузатилган микрометрик винт хизмат қилади, спектрдаги чизиқларнинг жойлашишига қараб ёруғлик манбаининг таркибида у ёки бу химиявий элементларнинг борлигини аниқлаш учун спектроскопни даражалаш зарур. Спектроскопни даражалашда ўргаланувчи қандайдир газнинг олдиндан маълум бўлган спектрини кузатиб туриб бажарилади. Кузатиладиган ҳар қайси чизиққа мос келадиган тўлқин узунлик справочникдан олинади. Сўнгра, кўриш трубасининг ипи спектрал чизиқларнинг ҳар бири билан устма-уст туширилади ва санок мосламасининг кўрсатишлари ёзиб олинади, кейин даражалаш эгри чизиғи чизилади. Бунинг учун вертикал бўйича микрометрнинг шу тўлқин узунликларига мос тушувчи маълум кўринишлари қўйилади.

Ишни бажарилиш тартиби

Спектроскопни даражалаш эгри чизиғини чизиш

1. Ўлчаш натижаларини ёзиб олиш учун дафтарга қуйидаги жадвални чизинг.
 2. Спектроскопнинг тузилиши ва асоси узеллари билан танишиш.
 3. Спектрал трубкаларни ёндириш учун гелий қамалган трубкани асбобнинг туткичига жойланг ва асбобни КЭФ-8 орқали 8 В кучланишли ўзгармас ток кучига уланг.
 4. Кўриш трубасининг окуляри орқали кузата туриб гелийнинг барча спектрал чизиқларини кўриш учун микрометрик винтни буранг.
 5. Окулярни силжитиб унинг аниқ тасвирини ҳосил қилинг.
- Микрометрик винт ёрдамида кўриш трубасининг майдонида энг четки майда қизил спектрал чизиқ пайдо бўладиган қилиб ўнг томониға бурунг. Вертикал ипнинг тасвирини шу спектрал чизиқ билан устма-уст туширинг ва микрометр кўрсатишини жадвалга ёзинг.
- Микрометрик винтни бураб кўриш трубасини ип билан ҳар бир навбатдаги спектрал чизиқ билан устма-уст тушгунча силжитинг. Ҳар бир спектрал чизиқ учун микрометрнинг кўрсатишини 8-жадвалга ёзинг.
6. Микрометрик винтнинг ёзиб олинган кўрсатишлари ва шунга мос тўлқин узунликлари асосида катакли коғозга даражалаш эгри чизиғини чизинг. Бунинг учун абциссалар ўқиға микрометрнинг кўрсатишларини ордината ўқиға эса ёруғлик тўлқинининг узунликларини қўйиб чизинг.
 7. Даражалаш эгри чизиғидан фойдаланиб, натрий буғининг ва турли газларнинг спектрал чизиқларининг тўлқин узунликларини аниқланг.

Назорат саволлари

1. Спектроскопнинг тузилиши ва ишлаш принципини тушунтириб беринг.
2. Коллиматорни вазифаси нима?
3. Спектроскоп призмасининг вазифасини тушунтириб беринг.
4. Спектроскоп ёрдами билан текшириладиган ёруғлик тўлқин узунлиги қандай топилади?
5. Ёруғлик дисперсия деб нимаға айтилади.

Адабиётлар

1. С.А.Бударина. Физикадан лаборатория машғулоти. Тошкент, Ўқитувчи. 1984.
2. Г. С. Ландсберг. Оптика. Тошкент. Ўқитувчи. 1981.
3. В. И. Иверенова. Физикадан практикум: Электр ва оптика. Т.: Ўқитувчи. 1979.
4. И. В. Савельев. Умумий физика курси. III-том. Т.: Ўқитувчи. 1976.
5. А.А. Бабушкин и др. Методы спектрального анализа. Изд. МГУ. 1962.
6. И. М. Хайдарова, У. К. Назаров. Физикадан лаборатория ишлари. Тошкент. Ўқитувчи. 1989.
7. Ўлмасова М.Н. Физика. Оптика, атом ва ядро физикаси. 3-китоб, Тошкент, Чўлпон, 2007.

Лаборатория иши № 12

Мавзу: Шишанинг синдириш кўрсаткичини микроскоп билан аниқлаш.

Ишни бажаришдан мақсад: Шаффоф қаттиқ жисмларнинг синдириш кўрсаткичини тажриба асосида аниқлаш.

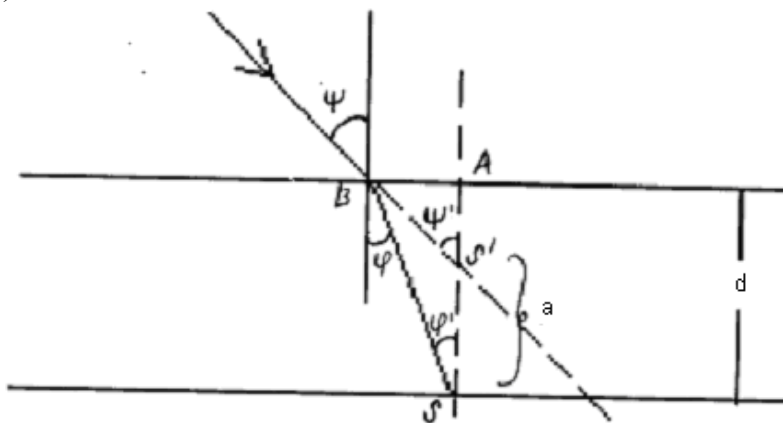
Керакли асбоб ва ускуналар: Микроскоп, бир томонида қора нуқталари бўлган шиша пластинка, ҳар икки томонида белгиси бўлган текшириладиган шиша пластинка, бир томони белгиланган шиша кўзгу, шиша пластинка қалинлигини ўлчайдиган микрометр.

Ишга доир назарий маълумотлар

Агар шиша пластинкадан унинг тагидаги бирор буюмга қаралса, буюм ҳақиқий турган жойидан бир оз юқорироқда кўринади, чунки нур шишадан ўтганда синади.

Шисанинг синдириш кўрсаткичи (n) ни унинг d қалинлиги ва жисм турган S нуқтанинг кўтарилган бўлиб кўринган a баландлиги орқали топиш мумкин.

Кузатувчининг кўзи пластинка сиртидаги S нуқтада тик ўтказилган нормал йўналишда бўлсин деб фараз қилайлик. Нормалга нисбатан кичик φ бурчак билан йўналган SB нурни текширамыз (32-расм).



32-расм.

Текшириладиган нур B нуқтага келиб синади ва нормалга нисбатан ψ бурчак билан ҳавога чиқади. Нурларнинг синиш қонунига асосан:

$$\frac{\sin \psi}{\sin \varphi} = n;$$

Бундан $n = 1$ бўлганда:

$$\sin \psi = \sin \varphi.$$

Кузатувчи учун бу нур S' нуқтадан чиққандай бўлиб кўринади. Шисанинг қалинлиги: $d = AS$. Бизни $a = AS - AS'$ миқдор қизиқтиради. ABS ва ABS' учбурчаклардан:

$$AB = AS' \operatorname{tg} \psi,$$

$$\text{ва} \quad AB = AS \operatorname{tg} \varphi = d \operatorname{tg} \varphi.$$

Юқоридагилардан:

$$AS' \operatorname{tg} \psi = d \operatorname{tg} \varphi,$$

ёки

$$\frac{d}{AS'} = \frac{d}{d - a} = \frac{\operatorname{tg} \psi}{\operatorname{tg} \varphi};$$

φ ва ψ бурчаклар жуда кичик бўлганлиги учун тангенслар нисбатини синуслар нисбати билан алмаштириш мумкин, яъни:

$$\frac{d}{d-a} = \frac{\sin \psi}{\sin \varphi}.$$

(1) формуладан фойдаланиб, қуйидагини ёза оламиз:

$$\frac{d}{d-a} = \frac{n \sin \varphi}{\sin \varphi} = n. \quad (2)$$

Ишни бажариш тартиби

(2) формуладан кўриниб турибдики, шиша пластинка қалинлиги d ва унинг тагидаги буюмнинг гўё кўтарилгандай бўлиб кўринган баландлиги a ни аниқлаш билан шишанинг синдириш кўрсаткичи n ни аниқлаш мумкин. Жисмнинг кўтарилгандай бўлиб кўринган a баландлиги тубусни жуда аниқ силжита оладиган микровинтли микроскоп билан топилади.

a нинг қиймати уч хил усул билан аниқланади:

1) микроскоп тагидаги буюмнинг тасвири равшан кўрингандан сўнг буюм устига шиша пластинка қўйилади ва микроскоп тубусини силжитиб яна яхшироқ тасвири ҳосил қилинади. Тубуснинг иккала ҳолати орасидаги фарқ a билан белгиланади. d ва a ларнинг қийматини (2) формулага қўйиб, шишанинг n синдириш кўрсаткичинини аниқлаш мумкин.

Буюм вазифасини шиша пластинкадаги қора нуқталар бажаради. Шиша пластинкани буюм устига текшириш учун қўйилади;

2) предмет столчасига остки ва устки сиртлари белгиланган шиша пластинка қўйилади. Пластинканинг устки сиртидаги белгилар ярим тиниқ бўлиши керак. Дастлаб, пластинканинг устки сиртидаги белгининг тасвири туширилади, сўнгра тубусни силжитиб, пластинканинг пастки сиртидаги белгининг тасвири туширилади. Шишанинг d қалинлигини аниқлаб, тубусни $d-a$ масофага силжитилади ва пастки сиртдаги белгининг тасвири кузатилади. Тубуснинг силжиши $d-a=b$.

Бу ифодани (2) формулага қўйиб, қуйидаги тенгликни ҳосил қиламиз:

$$n = \frac{d}{b}. \quad (3)$$

Текширилаётган шиша пластинканинг синдириш кўрсаткичинини (3) формула ёрдамида аниқлаш мумкин;

3) сирти белгиланган шишанинг сирланган томонини пастга ва белги қўйилган томонини юқорига қилиб, микроскопнинг предмет столчаси устига қўйилади. Микроскоп окулярига қараб, аввал ойна сиртидаги белгини, сўнгра тубусни силжитиб ойна ичидаги белгини топиш керак.

Бунда тубуснинг силжиши $b=2(d-a)$. Тажрибидан b нинг қийматини ҳисоблаб, (3) формула ёрдамида шишанинг синдириш кўрсаткичинини аниқлаш мумкин.

Топилган натижалар қуйидаги жадвалга ёзилади:

9-жадвал.

1- усул			2- усул			3- усул		
D	A	n	D	b	N	d	b	n

Назорат саволлари

1. Ишнинг бажариш тўғрисида маълумот беринг?
2. Микроскопни умумий тузилишини тушунтириб беринг?
3. Синдириш кўрсаткичининг физик маъносини айтинг?
4. Ёруғликни синиш қонунини айтиб беринг?
5. Микроскопни окулярини ишлаш принципини тушунтириб беринг?

Адабиётлар

- 1.Ландсберг Г.С. Оптика-Тошкент: Ўқитувчи, 1981.
- 2.Королёв Ф.А. «Физика курси. Оптика, атом ва ядро физикаси».Тошкент: Ўқитувчи, 1978.
- 3.Савельев И.В. «Умумий физика курси».3-қисм,Тошкент, Ўқитувчи. 1976.
- 4.«Физикадан практикum» В.И.Иверенова тахрири асосида, Тошкент, Ўқитувчи, 1979.
- 5.М.Мўминов, Х.Хайдаров «Физикада лаборатория ишлари учун қўлланма», Тошкент, Ўқитувчи, 1971.
- 6.Ўлмасова М.Н. Физика. Оптика, атом ва ядро физикаси. 3-китоб, Тошкент, Чўлпон, 2007.

Лаборатория иши № 13

Мавзу: Призмали спектрал асбобни ўрганиш.

Ишни бажаришдан мақсад: Призмали спектрал асбоб УМ-2 монохраматорининг қўлланилиши, тузилиши ва характеристикалари билан танишиш.

Керакли қурилмалар ва асбоблар: УМ-2 монохраматори, неон лампочка.

Ишга доир назарий маълумотлар

Ёруғликни бирор усул билан монохроматик ташкил этувчиларга ажратувчи ҳар қандай оптик асбоб спектрал асбоб дейилади. Спектрал асбобларнинг ишлаши ёруғликнинг интерференцияси, дифракцияси ёки дисперцияси каби физик ҳодисаларнинг бирортасига асосланган бўлиши мумкин.

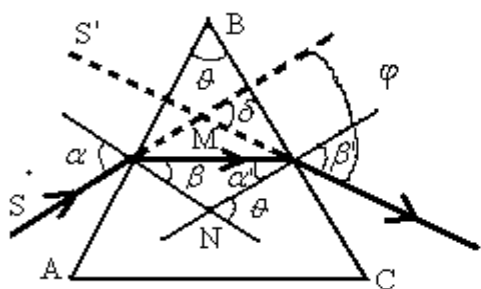
Призмали спектрал асбобда ёруғлик дисперсияси ҳодисаси ишлатилади. Ёруғлик дисперсияси модда абсолют синдириш кўрсаткичини ёруғлик тўлқинининг частотаси ν ёки вакуумдаги тўлқин узунлиги λ_0 га боғлиқлигида кўринади:

$$n = \varphi(\nu) = f(\lambda_0). \quad (1)$$

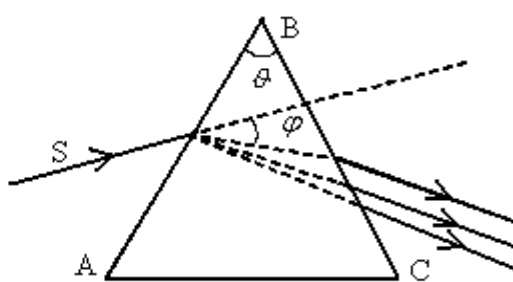
Ёруғлик тарқалувчи муҳитнинг дисперсион хусусияти миқдорий равишда

$$D = \frac{dn}{d\lambda_0}; \quad (2)$$

катталиқ билан характерланади. Бу катталиқ модданинг дисперсияси дейилади. Назария ва тажриба кўрсатадики, агар тўлқин узунлиги λ_0 берилган модданинг ёруғлик ютиш чегарасидан ташқарида бўлса, $D < 0$ (синдириш кўрсаткичи тўлқин узунлигининг ортиши билан камаяди) ва дисперсия нормал дейилади. Ютиш чизиғига яқин тўлқин узунликлари учун $D > 0$ бўлса, дисперсия аномал дейилади. Кўринувчи ёруғлик учун призмалар шаффоф бўлганлиги учун улардаги дисперсия нормал характерга эгадир.



а)



б)

33-расм. Призмада монохроматик (а) ва монохроматик бўлмаган (б) нурларнинг синиши.

Призмали спектрал асбобнинг ишлаш тартиби

Призмадан ўтувчи ёруғлик нури синиб, натижада призмадан чиқувчи нур призмага кирувчи нур билан бирор φ бурчакни ташкил қилади(33-а расм).

Нурнинг оғиш бурчаги φ , кирувчи нурнинг тушиш бурчаги, призманинг синдириш бурчаги А ва призма моддасининг абсолют синдиргич кўрсаткичи n га боғлиқдир. Ёруғликнинг турли тўлқин узунликлари λ_0 учун n нинг қиймати турлича бўлганлиги учун, тушувчи монохроматик бўлмаган нурнинг спектрал ташкил этувчилари учун оғиш бурчаги турлича бўлади (33-б расм) ва призмада тарқалувчи монохроматик нурларнинг дастаси чиқади. Монохроматик бўлмаган нурни спектрал ташкил этувчиларга ажралиши рўй беради. Кўринадики, берилган спектрал соҳа учун призма

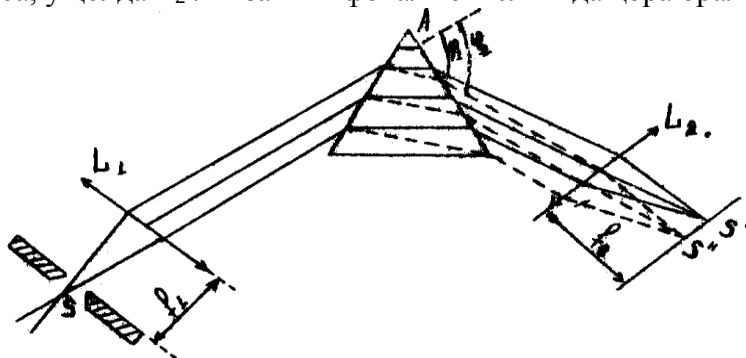
дисперсияси $D = dn/d\lambda_0$ нинг ўртача қиймати қанча катта бўлса, призмадан чиқувчи нурларнинг сирпанувчанлиги шунча кенг бўлади. Демак, алоҳида монохроматик ташкил этувчиларни «ишончлироқ» ажратиш мумкин бўлади, демак, асбобнинг спектрал ажратиш олиш қобилиятининг қиймати ҳам юқори бўлади. Бу сон жиҳатдан призмада тўлқин узунликлари бир бирликка фарқ қилувчи икки нурнинг оғиш бурчакларининг фарқига тенг бўлган бурчак дисперсияси:

$$\beta = \frac{d\varphi}{d\lambda_0}; \quad (3)$$

билан характерланади. Призмага тушувчи нурларнинг бурчаги шундай танлаб олинадики, уларнинг оғиш бурчаги φ минимал бўлади. Кўрсатиш мумкинки, бу ҳолда призма ичида тўлқин узунлиги асбобнинг спектрал диапазонининг ўртасига мос келувчи нур кўп ҳолда сарик нур синдирувчи бурчак биссектрисасига перпендикуляр равишда тарқалди (33-а расм).

Призмага тушувчи ҳамма нурлар тушиш бурчагининг тенглигини таъминлаш учун ёруғлик нурини олдиндан параллел даста кўринишда шакллантирилади. Бунга қуйидаги йўл билан эришиш мумкин. Текширилаётган ёруғлик оқими призманинг синдирувчи қирраси A га параллел равишда ориентирланган ва L_1 линзанинг фокал текислигида жойлашган тор S тирқишга йўналтирилади (34-расм). Тирқишдан чиқувчи нурлар L_1 линзадан ўтиб параллел дастани ташкил қилади. Призмада синиб, даста текширилувчи ёруғлик спектрининг таркибига мос равишда чекли (дискрет спектр) ёки чексиз (туташ спектр) дасталар сонининг мужассамига ёйилади. L_2 линзадан ўтиб, ҳар бир параллел нурлар дастаси L_2 линза фокал текислигида S тирқишнинг S' ва S'' ва ҳ.к. ҳақиқий тасвирини шакллантиради. Кузатувчига бу тасвирлар спектрал чизиклар шаклида кўринади. Агар текширилувчи ёруғлик оқимида ихтиёрий узунликдаги тўлқинлар (туташ ёки узлуксиз спектрлар) мавжуд бўлса, у ҳолда тирқишнинг саноксиз кўп сонли тасвирлари $S' S''$ ва ҳ.к. қисман бир-бирининг устига тушиб туташ полосани ҳосил қилади.

Унинг ранги полосанинг бир учида қизилдан бошланиб, иккинчи учида бинафша билан тугайди. Агар текширилувчи ёруғлик оқимида фақат маълум узунликдаги (дискрет спектр) баъзи бир тўлқинлар мавжуд бўлса, у ҳолда L_2 линзанинг фокал текислигида қора оралиқлар билан



34-расм. Монохроматорнинг принципиал схемаси.

чегараланган чекли сондаги тасвирлар мавжуд бўлади. Кўрсатилган тасвирлар чизикларнинг фазовий ҳолати ва уларнинг ранги тегишлича тўлқинлар узунлиги билан аниқланади. Иккита бир-бирига яқин бўлган чизиклар орасидаги d масофа қуйидагига тенг:

$$d = \frac{d\varphi}{d\lambda_0} \cdot f_2 \cdot (\lambda_0'' - \lambda_0'), \quad (4)$$

бу ерда λ_0'' ва λ_0' – берилган чизикларга мос келувчи тўлқин узунлиги, f_2 -линзанинг фокус масофаси.

$$L = \frac{d\varphi}{d\lambda_0} \cdot f_2 \text{ - катталиқ асбобнинг чизикли дисперсияси дейилади. У сон жиҳатдан}$$

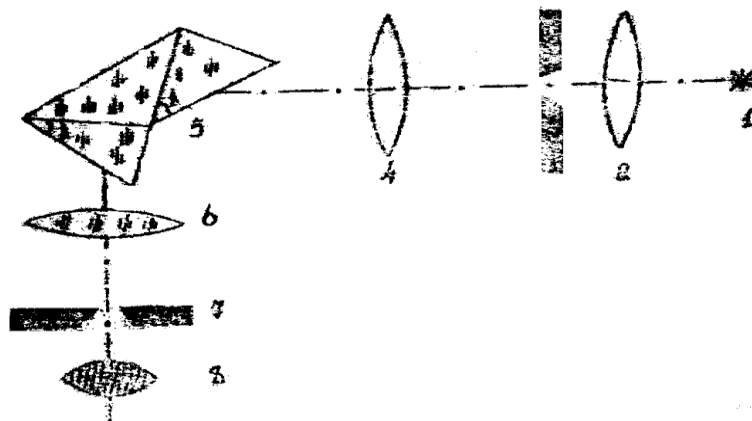
тўлқин узунликлари бир бирликка фарқ қилувчи спектр чизиклари орасидаги масофага тенг. Чизикларнинг энига келсак, у фокус масофалари f_1 ва f_2 ҳамда тирқиш эни S га боғлиқ.

Аммо тирқиш энини исталганча кичик қилиш мумкин эмас. Тирқишнинг d энини камайтирганда спектрал чизикларнинг эни аввал камаяди, кейин эса d нинг бирор қийматидан бошлаб дифракция ҳодисаси туфайли катталашади. Бу эса чизикнинг мумкин бўлган минимал энига, демак киришдаги тирқиш энига чеклаш киритилади.

УМ-2 универсал монохроматорининг тузилиши

Ўрганилаётган спектрал асбоб универсал призмали асбобдир. У спектрометр (текширилувчи ёруғлик оқимининг спектридаги тўлқин узунликларини ўрганиш учун) спектроскоп (турли моддаларнинг нурланиш ва ютилиш спектрларини сифатий жиҳатдан визуал кузатиш учун) ва монохроматор (монохроматлашган ёруғлик оқимини олувчи асбоб) сифатида ишлатиш мумкин.

Монохроматорнинг оптик схемаси 35-расмда кўрсатилган.



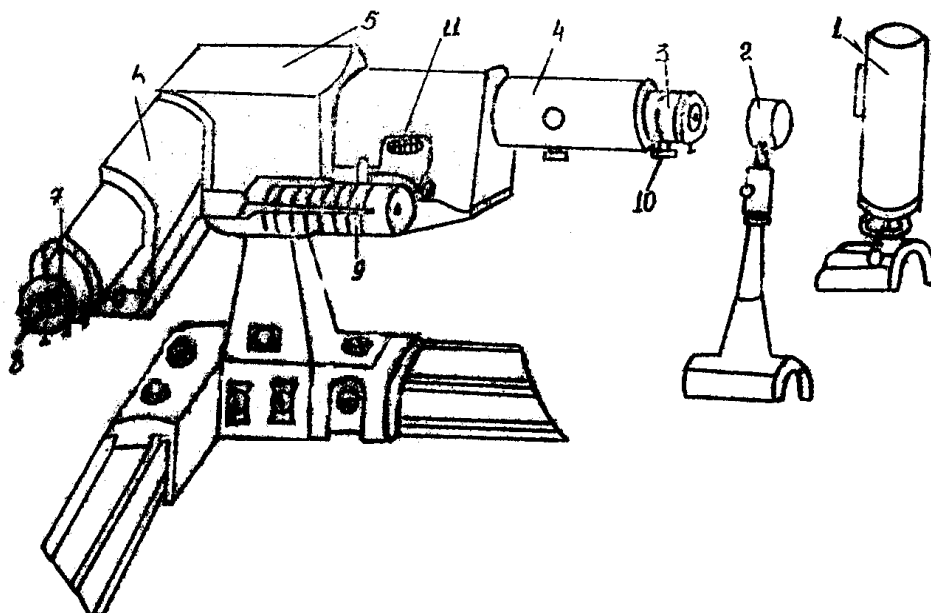
35-расм. Монохроматорнинг оптик схемаси.

Монохроматор учта асосий қисмдан иборат: нурларнинг параллел дастасини шакллантириш учун ишлатиладиган 3-4 коллиматордан, мураккаб ёруғликни спектрга ажратувчи 5 призмалар системасидан ва спектрларни кузатиш учун мўлжалланган 6-8 кўриш трубкасидан.

1-манбадан чиқаётган ёруғлик, 2 конденсатор орқали, 3 коллиматорнинг тирқиши (монохроматорнинг кириш тирқиши)да фокусланади. Коллиматорнинг 4-объектини тирқишдан фокус масофага жойлашган. Бу эса коллиматордан синдирувчи системага тушувчи ёруғликнинг параллел дастасини чиқишини таъминлайди. Синдирувчи система сифатида доимий оғишга эга бўлган Абба призмаси ишлатилади. Бу учта призмадан иборат, яъни А синдирувчи бурчаклари ($A=30^\circ$) тенг бўлган иккита тўғри бурчакли «ярим призма» дан ва ўртадаги тўлиқ ички қайтарувчи тўғри бурчакли призмадан. Призмадан нурлар тушувчи нурларга нисбатан тўғри бурчак остида чиқади. Кирувчи тирқишдаги тасвирлар кўриш труба 6 объективини фокал текислигида ҳосил бўлади. 7 чикувчи тирқиш бу текисликда жойлашган. 8 окуляр тасвирни кузатиш учун хизмат қилади.

Чикувчи тирқишнинг текислигида учбурчакли индекс бўлиб, бу индекс спектрал чизик ҳолатини аниқлаш учун хизмат қилади. 7 чикувчи тирқишни тўла очилган ҳолида асбоб монохроматор сифатида ишлатилади. Керакли чизикни индексга ёки чикувчи тирқишга тўғрилаш 9 ҳисоблаш барабани орқали амалга оширилади (36-расм).

Барабан Абба призмасининг айлантирувчи механизми билан узатиш системаси орқали боғланган. Барабанни 1 бўлим 2° га бурилиши призмани 20 бурилишга олиб келади.



36-расм. Монохроматор конструкцияси.

Монохроматорнинг умумий кўриниши келтирилган. Монохроматор рельсга мустаҳкамланган. Шу рельсга 1 манба ва 2 конденсор ҳам мустаҳкамланган. 3 кирувчи тирқишни эни 10 микрометрик винт билан ростланади.

Асбоб корпусининг ён томонида 11 нониусли шкала жойлашган. Бу шкала коллиматор объективини кирувчи тирқишга нисбатан жойлашишини кўрсатади. Барабан ва коллиматор объективининг шкалалари ёриткичларга эга. Кузатиш трубкасининг индекси ҳам ёриткичга эга. Индексни ёритувчи лампочка остида учта ёруғлик фильтридан иборат кассета жойлашган. Индекс қизил, сариқ ва барг ранг ёруғлик билан ёритилиши мумкин. 8 окулярнинг оправасини айлантириб индекс ва спектрал чизиклар тасвирини кескинлаштиришга эришиш мумкин.

УМ-2 монохроматор симметрик системадир, яъни коллиматор объективининг фокус масофаси f_1 кўриш трубаesi объективининг фокус масофаси f_2 га тенгдир ($f_1 = f_2 = 280\text{мм}$).

Ёруғлик манбаи сифатида монохроматорни даражалаш учун симоб ва неон лампалари ишлатилади.

4. Тажрибани бажариш

4.1. Монохроматорни ишга тайёрлаш.

Монохроматорни ишга тайёрлаш қуйидаги кетма-кетликда бажарилади:

1. Коллиматор объективини кириш тирқишига нисбатан тўғри жойлашганлигига ишонч ҳосил қилиш керак. Нониусли шкала 11 бўйича ҳисоб 10,0 ни кўрсатиши керак.
2. Кириш тирқиши текширилади, у 0,05 га тенг бўлиш керак.
3. Симоб лампаси ёқилади ва лампа ёруғлиги монохроматор кириш тирқ ишига фокусланганлигига ишонч ҳосил қилинади.
4. Кўриш трубаesi окулярнинг оправасини айлантириб спектрал чизик билан индекс тасвирининг кескинлигига эришилади.
5. Кўриш майдонида етарлича катта микдордаги спектрал чизикларни мавжудлигига ва уларни етарлича равшанликка эга эканлигига ишонч ҳосил қилиш керак. Чизикларнинг равшанлиги кичик бўлса ёки эгриланган бўлса, ўқитувчига мурожат қилинг.
6. Ҳисоб барабанини эркин айланишига, сезиларли люфт йўқлигига ва кўринувчи ихтиёрий спектрал чизикларни индексига чиқазилишига ишонч ҳосил қилиш керак.
7. Индексга (учбурчак учига) барг ранг чизик чиқазилиб барабан бўйича ҳисоб бажарилади. Ҳисоб натижаси ҳақида ўқитувчига хабар бериш керак. Ўқитувчи рухсат берса вазифа бажарилади.

4.2. Монохроматорни даражалаш.

Монохроматорни даражалаш деб, кўриш трубкасининг индекси билан мослаштирилган спектрал чизиклар тўлқин узунлигини барабан бўйича қийматли ҳисоби билан мослаш тушунилади. Бевосита физик катталикларда бу монохроматик нурлар тўлқин узунлиги билан уларни призмада четлатиш бурчаги орасидаги мослашишни топиш дейилади.

Даражалаш куйидаги тартибда бажарилади.

1. Барабанни айлантириб охирги ўнг томондаги бинафша спектрал чизик дан ўнгротдаги соҳа индексга чиқарилади. Сўнгра барабанни тескари йўналишда секин-аста айлантириб, аниқроқ мослаштириш ҳолатидан «ўтиб» кетмасдан биринчи бинафша чизик индекс билан мослаштирилади. Барабандан ҳисоб олиниб натижа ранги кўрсатилган ҳолда 10-жадвалга киритилади.

2. Шу йўналишда барабанни секин айлантиришни давом эттириб, кейинги чизик индекс билан мослаштирилади ва ҳисоб олиниб натижа иккинчи чизик учун жадвалга киритилади.

3. Шу кетма-кетликда кўринаётган чизикларнинг энг четдагиси (спектрал қизил чизиги) га етиб ҳисоб олиб, сал чапроқ ўтилади, сўнгра барабанни тескари йўналишда айлантириб яна четдаги чап чизикни индекс билан мослаш керак. Ҳисоб олиниб натижа жадвалга киритилади. Барабанни шу йўналишда айлантиришда давом эттириб, ҳисобни ҳамма спектрал чизиклар (7 дан 9 гача бўлиши керак) учун такрорлаш керак.

10-жадвал

№ чизиклар	Чизиклар ранги	λ нм	N'	N''	$\bar{N}$
1	2	3	4	5	6
1.					
2.					
3.					
4.					

4. Симоб лампаси неон лампасига алмаштирилади ва неон спектрининг ҳамма чизиклари учун худди шундай ўлчашлар бажарилади. Натижалар 10-жадвалга ўхшаш 11-жадвалга киритилади.

4.3. Номаълум спектрни аниқлаш.

Номаълум спектрнинг ёруғлик манбаини ўрганиб монохроматорни даражалашдаги тартиб бўйича ўлчов бажарилади. Ўлчов натижалари 12-жадвалга киритилади.

12-жадвал.

№ чизиклар	Чизиклар ранги	N'	N''	$\bar{N}$	λ
1	2	3	4	5	6
1.					
2.					
3.					
4.					

5. Ўлчов натижаларини ишлаш.

5.1. Монохроматорнинг даражаланган эгри чизигини тузиш.

Симоб ва неон лампа спектрал чизикларининг жадвалидан фойдаланиб ўлчанган чизик тўлқин узунликлари топилади ва улар 10 ва 11-жадвалнинг 3-устунига ёзилади. Ҳар бир чизик учун барабан бўйича олинган ўртача қийматлар ҳисобланиб 6-устунга ёзилади. 10 ва 11-жадвални 3 ва 6-устунлар маълумотга биноан даражалаш графиги чизилади. Ордината ўқи бўйлаб барабан бўйича ҳисоб, абцисса ўқи бўйлаб нанометрларда тўлқин узунлиги қўйилади.

Миллиметрли қоғоздан нуктани ифодалашдаги хатолик 1 мм дан кам бўлмаслигини ҳисобга олиб, ордината бўйлаб масштаб шундай танлаб олинадик, кўрсатилган хатолик битта спектрал чизик учун барабан бўйича олинган ҳисобларнинг тарқоқлиги мос келсин. Кўрсатилган шартни қаноатлантирувчи қулай масштаб қуйидагилар: ордината ўқи бўйлаб-1мм: барабанни 5-бўлими, абцисса ўқи бўйлаб-1мм: 0,5 нм. Шунда даражаловчи эгри чизик бўйлаб тўлқин узунлигини аниқлаш хатолиги 1 нм атрофида бўлади.

5.2. Спектр чизикларининг номаълум тўлқин узунликларини аниқлаш.

12-жадвал маълумотлари бўйича ҳар бир спектрал чизик учун барабан бўйича ҳисобнинг ўртача қийматлари ҳисобланиб, сўнгра даражаланган эгри чизик бўйича тўлқин узунликлари аниқланади ва натижа 12-жадвалнинг 6 чи устунига киритилади.

5.3. Монохроматорни бурчакли ва чизикли дисперсиясини аниқлаш.

Монохроматорнинг бурчакли дисперсияси даражаловчи эгри чизикни график дифференциаллаш усули бўйича аниқланади. $\Delta\lambda_0$ катталиқка фарқланувчи нур тўлқин узунликларининг четлашиш бурчагининг фарқи $\Delta\varphi$ тегишли чизикли индекс билан мослашишига олиб келувчи призма буралиш бурчаги $\Delta\theta$ га тенг. Демак:

$$\beta = \frac{d\varphi}{d\lambda_0} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta\lambda_0} = \frac{\Delta\theta}{\Delta\lambda_0}; \quad (5)$$

Аммо $\Delta\theta = k \cdot \Delta N$ (6), бу ерда k -асбоб доимийси. Асбоб тавсифида келтирилган маълумотларга биноан бу константанинг қиймати

$$k = 20'' = 9,70 \cdot 10^{-3} \text{ рад}. \quad (7)$$

Шундай қилиб,

$$\beta = k \cdot \frac{\Delta N}{\Delta\lambda_0} = 9,70 \cdot 10^{-3} \frac{\Delta N}{\lambda_0} \cdot \frac{\text{рад}}{\text{нм}}; \quad (8)$$

График дифференциаллаш қуйидагича бажарилади:

1. Даражалаш эгри чизиги чизилади, тўлқин узунлигининг тенг интервалларига бўлинган бир нечта нукталар белгиланади (6 дан кам эмас).

2. Ҳар бир белгиланган нукталар атрофида бир хил ва етарлича кичик интервалдаги $\Delta\lambda_0$ тўлқин узунликлари (30-35 нм тартибида) танлаб олинади. Сўнгра даражалаш эгри чизиги бўйича танлаб олинган тўлқин узунлиги интервалига мос қийматлар интервали топилади.

$\Delta N / \Delta\lambda_0$ нисбатни ҳисоблаб, (8) формула бўйича спектрни турли қийматлар учун β қиймат аниқланади.

3. Чизикли дисперсия.

$$L = f_2 \cdot \beta = 2,72 \cdot 10^2 \frac{\Delta N}{\Delta\lambda} \cdot \frac{\text{мм}}{\text{нм}}; \quad (9)$$

Формула бўйича ҳисобланади.

4. Олинган маълумотлар ва ҳисоблаш натижалари 13-жадвалга киритилади.

13-жадвал.

№ нукталар	Нукталар абциссаси (λ нм)	$\Delta\lambda_0$ (нм)	ΔN	$\frac{\Delta N}{\Delta\lambda_0}$	β	L
1.						
2.						
3.						

5. Ҳисоблаш натижалари бўйича бурчакли (ёки чизикли) дисперсияни тўлқин узунлигига боғлиқлик графиги чизилади. (8) ва (9) дан кўринадики β ёки L ни λ_0 га боғлиқлик графигини чизишда $\Delta\lambda_0$ интервални қийматлари бир хил қилиб олинганлиги учун ΔN ни λ_0 га боғлиқлик графиги чизилиши мумкин.

6. Бурчакли (чизикли) дисперсияни спектрининг турли қисмларида таҳлил қилинади.

Назорат саволлари

1. Ёруғлик дисперсияси ҳодисаси нима?
2. Спектрал асбобларни ишлаши қандай физик ҳодисаларга боғлиқ?
3. Нормал ва аномал дисперсия деб нимага айтилади?
4. Бурчакли дисперсия ифодаси ва таърифи.
5. Чизикли дисперсия ифодаси ва таърифи.
6. Аббе призмаси ҳақида тушунтириб беринг.

Адабиётлар

1. Ландсберг Г.С. «Оптика» М. Наука, 1976.
2. Савельев И.В. «Умумий физика курси» 3-қисм, Тошкент, Ўқитувчи, 1976.
3. Физикадан практикум. «Электр ва оптика». В.И.Иверонова таҳрири остида. Тошкент. Ўқитувчи. 1979.
4. Годжаев Н.М. «Оптика» Москва. Высшая школа. 1977.
5. Пайсанхсон И.В. «Оптика спектральных приборов» Ленинград. Машиностроение. 1970.

Лаборатория иши № 14

Мавзу: Ярим ўтказгичли лазерларни ўрганиш

Ишни бажаришдан мақсад: Лазернинг нурланиши қувватини электр таъминоти кучланишга боғлиқлиги ҳамда дифракцион панжара ёрдамида лазер нурланишини тўлқин узунлигини аниқлаш.

Керакли қурилмалар ва асбоблар: Ярим ўтказгичли лазер қурилмаси, ярим ўтказгичли лазернинг фаол моддалари GaAS, InAS, InSb, PbSe

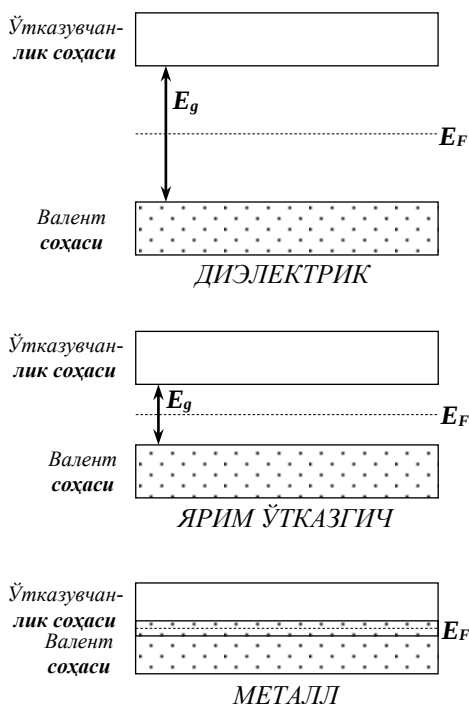
Иш тўғрисида умумий тушунча

Лазер нурлари ҳаётда, техникада ва технологияда кенг қўлланилмоқ да. Нурларнинг қуввати ва тўлқин узунлигига боғлиқ равишда тиббий даволашдан то металлларни кесишгача бўлган турли-туман жараёнларда қўлланилмоқда. Айниқса робототехниканинг лазер билан қуролланиши автомобиль саноати қурилишида катта бурилишлар ясади. Лазер нури билан кесиш,

пайвандлаш, юзаларни қайта ишлаш, юза силлиқликларини (поршень, цилиндр, подшипникларнинг юзаларини) назорат қилишда кенг қўлланилмоқда. Айниқса ярим ўтказгичли лазерларни жажжи бўлиши, кам қувватлиги, тез ишга тайёргарлиги уни лойиҳалаш, системаларни назорат қилиш, ёритиш ва бошқа мажмуаларни марказлаштиришда қўлланилишига кенг йўл очиб берди.

Шу сабабли мазкур лаборатория ишида ярим ўтказгичли лазернинг ишлаш механизми ва унинг хусусиятлари билан танишилади.

Қаттиқ жисмларда электронлар энергетик ҳолатлар бўйлаб тақ- симланган бўлиб, энергетик соҳаларни ҳосил қилади. Энергетик соҳаларни бир-биридан ажралган оралик масофа мавжуд. Электронлар жойлашган соҳалар оралиғида энергетик сатҳлар бўлмайди. Электронларга тўлган ва энергия тақ симотига кўра энг юқоридаги энергетик ҳолатлар тўпламига валент соҳа дейилади. Электронлар қисман ўрин олган ёки бутунлай ўрин олмаган ҳолатларга ўтказувчанлик соҳаси дейилади. 37-расмда диэлектрикларнинг, металлларнинг ва ярим ўтказгичларнинг энергетик соҳаларини



37 – расм. Диэлектрик, яримўтказгич ва металлнинг энергетик зоналари: E_F - Ферми сатици, E_g - валент соҳа билан ўтказувчанлик соҳаси орасидаги энергия.

диаграммаси келтирилган. Валент соҳа билан ўтказувчанлик соҳаси оралиғида таъқиқланган, рухсат этилмаган соҳа жойлашган. Ўша рухсат этилмаган соҳанинг кенглигига кўра моддалар изоляторларга, ўтказгичларга ва ярим ўтказгичларга бўлинади. Изоляторларда рухсат этилмаган соҳа жуда кенг бўлади. Металларда валент соҳа билан ўтказувчанлик соҳа бир-бирига ўтиб, қўшилиб кетган ва қатъий чегарага эга эмас. Рухсат этилмаган соҳанинг ўртасида Ферми сатҳи жойлашган. Агар рухсат этилмаган соҳанинг кенглиги кичик бўлса, электронлар иссиқлик ҳаракати туфайли валент соҳадан ўтказувчанлик соҳасига ($E_g \approx kT$) ошиб ўтиши мумкин. Бу хил моддалар ярим ўтказгичлардир. Электронлар валент соҳасидан ўтказувчанлик соҳасига иссиқлик энергияси туфайли ўтса валент соҳасида электрон ўрнига ковак ҳосил бўлади. Ковак ҳам энергетик сатҳга ва зарядга (ишора жиҳатдан заряд мусбат) эгадир. Электрон қандай хусусиятга эга бўлса, ковак ҳам ўшандай хусусиятга эгадир. Улар бир-биридан фақат ишораси жиҳатдан фарқ қилади холос. Агар ярим ўтказгичларнинг таркибига металлларни диффузия йўли билан киритсак, у ҳолда легирланган ярим ўтказгичлар ҳосил бўлади. Бу хил ярим ўтказгичларда электроннинг ва ковакларнинг сони ўзгаради. Агар ярим ўтказгичнинг таркибига беш атомли металл атомлари киритилса масалан, кремний таркибига фосфор киритилса, бундай легирланган ярим ўтказгичга n типли ярим ўтказгич деб, ярим ўтказгич кристалли панжарасига киритилган металл атомини эса донор деб аталади. Агар ярим ўтказгич таркибига диффузия йўли билан уч валентли металллар киритилса, моддада масалан, Si кремнийда ковалент боғланишида учта электрон иштирок этиб, битта электронининг ўрни бўш қолади, ўша бўш қолган жой ковак ва мусбат зарядли бўлади.

Бундай ярим ўтказгичларга p -типли ярим ўтказгичлар дейилади. Диффузия йўли билан ярим ўтказгичнинг кристалл панжарасига киритилган металл атомини акцептор деб аталади.

Ярим ўтказгичли кристалллардан тайёрланадиган диодлар, транзисторлар худди шу усулда ясалади. Бу жиҳатдан қараганда энг оддий ярим ўтказгич лазери p ва n - типли ярим ўтказгичлардан ясалган диоддир.

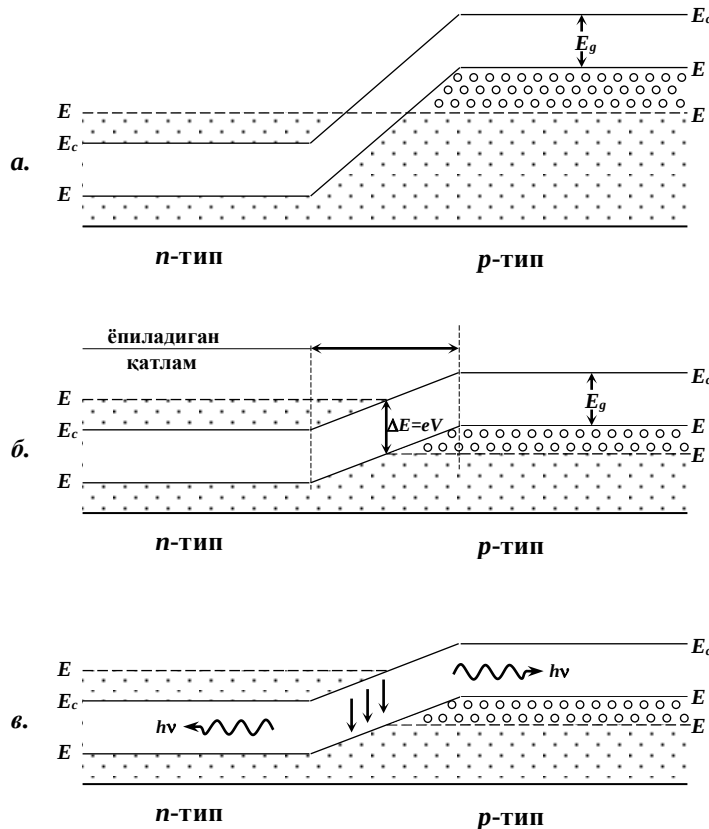
Ярим ўтказгичли лазерлар учун p - n ўтиш соҳасида электрон ва тешиқлар бир вақтда иштирок этиши катта аҳамиятга эга. Бу шарт кучли легирланган ярим ўтказгич донор ва акцепторни ҳосил қиладиган элементларни ярим ўтказгичнинг кристалл панжарасига киритиб концентрациясини бир сантиметр куб ҳажмда 10^{17} - 10^{18} та атомга етказишда бажарилади. Кучли легирланган ярим ўтказгичларда Ферми сатҳи E_F ўтказувчанлик зонасининг ичида жойлашади. n -типдаги ярим ўтказгичда донор сатҳи электронга тўлади ва қисман ўтказувчанлик зонасига ҳам ўтади. p -типли ярим ўтказгичда эса акцептор сатҳи тўлмайди ва тирқиш валент зонасида пайдо бўлади. Ферми сатҳи эса валент зонасида жойлашади. Шу икки хил кучли легирланган ярим ўтказгичлар туташтириб қўшилса, энергетик сатҳлар силжийди ва Ферми сатҳи иккала тип учун бир хил қийматга эга бўлади.

38-расмда кучли легирланган p - n типли ярим ўтказгичнинг энергетик схемаси келтирилган. Агар электр манбанинг мусбат кутбини p -типига ва манфийсини n -типига уласак, электронлар мусбат электродга, тешиқлар эса манфий электродга қараб йўналади. Ана шу икки хил зарядли заррачалар икки типли ярим ўтказгичнинг қўшилган чегарасида, p - n ўтиш чегарасида учрашади. Электронлар тешиқлар билан учрашиб, рекомбинациялашади ва квант нурланишини ҳосил қилади. Квант нурланишининг энергияси $h\nu = E_g$.

Электр майдони таъсирида энергетик соҳаларнинг силжиши кузатилади. Ўша силжиш 38-б расмда схематик келтирилган. Силжиш қиймати электр майдон потенциали билан боғланган:

$$\Delta E = eV$$

e -электрон заряди, V -электр майдон потенциали. Ярим ўтказгичнинг икки типи томонга

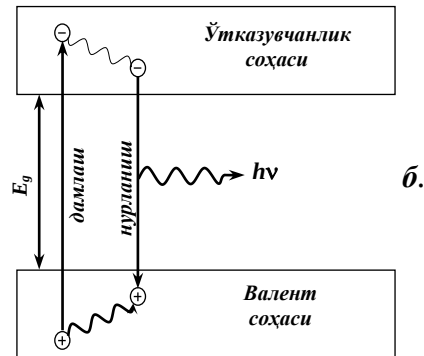
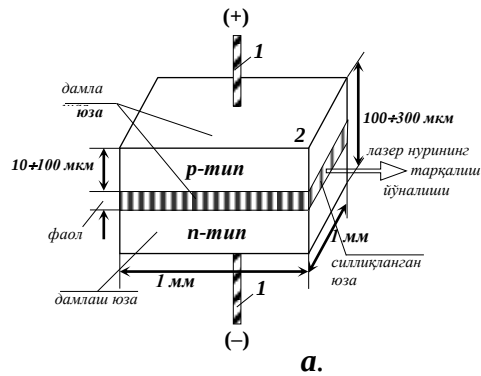


38 – расм. Кучли легирланган p - n ўтишли яримўтказгичларнинг энергетик соҳалари ва квант нурланиш схемаси. а) Электр майдон таъсири бўлмаганда соҳаларнинг силжиши кузатишмайди. б) Электр майдон таъсирида соҳаларнинг p -тип томонга сижииши. в) Рекомбинация пайтида ёпиладиган қатламдан квант нурланиши.

бериладиган токнинг электр майдони таъсирида p - n ўтиш чегарасида “ёпиладиган қатлам” ҳосил бўлади. Бу ёпиладиган қатламда инверсион кўчганлик ҳосил бўлади. Ярим ўтказгичга электр манбаи улаганда ташқи электр майдони таъсирида ёпиладиган қатламда электронларни n -типли ярим ўтказгичнинг ўтказиш соҳасидан ва тешикларни эса p -типнинг валент соҳасидан тортиб чиқариб тўплайди. Шу пайтда ёпиладиган қатламда электрон билан тешик учрашиб рекомбинациялашиш натижасида ёруғлик нурини чиқаради (38-в расмга қаранг). Шунини айтиш лозимки, p - n ўтишли ярим ўтказгич яхлит монокристаллдан тайёрланади ва p - n ўтиш шу монокристаллнинг ичида ҳосил қилинади. Электр майдон таъсирида ёпиладиган қатламда p - n ўтиш чегарасида заряд ташувчилар электрон ва тешикларнинг одатдагидан ортиқча концентрациясини ҳосил қилиш шу ярим ўтказгич чегарасида инверсион кучганлик ҳосил қилишнинг айнан ўзидир. Ёпиладиган қатламини фаол қатлам дейилади. Электр зарядини ташувчи электрон ва тешиклар биргаликда фаол марказларни ҳосил қилади. Ярим ўтказгич лазерларнинг фаол моддалари: $GaAs$, $InAs$, $InSb$, $PbSe$.

Бу фаол моддалар резонаторга жойланса, лазер нурларини чиқаради. Ярим ўтказгич лазериди оптик резонатор вазифасини ярим ўтказгичли кристаллнинг ён томонлари бажаради. Кристаллнинг қарама-қарши силлиқ ланган томони кўзгу вазифасини бажаради, чунки ярим ўтказгичли кристаллларнинг синдириш кўрсаткичи ($n=3,5$) жуда катта қийматга эга, ярим ўтказгич ва ҳаво чегарасидан 30-35 фоиз ёруғлик қайтади.

Арсенид-галлий лазерининг тўлқин узунлиги $\lambda=0,84$ мкм. $77^\circ K$ температурада фойдали иш коэффиценти 70÷80 фоизни ташкил қилади. 39- расмда ярим ўтказгич лазерини дамлаш, нурланиш энергетик сатҳлари ва лазернинг тузилиши схематик равишда келтирилган



39 – расм. а) Яримўтказгич лазерининг тузилиш схемаси:
1 – электр токи бериладиган симнинг контакти,
2 – яримўтказгич кристалли. б) Дамлаш схемаси.

GaAs лазери генерациясининг куйи чегараси, 77°K температурада $(2\div3)\times10^2$ А/см² ни ташкил этади. Импульсли режимда электр токи 0,5÷1 микросекунд давомида инверс бандлик ҳосил қилади, унинг қуввати 100 Вт га яқин. Узлуксиз режимда эса қуввати бир неча Ваттни ташкил этади. Аслида ярим ўтказгич лазерлари энг самарали лазер бўлиши билан бирга генерацияси кенг спектрал оралиқни ($\lambda = 0,3$ мкм дан то 30 мкм) эгаллайди. Дамлаш токининг GaAs лазери генерациясининг куйи чегарасидан анча юқори қийматида нурланиш спектри 3,5 см⁻¹ кенгликка эга. Иккита бўйлама модаларнинг спектрал оралиғи куйидаги формула ёрдамида аниқланади.

$$\Delta\nu = \frac{1}{2\pi} \left[n - \left(\frac{d\lambda}{dn} \right) \right];$$

n -синдириш кўрсаткичи, λ -тўлқин узунлиги, $\left(\frac{d\lambda}{dn} \right)$ -синдириш кўрсаткичининг дисперцияси, L -резонатор кўзгулари орасидаги масофа (ярим ўтказгич кристаллининг қалинлиги). Ga(As_{1-x}P_x) лазери - бошқа ярим ўтказгич лазерларга нисбатан анча кенг спектрал оралиқда генерация (0,84 мкм дан то 0,64 мкм гача) ҳосил қилади. Тоза GaAs ($x=0$) да генерация $\lambda=0,84$ мкм, агар модданинг таркиби ўзгартирилса ($x=0,4$), генерация частотаси ҳам ўзгаради ва нурланиш спектрининг тўлқин узунлиги 0,64 мкм ни ташкил этади. Ярим ўтказгичнинг температурасини ўзгартириш йўли билан ҳам, ташки босим (остида механик куч таъсирида) ҳам генерация частотасини ўзгартириш имконияти мавжуддир. Шундай қилиб, ярим ўтказгичларнинг таркибини, температурасини ўзгартириб ва босим таъсирида генерация частотасини (тўлқин узунлигини) узлуксиз ўзгартириш мумкин. Шу сабабли ярим ўтказгич лазери спектроскопияда кенг қўламда ишлатилади.

Тажриба машқлари

- 1-машқ. Лазер нурланиши қувватининг электр таъминот кучланишига боғлиқлигини ўрганиш.
1. Лазер нурланиши фотоқабулқилгичга тушадиган қилиб жойлаштиринг.
2. Фотоқабулқилгич симларини электр токини ўлчовчи асбобга уланг.

3. Лазерни электр таъминот манбаига уланг.
4. Лазер нурланиш қувватининг ($I=f(U_T)$) электр таъминот манбаининг кучланишига боғлиқлигини олинг. Бу ерда I -микроамперметр билан ўлчанган фототок, у лазер нурланиши қувватига мутаносиб катталик.
5. Асбобларни электр тармоғидан узиб қўйинг.
6. Олинган натижаларни жадвал кўринишида ёзиб, улар асосида $I=f(U_T)$ боғланиш графигини чизинг.

2-машқ . Бир ўлчамли дифракцион панжара ёрдамида лазер нурланишининг тўлқин узунлигини аниқлаш.

1. Дифракцион панжарани ва экранни лазер нури бўйлаб жойлаштиринг.
2. Экрандаги дифракцион манзаранинг асосий ва ёрдамчи максимумларининг ҳолатини аниқланг. Максимумлар орасидаги ΔX_l масофани ва дифракцион панжарадан асосий максимумгача бўлган Z масофани билган ҳолда, ушбу

$$\varphi_k = \arctg(\Delta X_k/Z)$$

формула асосида дифракция бурчагини аниқланг.

3. Нурланиш тўлқин узунлигини 2-пунктдаги натижалар асосида қуйидаги $\lambda = (d \cdot \sin \varphi)/k$,

формула асосида аниқланг. Бу ерда k -дифракция тартиби, d -дифракцион панжара доимийси.

3-машқ . Лазер нурлашининг кутбланиш даражасини ўлчаш.

1. Кутблантиргични ва фотоқабулқилгични лазер нури бўйлаб жойлаштиринг.
2. Кутблантиргични штрихлардан бирини туткичдаги белги билан мослаштиринг.
3. Фотоқабулқилгичнинг симларини электр токини ўлчаш асбобига уланг.
4. Лазерни электр ток манбаига уланг ва таъминот манбаи кучланишни 4 В га қўйинг.
5. Кутблантиргични ҳолатини айланиш ўқи атрофида ўзгартириб $I=f(\theta)$ боғланишни олинг. Бу ерда I -фотоқабулқилгичда ҳосил бўлган токи, θ -кутблантиргични бурилиш бурчаги.
6. Асбобларни электр таъминот манбаидан узинг.
7. Олинган натижаларни жадвал кўринишида ёзинг ва $I=f(\theta)$ боғланиш графигини чизинг. Натижани Малюс қонуни асосида ҳисобланган назарий график билан солиштиринг.
8. Қуйидаги

$$P = (I_{\max} - I_{\min}) / (I_{\max} + I_{\min})$$

формула асосида кутбланиш P даражасини аниқланг. Бу ерда $I_{\max}$ ва $I_{\min}$ мос ҳолда кутблантиргични лазер нури атрофида 360° га буришдаги фотоқабулқилгичда ҳосил бўлган электр токининг максимал ва минимал қийматлари.

14-жадвал.

1-машқ							3-машқ						
№	U, v			I, A			α^0			I,mA			P
1													
2													
3													
4													
5													

Назорат учун саволлар

1. "Лазер" - сўзининг маъносини тушунтиринг.
2. Ярим ўтказгич моддаларда инверс бандлик ҳосил қилишнинг қандай усуллари бор?
3. Ярим ўтказгич диодда қандай усул билан инверс бандлик ҳосил қилинади?
4. Ярим ўтказгичли инжекцион лазернинг конструкцияси қандай ва унда когерент нурланиш олиш механизмини тушунтиринг.
5. Ярим ўтказгич инжекцион лазер нурланишининг параметрлари нималарга боғлиқ?

Адабиётлар

1. Турсунов А.Т. ва Тўхлибоев О. Квант электроникасига кириш. Тошкент, "Ўқитувчи", 1992.
2. Елесеєв П.Г. Введение в физику инжекционных лазеров. М.: Наука. 1983. С.6-25.
3. Г.С. Ландсберг Оптика, Т.: Ўқитувчи, 1981.

4. Ф.А. Королев Физика курси. Оптика, атом ва ядро физикаси. Тошкент, Ўқитувчи, 1978.
5. И. В. Савельев «Умумий физика курси» 3-том Тошкент, 1976.
6. О.Ахмаджонов. Физика курси. Оптика, атом ва ядро физикаси. Тошкент, Ўқитувчи, 1978.

Лаборатория иши № 15

Мавзу: Фотометрик катталикларни ўрганиш. Жолле фотометри ёрдамида чўғланма лампочканинг ёруғлик кучини аниқлаш.

Ишни бажаришдан мақсад: Фотометр ёрдамида номаълум манбаларни ёруғлик кучларини аниқлаш.

Керакли қурилмалар ва асбоблар: Жолле фотометри, эталон ёруғлик манбаи, 100 Вт ли чўғланма лампа, текширувчи ёруғлик манбаи, 60, 40, 25, Вт ли чўғланма лампалар, люксметр, гальванометр, фотоэлемент, уловчи симлар.

Иш тўғрисида умумий тушунча

Ёруғлик манбаининг ўлчамлари кузатиш жойидан манбагача бўлган масофадан жуда кичик бўлганлиги сабабли ҳисобга олмайди. Бир жинсли изотроп муҳитда нуқтавий манбадан тарқалаётган тўлқин сферик бўлади. Ёруғликнинг нуқтавий манбаларини характерлаш учун, ёруғлик кучи I - ишлатилади. Ёруғлик кучи манба нурланишининг фазовий бурчак бирлигига тўғри келувчи ёруғлик оқими тарзда аниқланади:

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega}; \quad (1)$$

бу ерда $d\Phi$ —манбанинг $d\Omega$ -фазовий бурчак ичида тарқалаётган ёруғлик оқимидир. Умумий ҳолда ёруғлик кучи йўналишига боғлиқ $I = I(\nu, \varphi)$ бўлади. Бу ерда φ -координаталарнинг сферик кутбий ва азимутал бурчакларидир. Агар I — йўналишга боғлиқ бўлмаса, у ҳолда манба изотроп деб юритилади.

$$I = \frac{\Phi}{4\pi}; \quad (2)$$

бунда Φ —манбанинг барча йўналишларда тарқалаётган ёруғлик оқими. Ёруғлик кучининг бирлиги—шам, бирликлар халқаро системасидаги асосий бирликлардан биридир. Бу бирликларнинг қиймати шундай қабул қилинганки, платинанинг қотиш температурасида тўла нурланишнинг

равшанлиги 1 см^2 га 60 шам бўлади. Тўла нурланиш деганда абсолют қора жисм хоссаларига эга бўлган қурилма тушунилади. Бирор сиртнинг юзига тушаётган ёруғлик оқимидан ёритилиш даражаси ёритилганлик деб юритилади ва у қуйидаги катталиқ билан характерланади:

$$E = \frac{d\Phi}{dS}; \quad (3)$$

бунда $d\Phi$ —сиртнинг dS —элементга тушаётган ёруғлик оқими. Ёритилганлик бирлиги люкс (лк) 1 лк оқимнинг 1 м^2 сирт бўйича текис тақ симлаб ҳосил қилган ёритилганлигига тенг.

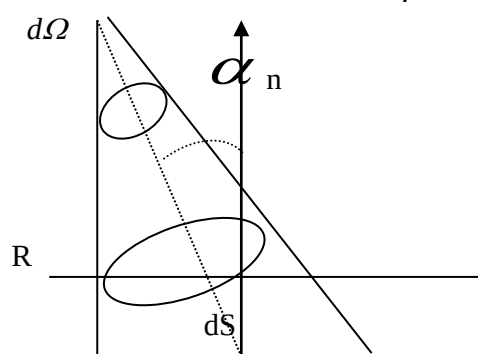
$$1\text{лк} = \frac{1\text{лм}}{1\text{м}^2}; \quad (4)$$

Нуқтавий манба ҳосил қиладиган E ёритилганликнинг ёруғлик кучи $-I$, сиртдан манбагача бўлган масофа $-r$ ва сиртнинг n — нормали билан томон йўналиши орасидаги α —бурчак орқали ифодалаш мумкин бўлган dS юзачага тушувчи оқимдир.

$d\Phi$ ўша dS — юзача таянган $d\Omega$ - фазовий бурчак ичидаги оқим (40-расм). $d\Omega$ -бурчак $dS \cos \alpha / r^2$ га тенг. Демак, $d\Phi = I dS \cos \alpha / r^2$.

Бу оқимни dS — га бўлиб қуйидагини ҳосил қиламиз.

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2}. \quad (5)$$



40-расм.

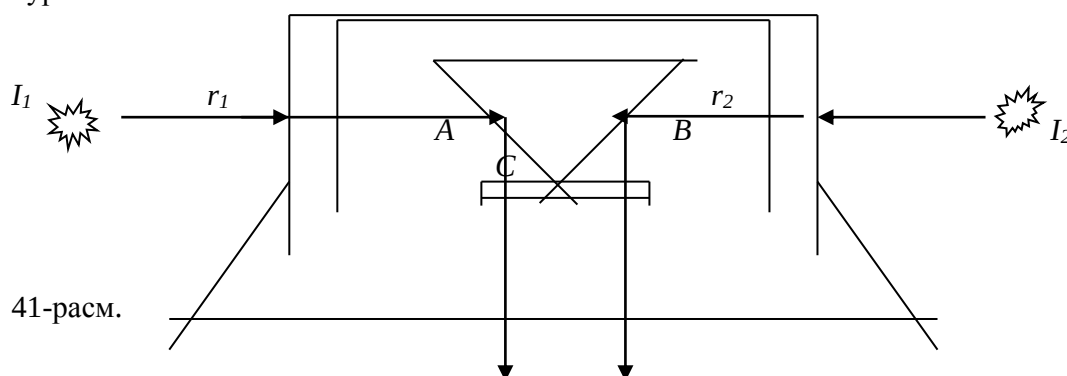
Ўлчамлари каттароқ ёруғлик манбаини турли қисмларининг ёритувчанлиги R — билан характерланади. Ёритувчанлик деганда сирт бирлигининг ҳамма йўналишлари бўйича ташқарига сочаётган ёруғлик оқими ҳисобланади.

$$R = \frac{d\Phi}{dS}; \quad (6)$$

ёруғлик манбалари ёки ёруғлик оқимларини таққослаш учун қўлланиладиган асбоблар фотометрлар деб аталади. Фотометрлар визуал ва объектив бўлади. Визуал фотометрлар кўзнинг ёнма-ён қўйилган иккита сирт равшанлиқларининг тенглигини яхши белгилай олиш қобилиятига асосланган бўлади.

1-машқ. Ишни бажариш тартиби: Жолле фотометри.

Сиртларни ёритилганлигини тенглаштириш учун икки манбанинг ёруғлик кучи таққосланади. Шу мақсадда ишлайдиган асбоблар фотометрлар бири Жолле фотометридир. 41-расмда оптик схемаси кўрсатилган.



41-расм.

Учбурчакли ABC —призманинг оқ ранга бўялган AC ва BC ёқларига манбалардан ёруғлик тушади. Ёритилганлик C томонда кўз билан кузатилади. Фотометрни манбалар орасида у ёки бу томонга суриб, призманинг BC ва AC ёқлари бир хил ёритилишга эришилади. Шундан сўнг қуйидаги мулоҳазаларга асосланиб ёруғлик кучи I_1 бўлган манба призмадан r_1 масофада туриб

$$E_1 = \frac{I_1}{r_1^2} \cos \alpha; \quad (7)$$

ёритилганлик ҳосил қилади. Ёруғлик кучи I_2 бўлган S_1 манба эса призмадан r_2 масофадан туриб

$$E_2 = \frac{I_2}{r_2^2} \cos \alpha; \quad (8)$$

ёритилганлик ҳосил қилинади. Фотометрни $E_1 = E_2$ бўладиган ҳолатга киритиб жойлаштирганимиз учун қуйидагини ёзамиз:

$$I_2 = I_1 \frac{r_1^2}{r_2^2}; \quad (9)$$

Икки манбанинг ёруғлик кучлари нисбати ёруғлик манбаларидан бирдай ёритилаётган сиртгача бўлган масофалар квадратларининг нисбати кабидир. Юқоридаги (9) формуладан биринчи манбанинг ёруғлик кучи маълум бўлганда, иккинчи манбанинг ёруғлик кучини топишга имкон беради. Фақат иккала таққосланувчи сиртларнинг ранги бир хил бўлгандагига равшанликларнинг тенглигини кўз билан етарли даражада аниқ белгилаш мумкин.

Тажриба натижалари қуйидаги 15-жадвалга ёзилади.

15-жадвал.

№	r_1 (м)	r_2 (м)	I_2	$ \bar{I}_2 $	$ \Delta I_2 $	$ \Delta \bar{I}_2 $	$N = \frac{ \Delta \bar{I}_2 }{ \bar{I}_2 } 100\%$
1							
2							

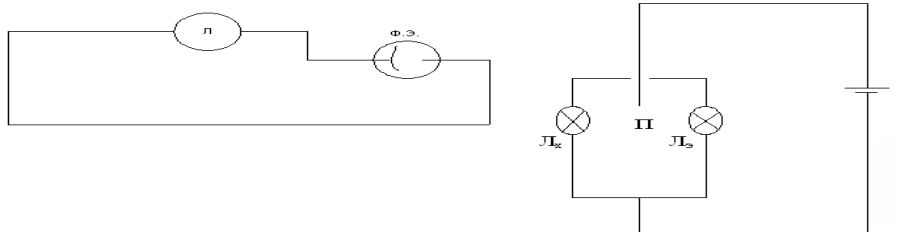
2-машқ.

1. Схемаси 42-расмда келтирилган қурилма оптик тагликка ўрнатилади. ФЭ – фотоэлементни силжитиш билан ўрганувчи L_x лампа билан эталон L_3 лампанинг ёритилганлиги тенглаштирилади. r_x ва r_3 масофалар ўлчаниб

$$\frac{I_x}{I_3} = \frac{r_x^2}{r_3^2};$$

нисбат аниқланади. Фотометрни 180° га буриб тажриба такрорланади.

Текширилувчи лампани $30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ$ бурчакларга бураб биринчи пунктдаги ўлчашлар такрорланади ва натижалар иккинчи жадвалга ёзилади.

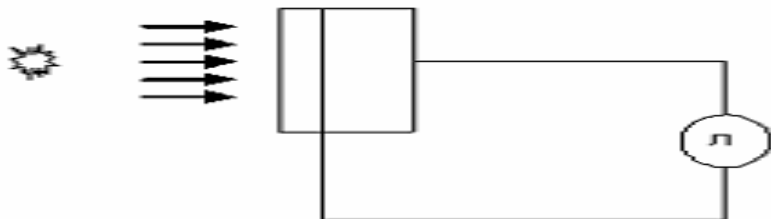


43-расм.

16-жадвал.

№	r_3 (м)	R_x (м)	I_x/I_3	А
1				
2				

16-жадвалдан фойдаланиб $I_x/I_3 = f(m)$ боғланиш графиги чизилади.



44-расм.

3-машқ. Текширилувчи лампа ва люксметр 44-расмдагидек ўрнатилади, улар орасидаги масофани 10 см дан ўзгартириб люксметр кўрсатиши ва масофалар 16-жадвалга ёзиб борилади. Ўлчашлар 6-8 марта ўтказилади. 16-жадвалдан фойдаланиб боғланиш эгрилиги чизилади.

$$E = f(r)$$

17-жадвал.

$r_x (M)$									
$r_y (M)$									

Текширалаётган лампа ва люксметр фотоэлементи орасидаги масофа тахминан 30 см қилиб жойлаштирилади ва фотоэлемент $0^0, 15^0, \dots, 90^0$ бурчакларга буриб люксметр кўрсатиши 18-жадвалга ёзилади.

18-жадвал.

φ							
E							

18-жадвалдан фойдаланиб, $E = f(\cos \varphi)$ боғланиш эгрилиги ҳосил қилинади.

Назорат саволлари

1. Ишни бажарилиши тартибини тушунтириб беринг.
2. Фотометрик катталикларга таъриф беринг ва уларнинг аниқланиш усуллари ўлчов бирликлари айтинг.
3. Фотоэлементнинг тузилиши ва ишлаш принципини тушунтириб беринг.
4. Синдириш кўрсаткичи нима, у қандай ўлчанади?
5. Ёруғликнинг синиш қонунини тушунтириб беринг.
6. Қандай фотоэлементларни биласиз? Улар ҳақида тушунча беринг.

Адабиётлар

1. М. Ш. Хайдарова, У. К. Назаров. Физикадан лаборатория ишлари. Т.: Ўқитувчи. 1989.
2. П. К. Хабибуллаев таҳрири остида. Умумий физика курси. Электр ва оптика. Т.: Ўқитувчи.
3. С. Э. Фриш, А. В. Тиморева. Умумий физика курси. 3-том. Т.: Ўқитувчи 1967.
4. С. А. Ударена, А. А. Исроилов. Физикадан лаборатория машғулоти. Т.: Ўқитувчи. 1984.
6. Г.С. Ландсберг Оптика, Т.: Ўқитувчи, 1981.

Лаборатория иши № 16

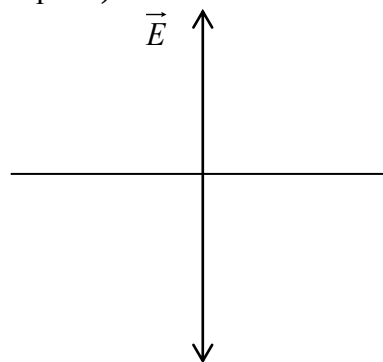
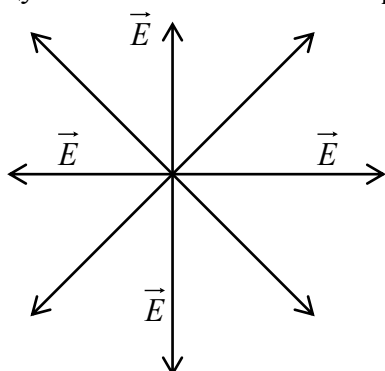
Мавзу: Ёруғликнинг тўла қутбланиш ҳодисасини ўрганиш ва Малюс ҳодисасини кузатиш.

Ишни бажаришдан мақсад: Ёруғликнинг тўла қутбланишини кузатиш.

Керакли асбоблар: Поляроидлар, ёруғлик манбаи, фотоэлемент, гальванометр ёки микроамперметр, ёруғлик фильтри, линза, реостат.

Ишга оид назарий маълумотлар

Ёруғлик кўндаланг электромагнит тўлқиндир. Кўндаланг тўлқинлар қутбланиши, яъни тарқалиш йўналишига перпендикуляр ҳолдаги тартибланиш хусусиятига эга бўлади. Табиий ва сунъий ёруғлик манбаларидан тарқалаётган ёруғлик миллиардлаб зарраларнинг тартибсиз тебранишидан ҳосил бўлган электромагнит тўлқинларининг йиғиндисидан иборат бўлиб, қутбланмаган ёки **табиий ёруғлик** деб юритилади (45-а расм).



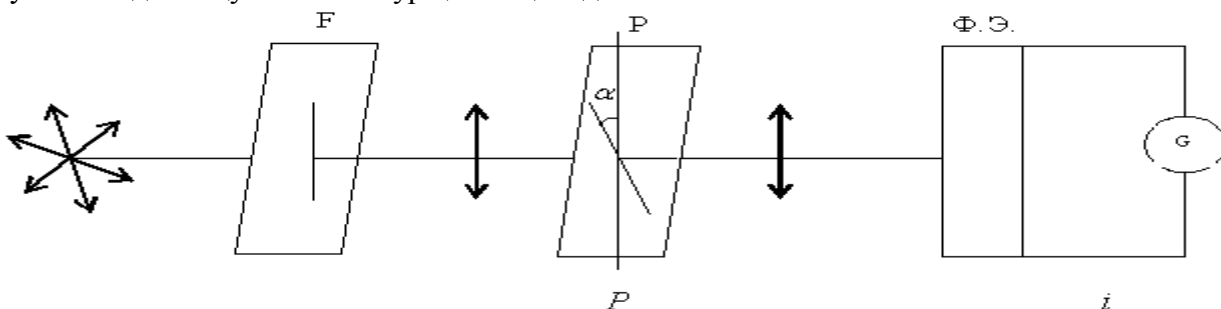
45-а расм.

Агар улардан хаёлан биттаси ажратиб олинса, ундан нурланаётган электромагнит тўлқин нур тарқалиши йўналишига перпендикуляр, ҳамда ўзаро перпендикуляр бўлган $\vec{E}$ ва $\vec{H}$ векторларнинг тебранишлари сифатида тасвирланади. Бундан $\vec{E}$ вектор тебранадиған текислик тебраниш текислиги, $\vec{H}$ вектор тебранадиған текислик қутбланиш текислиги деб юритилади. Тасвирни соддалаштириш мақсадида ёруғликни фақат $\vec{E}$ вектор тебраниш сифатида тасвирлаш мумкин.

45-б расмда тасвирланган векторларни тебраниши фақат битта текисликда содир бўлади ва у **ясси қутбланган ёруғлик** деб юритилади. Ёруғлик оптик изотроп бўлган икки диэлектрик муҳит чегарасида синса ва қайта тушиш бурчагининг маълум қийматларида қутбланган нурни ҳосил қилиш мумкин. Тушиш бурчаги муносабати билан қаноатлантириладиган қилиб танлаб олинса,

$$\alpha_B = n_{12} = \sqrt{\varepsilon}; \quad (1)$$

қайтган нур тушиш текислигига перпендикуляр текисликда тўла қутбланган бўлади. Синган қутбланиш даражаси эса энг катта қийматга эришади. α_B - Брюстер бурчаги. (1) формуладаги боғланиш Брюстер қонуни дейилади. Тушаётган ёруғлик нури билан Брюстер бурчаги ҳосил қиладиган тарзда жойлаштирилган диэлектрик сиртдан поляризатор сифатида фойдаланиш мумкин. Шиша пластинка учун Брюстер бурчаги 56° га тенг. Бундай шароитда қайтган нур тўла қутбланади. Агар ўзаро параллел пластинкалар дастасидан фойдаланса унда бу пластинкалардан кўп марта синади ва кўп марта қутбланади. Агар ўзаро параллел пластинкалар дастасидан фойдаланса, нур бу пластинкалардан кўп марта синади ва қутбланади. Оддий кўз билан қутбланган ва қутбланмаган ёруғликни ажратиш мумкин эмас. Ёруғликни қутбланиши ёки қутбланиш даражасини аниқлаш учун Малюс қонунидан фойдаланилади. Бунинг учун юқорида баён этилган поляризаторларидан фойдаланилади. Поляризаторларидан бири ўзининг оптик ўқи йўналишида РР қутбланган нур ҳосил қилади.



46-расм.

Иккинчи анализатор бу нурнинг ўз оптик ўқи АА йўналишдаги $E = E_p \cdot \cos \theta$ қисмини ўтказиб, унга перпендикуляр $E = E_p \cdot \sin \theta$ қисми ётади, бу ерда E_p ва E_A мос равишда поляризатор ва анализаторлардан ўтган нурларнинг амплитудалари θ - поляризатор ва анализатор орасидаги бурчак. Поляризаторлардан ёруғлик интенсивлигига тенг

$$I_p = k \cdot E_p^2; \quad (2)$$

Анализатордан ўтган ёруғлик интенсивлиги

$$I_A = E_n^2; \quad (3)$$

ифодалар билан аниқланади. Шундай қилиб,

$$I_A = kE_n^2 = kE_p^2 \cdot \cos^2 Q = I_p \cos^2 Q; \quad (4)$$

ёки табиий ёруғлик интенсивлиги орқали ёзсак,

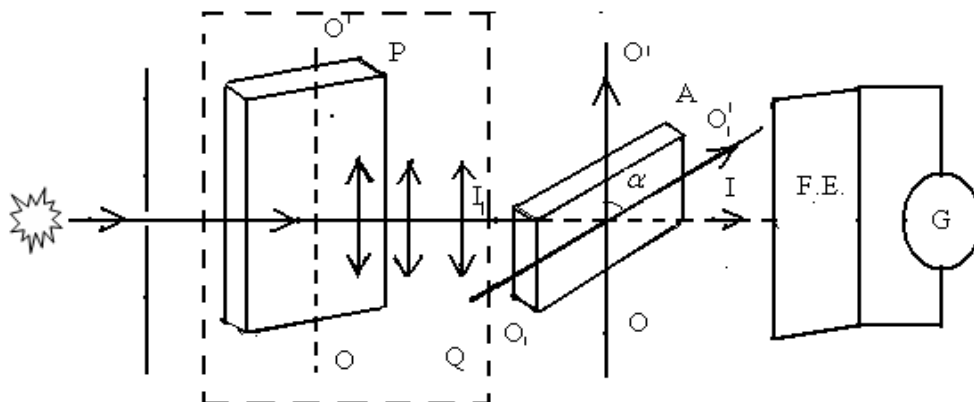
$$I_A = \frac{1}{2} I \cos^2 Q; \quad (5)$$

табиий ёруғлик интенсивлиги. Демак, анализатордан ўтган ёруғлик интенсивлиги поляризатордан ўтган поляризатор ва анализатор оптик ўқлари орасидаги бурчак косинуси квадратиға пропорционал бу қонуният **Малюс қонуни** дейилади.

Лаборатория қурилмасининг тузилиши

Лаборатория иши қурилмасининг оптик схемаси 47-расмда келтирилган. Бу ерда 1-табиий ёруғлик манбаи; 2-тирқиш; 3-молибден шишасидан ясалган кўзгу; 4,5- поляроидлар; 6- фотоэлемент; 7- фототокни ўлчашга мўлжалланган асбоб.

Бу асбоблар махсус вертикал ва горизонтал йўналишларда силжий оладиган рейтерга ўрнатилиб бир метр узунликда оптик схемага жойланади. 3-кўзгуга вертикал ва горизонтал текисликда берилган бурчакларни ҳисоблаш имкониятларини берувчи шкалаларда ўлчанади.



47-расм.

Ишни бажариш тартиби

Оптик тагликга ёруғлик манбаи, тирқиш, кўзгу, поляроид ва фотоэлемент жойланади. Поляроидни нур йўналишида кўзнинг вертикал ўқи атрофида бураб, фототокнинг минимал қийматига эришилади. Бунда кўзгуга нур Брюстер бурчак орасида тушиб кўзгу ва поляроид системасидан ўтмайди.

Ёруғликни кўзгусига тушиш бурчаги Брюстер бурчагининг бир неча марта ўлчаб тузилган жадвалга ёзилади. Брюстер бурчагини ўртача қийматидан фойдаланиб молибден шишасини синдириш кўрсаткичини $\operatorname{tg} \alpha_B = n$ ифодадан ҳисобланади. Оптик тагликка ёруғлик манбаи тирқиш (поляроид, поляризатор ва анализатор) фотоэлемент ўрнатилади.

Иккинчи поляроид анализаторни бураб, поляризатор ва анализаторни параллел жойлашган ҳолатига мос келувчи максимал фототок қиймати ёзиб олинади. (1) формуладан фойдаланилган ҳолда диэлектрик киритувчанликни аниқлаш мумкин. Олинган натижалардан фойдаланиб қуйидаги жадвални тўлдилинг.

19-жадвал.

№	γ_0	γ_B	α_B	α_B ўрт	n	ϵ
1						
2						
3						

γ_0 - кўриш трубагининг дастлабки вазияти;

γ_B - кўриш трубагининг ёруғлик сўниш вақтидаги вазияти;

α_B - Брюстер бурчаги;

n – модданинг синдириш кўрсаткичи;

ϵ - модданинг диэлектрик сингдирувчанлиги.

γ_B ва α_B орасида қуйидагича боғланиш бор:

$$\alpha_B = 90^\circ - \frac{\gamma_0 - \gamma_B}{2}; \quad (6)$$

(6) формуладан фойдаланилган ҳолда Q – ни 0° дан 90° гача 15° дан ўзгартириб, $I_{\text{мкА}}$ ва Q орасидаги боғланишни аниқланг.

Эксперимент натижалари ёрдамида $I = f(Q)$ боғланиш графигини чизинг. Олинган натижалардан фойдаланиб қуйидаги жадвални тўлдилинг.

20-жадвал.

№	Q			Q _{ўрт}	β			$\beta_{ўрт}$	Cos ² Q
	1	2	3		1	2	3		
1									
2									
3									

Назорат саволлари

1. Қисман ва табиий қутбланишдан чизикли қутбланиш қандай фарқ- ланади?
2. Малюс қонунини қўлланилиш жойларини айтинг?
3. Қутбланган ёруғликнинг қўлланилиш соҳалари ва поляриметрлар ҳақида маълумот беринг?
4. Ёруғликнинг қутбланиш ҳодисаси ва уни лаборатория шароитида кузатиш усуллари айтинг?
5. Лаборатория ишини бажарилиши ва ишлаш принципларини айтиб беринг.

Адабиётлар

- 1.С. Э. Фриш, В.А. Тиморева. Умумий физика курси. 3-том. Т.: Ўқитувчи. 1976.
- 2.Г. С. Ландсберг. Оптика. Тошкент. Ўқитувчи. 1981.
- 3.В. И. Иверенова. Физикадан практикум: Электр ва оптика.Т.:Ўқитувчи. 1979.
4. Н. М. Годжиев. Оптика. Москва, 1977.
- 5.А.Н.Матвеев. Оптика, Москва. Высшая школа. 1995.
6. Ф.А. Королев Физика курси. Оптика, атом ва ядро физикаси. Тошкент, Ўқитувчи, 1978.

Лаборатория иши № 17

Мавзу: Кавариқ ва ботик линзанинг фокус оралиғини аниқлаш.

Ишни бажаришдан мақсад: кавариқ ва ботик линзанинг фокус оралиғини тажриба ёрдамида аниқлаш.

Керакли асбоб ва ускуналар: Оптик таглик, кавариқ линза, ботик линза, кўриш труба, махсус кути ичига жойлаштирилган электр лампочкаси, масштаб экран, оптик труба.

Кавариқ линзанинг фокус оралиғини аниқлаш

Ишга оид назарий маълумот

Асбоб қуйидагича: экран, линза, оптик труба махсус кутига жойлаштирилган лампочкаси горизонтал қўйилган оптик тагликдан иборат. Уларни таглик бўйлаб силжитиш мумкин. Лампочка ўрнатилган қутининг олд томонига қоғоз ёпиштирилиб, унинг устига чизиб қўйилган. Бу стрелка жисм ролини ўйнайди. Қурилмадаги асбобларни шундай ўрнатиш керакки, уларнинг марказлари бир хил баландликда турсин. Экран ва кути олдида стрелка чизиб қўйилган. У оптик тагликка тик, аммо линзанинг бош оптик ўкига эса параллел бўлиши шарт. Қурилмада асбоблар орасидаги масофа тагликдаги сантиметрларга бўлинган шкаладан ўлчанади. кавариқ линзанинг бош фокус масофаси қуйидагича аниқланади.

1-усул. Фокус оралиғини линза билан буюм ва линза билан тасвир орасидаги масофаларга қараб аниқлаш.

Агар жисм билан линза орасидаги масофа – а, тасвир билан линза орасидаги масофани - в билан белгиласак, бу линзанинг фокус оралиғини:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}; \quad (1)$$

$$F = \frac{a \cdot b}{a + b}; \quad (2)$$

формула билан ифодаланади (Линзанинг қалинлиги a , b ва f га нисбатан кичик бўлгандагина бу формуладан фойдаланиш мумкин). Оптик тагликнинг бир томонига масштабни экран ва иккинчи томонига қутига жойлаштирилган лампочканинг қоғоз ёпиштирилган томонини экранга қаратиб қўйилади. Улар орасига линза жойлаштирилади. Стрелканинг тасвири экранга аниқ тушмагунча, линзани тагликнинг ўнг ва чап томонига силжитиб сурилади.

Стрелканинг тасвири аниқ бўлганда, линза ҳолатини белгилаб, a ва b ларнинг қийматини (2) га қўйиб линзанинг бош фокус масофасининг қиймати топилади. Шу тажрибани бир неча марта такрорлаб, f –нинг ўртача қийматини олиш керак.

2-усул. Фокус оралиғини жисм билан жисм тасвирининг катталигига қараб ва линза билан тасвир орасидаги масофага қараб аниқлаш.

Жисм катталигини $-l$, тасвир катталигини $-L$ ва улардан линзагача бўлган масофани a ва b билан белгилайлик. Бу катталикларни ўзаро боғланиши бизга маълум:

$$\frac{l}{L} = \frac{a}{b}; \quad \text{бундан} \quad a = b \cdot \frac{l}{L}.$$

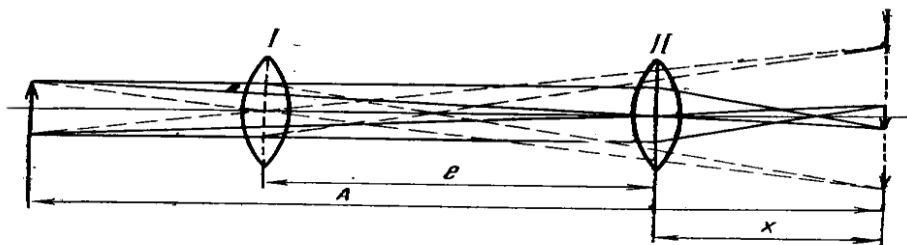
Охириги формуладан a нинг қийматини (1) га қўйиб, линзанинг фокус оралиғини топамиз.

$$F = \frac{b \cdot l}{L + l}. \quad (3)$$

Стрелка чизилган қоғоз билан экран орасига линза жойлаштириб экранда стрелканинг катталашган тасвирини ҳосил қилиш керак. Чизгич ёрдамида ёрдамида стрелка катталигини ўлчаб, сўнгра экранда ҳосил бўлган тасвир катталигини ўлчаш керак. Тасвир билан линза орасидаги масофани тагликдаги сантиметрли шкаладан аниқлаш мумкин. Юқорида ўлчанган қийматларни (3) га қўйиб, линзанинг фокус оралиғини топилади. Экран билан лампочка жойлаштирилган қути ҳолатини ўзгартириб, бу тажрибани бир неча марта такрорлаш ва f нинг ўртача қийматини олиш керак.

3-усул. Линзанинг силжиш йўли билан унинг фокус оралиғини аниқлаш.

Агар жисм билан унинг тасвири орасидаги a масофа линзанинг туташган фокуси $4f$ дан катта бўлса, линзанинг 2 -ҳолатида ҳам жисмнинг тасвири ҳосил бўлади, аммо 1- ҳолатдан катталашган бўлади. 2 -ҳолатда кичрайган бўлади (48-расм).



48-расм.

Ҳар икки ҳолатда ҳам линза жисм билан унинг тасвири орасидаги масофанинг ўртасида симметрик равишда туради.

$$F = \frac{(A-l-x)(x+l)}{A};$$

иккинчи ҳолат учун

$$F = \frac{(A-x)l}{A}.$$

Бу тенгламани ўнг томонларини тенглаштириб қуйидагини ёзамиз:

$$x = \frac{A-l}{2};$$

бунда x -кичиклашган тасвирдан экрангача бўлган масофадир. x нинг бу қийматини $A-l-x$ ифодасига қўйсак,

$$A-l-x = \frac{A-l}{2};$$

ифода чиқади, яъни ҳақиқатан линза иккала вазиятда ҳам, жисмдан ва тасвирдан баробар узоқликда жойлашган, ана шунинг учун жисм билан тасвир орасидаги тасвирнинг ўртасига нисбатан симметрик бўлади. Линзанинг фокус оралиғини топиш учун линзанинг вазиятларини бирини, масалан, биринчисини кўриб чиқамиз.

Линза биринчи вазиятда турганда жисмнинг ва линзанинг орасидаги масофа:

$$a = \frac{A-l}{2}.$$

Линза билан тасвир орасидаги масофа

$$b = \frac{A+l}{2};$$

а ва в нинг қийматларини (2) га қўйиб қуйидагини оламиз:

$$F = \frac{A^2 - l^2}{4A}. \quad (4)$$

Жисм билан экран бир-бирига $A > 4f$ масофага суриб l линза жойлаштирилади. Линзани оптик таглик бўйича чап ва ўнг томонига суриб, жисмнинг яққол тасвири, масалан, аслидан катта тасвир ҳосил қилинади.

Тагликдаги сантиметрли шкаладан линзанинг турган ўрнини ёзиб олиш керак. Сўнгра линзани силжитиб, 1 жисмнинг аслидан кичик тасвири ҳосил қилинади. Бу тажрибани бир неча марта такрорлаб, экран билан линза оралиғи A ва линза силжиши масофанинг ўртача қиймати l ни топамиз. Олинган қийматларни (4) формулага қўйиб, қавариқ f линзанинг фокус оралиғини топамиз.

4-усул. Фокус оралиғини кўриш трубаши билан аниқлаш.

Маълумки, линзанинг фокусидан чиққан нурларнинг линзадан ўтиб, бош оптик ўққа параллел кетади. Оптик трубаши анча узоқдаги нарсага тўғриланади. Оптик тагликка оптик труба, трубашининг объективи олдида текшириладиган линза қўйилади. Линзадан сўнг стрелка чизилган кутичадаги лампочка ўрнатилади, сўнгра стрелканинг аниқ тасвири кўрингандан кейин жисм билан линза орасидаги масофа ўлчанади. Бу оралиқ эса биз текшираётган линзанинг фокус оралиғидир.

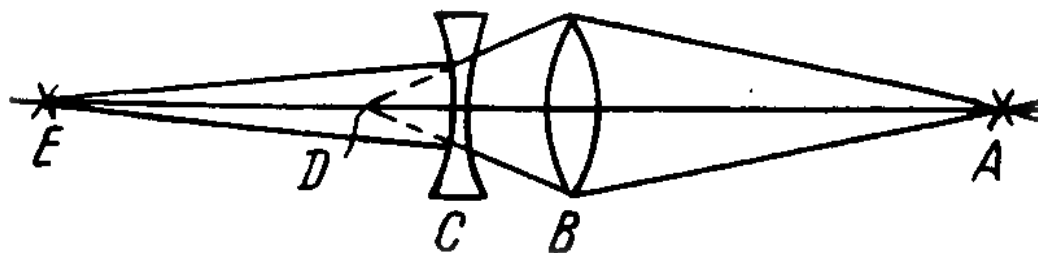
II. Ботиқ линзанинг фокус оралиғини аниқлаш

Иш туғрисида назарий маълумотлар

Сирпанғичларга ўрнатилган асбоблар худди аввалги ишда айтилгандек, оптик таглик устига ўрнатилади. Ботиқ линзанинг фокус оралиғи қуйидаги усуллар билан аниқланади.

1-усул. Фокус оралиғини линза билан буюм ва буюм билан тасвир орасидаги масофаларга қараб аниқлаш.

Агар A ёруғлик манбаидан чиқаётган нурлар йўлига йиғувчи B линзани қўйсак, нурлар линзадан ўтгандан сўнг D нуқтада тўпланиб, ёруғлик манбаи A нинг тасвирини беради (49-расм). B линза билан D нуқта орасига C линзани қўйсак, унда нурларнинг ҳақиқий фокуси B линзадан узоқлашади. Ҳақиқий фокус E нуқтага ўтади. Линзалар системаларида нурларнинг қайтимлигига асосан бу ерда нурларнинг D нуқтадан тарқалаётир деб қарашимиз мумкин. Бу нуқталарнинг кесишган нуқтаси нуқтанинг мавҳум тасвири ҳосил бўлади.



49-расм.

ЕС масофани а билан ДС масофани в билан ва ботиқ линза С нинг манфий бўлганлиги учун (1) формула қуйидагича ёзилади:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} - \frac{1}{b}; \quad (5)$$

бундан
$$F = \frac{a \cdot b}{a - b}. \quad (6)$$

Оптик тагликларнинг ёриткич, йиғувчи линза ва ярим экран жойлаштирилади. Экранни ўнг ва чап томонга ҳаракатлантириб, ёриткичнинг аниқ тасвирини олишга эришиш мумкин. Аниқ тасвир ҳосил қилингандаги экраннинг вазиятини оптик тагликдаги сантиметрли шкаладан белгилаб олинади, сўнгра йиғувчи линза билан танланган нукта ДС орасига тарқатувчи С линза жойлаштириб, экранни чапга бураемиз. Бу ишни ҳам 8-10 марта такрорлаб, экран вазиятининг ўртача қийматини белгилаб олиш керак. Экраннинг бу вазияти Е нуктани кўрсатади.

2-усул. Фокус оралиғини кўриш тажрибаси билан аниқлаш.

Агар Д нукта тарқатувчи линзанинг бош фокусига тўғри келса, (5) га асосан Д нукта чексизликда бўлиши керак, яъни нур синганидан сўнг линзанинг фокус оралиғини аниқлашнинг икки усули линзанинг мана шу хусусиятига асослангандир. Худди 1-усулда кўриб ўтганимиздек Д нукта йиғувчи линза ёрдамида аниқланади. Йиғувчи линза билан Д нукта орасига тарқатувчи С линза жойлаштирилади, сўнгра линзанинг орасига чексизликка мослаштирилган оптик труба жойлаштирилади. Тасвир аниқ кўрингандаги тарқатувчи линзанинг вазиятини оптик тагликдаги сантиметрли шкалада белгилаб олинади. Бу тажрибани 8-10 марта такрорлаб, тарқатувчи линза вазиятининг ўртача қиймати олинади. Экраннинг қайд қилинган вазияти билан линзанинг бу вазияти орасидаги масофа шу линзанинг фокус оралиғи бўлади.

21-жадвал.

№	а	В	F	$\bar{F}$	ΔF	$\Delta \bar{F}$	$N = \frac{\Delta \bar{F}}{\bar{F}} \cdot 100\%$
1-усул							
1.							
2.							
3.							
4.							
2-усул							
1							
2							
4							
4							
3-усул							
1							
2							
3							
4							

Назорат саволлари

1. Ишнинг мақсади ва бажариш тартиби ҳақида гапиринг?
2. Геометрик оптика қонунлари нима?
3. Ёруғликнинг қавариқ ва ботиқ линзаларидан ўтишда ҳосил бўладиган тасвирни чизинг?
4. Линзанинг фокус масофасини аниқлаш усулини тушунтириб беринг?
5. Линзанинг қандай камчиликлари бор?

Адабиётлар

1. С. Э. Фриш. Умумий физика курси. 3-том. Т.: Ўқитувчи. 1976.
2. Г. С. Ландсберг. Оптика. Т.: 1981.
3. И. В. Савельев. Умумий физика. 2-том. Т.: Ўқитувчи. 1976 .
4. Ф.А. Королев Физика курси. Оптика, атом ва ядро физикаси. Тошкент, Ўқитувчи, 1978.
5. И. В. Ивернова «Физикадан практикум» Тошкент.Ўқитувчи. 1978.

Лаборатория иши № 18

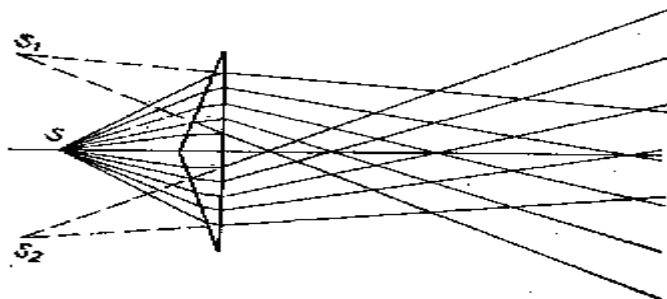
Мавзу: Френель бипризмаси ёрдамида ёруғликнинг тўлқин узунлигини аниқлаш

Ишни бажаришдан мақсад: Френель бипризмаси ёрдамида ёруғлик манбаининг номаълум тўлқин узунлигини аниқлаш

Керакли асбоб ва ускуналар: Френель бипризмаси, ёруғлик манбаи, конденсатор, тирқишли диафрагма, шкалали тиниқ экран, микроскоп, фильтрлар, фокус масофаси маълум бўлган линза.

Ишга оид назарий маълумотлар

Бипризма синдириш бурчаклари кичик (тахминан $30'$) бўлган ва асослари бир-бирига тақалган иккита призмадан иборатдир (49-расм).



50-расм.

Тирқишдан чиқаётган ёруғлик шуъласи бипризмада сингандан сўнг, худди тирқишнинг иккита мавҳум S_1 ва S_2 тасвиридан чиқаётгандек, бир-бирини қопловчи иккита шуълага ажралади. S_1 ва S_2 манбалар когерент бўлгани учун, бипризма орқасидаги фазода шуълаларнинг кесишиш

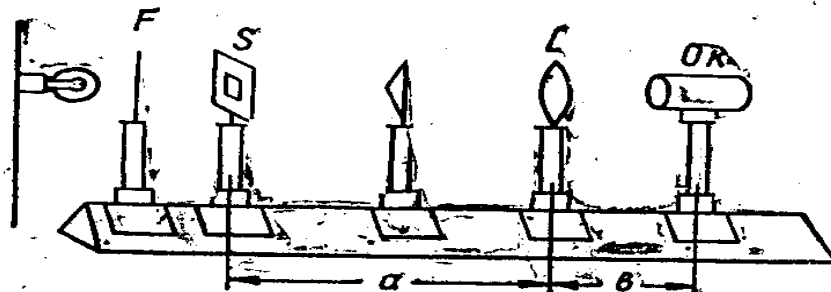
соҳасида турғун интерференцион манзара ҳосил бўлади. Бундан фойдаланиб интерференция берувчи ёруғликнинг тўлқин узунлигини топиш мумкин:

$$\lambda = \frac{(l_k - l_m)a}{(k - m)L}; \quad (1)$$

бунда: a — мавҳум S_1 ва S_2 манбалар орасидаги масофа, L - мавҳум S_1 ва S_2 манбалар турган текисликдан экрангача бўлган масофа, $(l_k - l_m)$ -интерференциянинг k ва m - тартибли хира чизиклари орасидаги масофа, $(k-m)$ -хира чизиклар ўртасидаги ёруғ интерференцион чизикларнинг сони.

Ишни бажариш тартиби

Бу миқдорларни аниқлаш учун оптик тагликка ўрнатилган бипризмадан фойдаланамиз (51-расм).



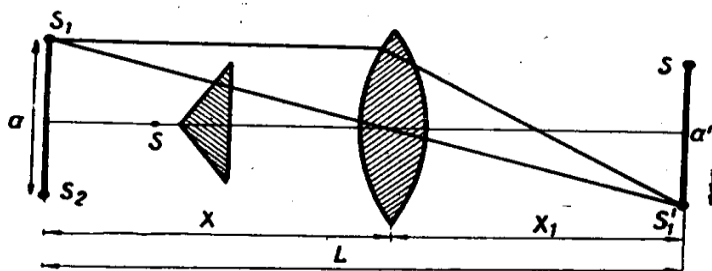
51-расм.

Бипризма тирқишдан 70—80 см масофада синдирувчи қирралари вертикал вазиятда бўладиган қилиб ўрнатилади. Бипризмадан 30—50 см нарида окуляр микрометр ўрнатилади. Ёритгич дарчаси, тирқиш ўртаси, бипризма ва окуляр микрометр бир хил баландликда бўлиши шарт. Тирқиш маълум даражагача торайтирилиб, уни бипризманинг горизонтал ўқи атрофида бир оз буриб, тирқиш бипризма қиррасига параллел вазиятга келтирилади. Шундай қилинганда интерференцион манзара жуда аниқ бўлади.

Энди S_1 ва S_2 манбалар орасидаги a масофани аниқлаймиз:

$$a = a' \frac{F}{x_1 - F}; \quad (2)$$

Бунда x_1 —линзадан S_1 ва S_2 манбаларнинг тасвиригача бўлган масофа бўлиб, уни оптик таглик шкаласидан аниқлаш мумкин.



52-расм.

Иккинчи томондан, 52-расмдан фойдаланиб:

$$\frac{a}{a'} = \frac{x}{x_1}; \quad (3)$$

тенгликни ёзиш мумкин. (2) ва (3) формулалардан фойдаланиб, қуйидаги формулани ёзамиз:

$$\frac{x + x_1}{x_1} = \frac{x_1}{x_1 - F};$$

бунда

$$x_1 + x = L$$

У вақтда

$$L = \frac{x_1^2}{x_1 - F}; \quad (4)$$

(2) ва (4) формуладан a ва L нинг қийматини (1) формулага қўйсак:

$$\lambda = \frac{(l_k - l_m)}{k - m} * \frac{a_1 F}{x_1^2}; \quad (5)$$

Бу формуладан фойдаланиб, ҳар хил филтрлардан ўтиб интерференцияланувчи ёруғликнинг тўлқин узунлигини аниқлаш мумкин.

22-жадвал.

№	a	a_1	x	x_1	Δx	L	λ	$\lambda_{\text{эп}}$	$\Delta \lambda$	$N = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} * 100\%$
1										
2										
3										
4										

Назорат саволлари

1. Ишнинг мақсади, иш формуласи ва ишнинг бажарилиш тартиби.
2. Ёруғликнинг интерференцияси.
3. Интерференцион максимум ва минимумлар шарти.
4. Интерференцион поласалар кенглиги.
5. Интерференцион манзаранинг аниқ кўриниш шарти.
6. Интерференциянинг амалда қўлланилиши.

Адабиётлар

1. В. И. Иверенова. Физикадан практикум. Электр ва Оптика. Т.: Ўқитувчи. 1979.
2. Г. С. Ландсберг. Оптика. Т.: Ўқитувчи. 1981.
3. М. Ш. Хайдарова, У. К. Назаров. Физикадан лаборатория ишлари. Т.: Ўқитувчи. 1989.
4. И. В. Савельев. Умумий физика курси. III-том. Т.: Ўқитувчи. 1976.
5. А. А. Бабушкин и др. Методы спектрального анализа. Изд. МГУ. 1962

Лаборатория иши №19

Мавзу: Пўлат ва чўян таркибидаги кремний, углерод ва олтингугурт таркибини Спектр стелоскопи ёрдамида аниқлаш.

Керакли асбоблар: Спектр стелоскопи, металл қотишмалар, рангли металл қотишмаси.

Мақсад: Талабаларга стелоскоп ёрдамида қора ва рангдор металл қотишмаси таркибидаги элементларнинг таркибини спектрал анализ орқали аниқлашдан иборат.

Қисқача назарий маълумотлар

Бу вазифа талабаларни бевосита металлургия саноатида кенг тарқалган ҳозирги замон спектрал анализининг йўналишларидан бирини амалда жорий қилиш билан таништиради. Ишлатиладиган асбоб асосан икки қисмдан: таъминлаш қисмлари билан биргаликда ёруғлик манбаидан ва стелоскопдан ташкил топган.

Вазифани бажаришда ёруғлик манбаи - анализ қилинаётган электрод ва ўзгармас электрод орасидаги юксак частотали учқундан фойдаланилади. Биз ўрганаётган ҳолда ўзгармас электрод диск шаклида мисдан, текшириладиган электрод пўлатдан ясалган. Бу электродларни тутиб турувчи штатив винтли ҳаракатчан чаначага ўрнатиб, стол устига қўйилган ва деворлари шаффоф ғилоф қопланган.

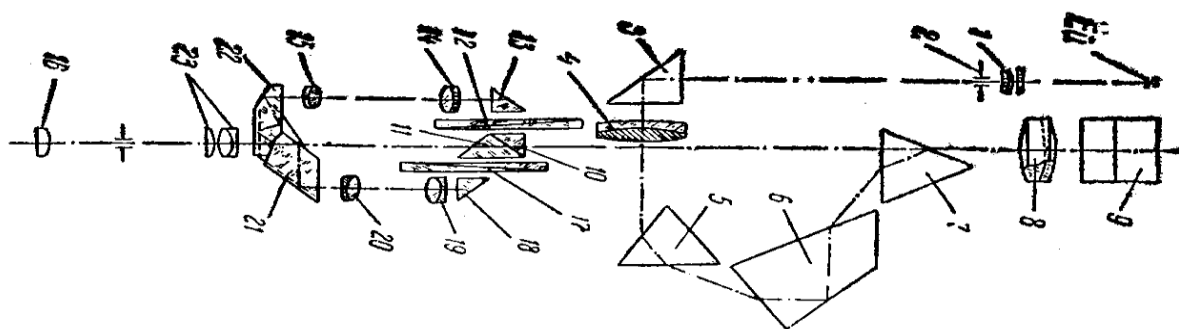
Юқори частотали импульсли учқун генератори “спектр” стелоскопининг ёруғлик манбаи бўлиб хизмат қилади. Бу генераторнинг тузилиши ва ишлаши билан завод юборган тавсифдан практикум пайтида танишиш мумкин. Штативнинг панжасига текшириладиган электродлар қистирилади. Ҳар қандай миқдорий спектрал анализнинг принципи анализ қилинаётган химиявий элемент чиқараётган спектрал чизиқларнинг интенсивликларини таққослашдан ёки бошқача қилиб айтганда уларни визуал усул билан фотометрлаш махсус шароитни талаб қилади. Чизиқ ларнинг интенсивликларини визуал усул билан муваффақиятли таққослаш учун икки шарт бажарилиши лозим: 1) чизиқлар бир хил рангда бўлиши лозим, 2) уларнинг тасвирлари геометрик нуктаи-назардан бир-бирига яқ ин туриши керак. Биринчи шарт анализ қилинаётган элементларнинг

спектрида мос спектрал чизикларни танлаб олиш билан бажарилади. Иккинчи шарт эса, агар биринчи талаб қондирилиши билан автоматик равишда бажарилмаган бўлса, у ҳолда спектрал асбоб оптикавий системасининг конструкцияси анализ қилинаётган бирикмаларнинг ҳар хил спектрал чизиклари тасвирларни ўзаро геометрик яқинлашишига имкон бериши лозимки, бу уларни бир-бирига нисбатан фотометрлаш учун зарурдир. Аввал дисперсияловчи система спектрал чизикларини уларнинг тўлқин узунликларининг ўзгариши тартибида ёйиб юборган бўлса, оптикавий система бир спектрнинг ўзидаги таққосланадиган участкаларининг бир-бирига нисбатан силжишига йўл қўйиш лозим.

Стилоскоп аниқлиги унча катта бўлмаган сифат анализи қилиши учун мўлжалланган бўлиб, асосан ингичка сим толалари, металл қирқимлар, кичик массали (қалай, қўрғошин ва ҳ.к.) жисмлар, пўлат ва унинг қотишмалари таркибидаги 0.1 фоиз углерод, 0.1 фоиз кремний, 0.2 фоиз олтингугурт ва ҳ.к. элементлар аниқланади.

Стилоскопнинг тузилиши

Стилоскоп ёрдамида анализ қилиш қуйидагича амалга оширилади. Электрод билан анализ қилувчи намуна орасидаги электр ёйи ёки учқунни ҳосил қилинади. Ҳосил бўлган ёруғлик нури ёритиш системасининг учта линзаси орқали стилоскоп тирқишига юборилади. Кузатувчи окуляр ёрдамида қотишманинг спектрини анализ қилади.



53-расм.

Ёруғлик 2,3,4 линзалар системаси орқали 8 призмага ундан қайтиб 9, 10 объективга келади. Ҳосил бўлган нур 11, 12 дисперсияловчи призмага тушади. 12 нинг катта катети 31° кумушланган, шунинг учун нур қайтади ва 13 призмага тушади. 13 дан 14 кўзгуга тушиб окулярда нур ҳосил бўлади. Фокал текисликда 15 пона жойлашган.

Пўлатнинг спектрал анализини аниқлаш

Пўлатдаги легирловчи қўшимчаларни анализ қилишда стилоскопдан қуйидагича фойдаланилади. Таркибидаги ўрганиладиган легирловчи қўшимча химиявий анализ маълумотларидан маълум бўлган пўлатлар намуналари тўплами бўйича калибрлаш графиги тузилади. Бу графикни чизишда абцисса ўқида иккала фотометрик поналар ҳисоблари орасидаги α фарқ, ордината ўқида эса процент ҳисобидаги қўшимча миқдори қўйилади.

Аввал чизилган калибрлаш графигидан фойдаланилган ҳолда α нинг катталигига қараб, анализ қилинаётган пўлат намунасидан текшириладиган пўлат намунасидан легирловчи қўшимчанинг процент ҳисобидаги миқдори топилади. Биз қараётган ҳолда Cr учун шундай калибрлаш графиги берилган. Унинг ёрдамида таркибидаги Cr миқдори номаълум пўлат намунасидаги хром анализ қилинади. Пўлат таркибидаги хром концентрациясини аниқлаш учун ёруғлик манбаи сифатида электр учқунидан фойдаланилади. Стилоскопнинг даражалаш графигидан фойдаланиб, барабани айлантирган ҳолда асбобнинг кўриш майдонига CrS (100) спектрнинг 5200 Å га мос соҳаси келтирилади.

Генератор ишга туширилади, бунинг учун тутқич “искра” сўзи ёзилган вазиятга келтирилади. Бунда генераторнинг панелида қизил лампочка ёнади ва генераторнинг ички разряднигидаги қўшимча учқун разряд товуш эшитилади. Генераторнинг панелидаги амперметр 1.5 А ток кўрсатиш керак. Агар ишчи электродлар орасида учқун майдон бўлмаса, у ҳолда штатив ўқидаги каллақлар воситасида электродлар учқун пайдо бўлгунча қадар аста-секин яқинлаштирилади. Электродлар орасидаги масофа 1.5-2 мм бўлиши керак. Агар учқун турғун бўлмаса, у ҳолда электродлар яна бир оз яқинлаштирилади.

$\Lambda = 5200 \text{ \AA}$ хром чизиғини ва $\lambda = 5226 \text{ \AA}$ темир чизиғини бир-бирига яқинлаштириб, поналар ёрдамида улар тасвирларининг ёритилганлиги тенглаштирилади. Бу иш бир неча марта такрорланиб, ҳар сафар поналардаги ҳисоблар ёзиб олинади ва кузатиш натижаларининг ўртача қиймати топилади. Учқун генератори тўхтатилади. қурилмага Cr- концентрациясини аниқлаш учун илова қилинган калибрлаш эгри чизиғидан фойдаланган ҳолда унинг спектрал чизикларнинг интенсивлигига қараб, пўлатнинг текшириляётган наъмунасидан Cr миқдори процент ҳисобида аниқланади.

Пўлат таркибидаги кремнийни аниқлаш

Анализ қилиш учун кремнийнинг қизил участкасидаги Si II 6347 $\text{\AA}$ ва Si II 6371 $\text{\AA}$ чизикларидан фойдаланилади. Генератор иш режими индуктивлик 3 мкГ, сиғим 60 мкФ, зарядка токи 5-8 А, фаза 90°, аналитик оралик электрод учун 1.2 мм.



54-расм.

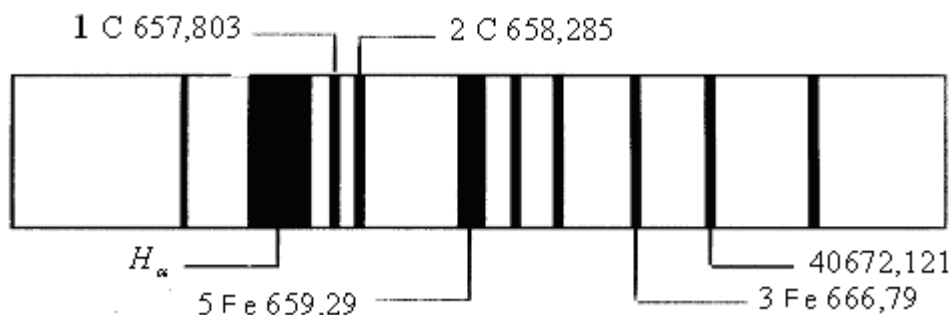
Пўлат таркибидаги кремнийни аниқлаш жадвали.

23-жадвал.

Фоиш миқдори	Интенсивликни баҳолаш	Эслатма
0.1	$I=3$; 2 – излар	
0.2	$I>3$ 1<4, 2- бор	
0.35	$I>4$; $1\leq 5$, 2=4	
0.5	$I>5$; 2>4	
0.9	$I>>5$; $2>>4$; 2= 5	

Пўлат таркибидаги углеродни аниқлаш

Бу ишда углероднинг қизил спектри чизиғидан фойдаланилади, у Hg 6562 $\text{\AA}$ водород чизиғидан саккизта чапда жойлашган.



55-расм.

Генератор режими: индуктивлик 0 мкГ, сиғим 60 мкФ, заряд токи 5-8 А, фаза 90°, аналитик оралик 1.2 мм. Олинган натижалар бўйича жадвал ва график чизинг.

Ўз-ўзини синаш учун саволлар

1. Стилоскоп қандай тузилган?
2. Эмиссион анализ нима?
3. Пўлат таркибидаги элементларни қандай аниқлаш мумкин?
4. Олинган натижаларни спектрал анализда олинган натижа билан солиштиринг.

Адабиётлар

1. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: Наука, 1976.
2. Савельев И.В. Умумий физика курси. 3-қисм, Тошкент, Ўқитувчи, 1976.

3. Физикадан практикум. «Электр ва оптика». В.И.Иверонова таҳрири остида. Тошкент. Ўқитувчи. 1979.
4. Годжаев Н.М. «Оптика» Москва. Высшая школа. 1977.
5. Ф.А. Королев Физика курси. Оптика, атом ва ядро физикаси.Т.: Ўқитувчи.1978.

Лаборатория иши №20

Мавзу: Водород атоми спектрини ўрганиш

Ишни бажаришдан мақсад: Водород спектри қонуниятларни кузатиш

Керакли асбоб ва ускуналар: УМ-2 монохроматори, МИР-2 микроскопи

Ишга оид назарий маълумотлар

Атом мусбат зарядли ядро ва унинг атрофида ҳаракатланувчи электронлардан иборат. Электронлар ҳаракати квант механикаси қонуниятлари асосида тушунтирилади. Электрон массаси водород атоми массасидан 1873 марта кичик. Унинг электр заряди жуда кичик. Атомнинг ички энергияси электронларнинг ядро майдонидаги ҳаракати ҳамда уларнинг ўзаро таъсири билан вужудга келадиган потенциал ва кинетик энергияларининг йиғиндилардан иборат.

Атом тузилиши ва унинг хусусиятлари: нурланиш, фотоэффект, радиоактивлик ҳодисалари ва уларни тажрибада кузатиш ёрдамида ўрганилади. Атомлар ўзига хос частотали электромагнит тўлқинлар чиқариши ва ютиши мумкин. Бир – бири билан ўзаро таъсирлашмайдиган атомлар чиқарган нурланиш алоҳида – алоҳида спектрал чизиқлардан иборат. Спектрларни атомлар ҳолатидаги газ ва буғ атомлари вужудга келтиради. Бу спектрлар спектрал сериялар деб аталувчи группаларга бўлинади ва улар маълум бир қонуният асосида тушунтирилади. Водород атоми энг содда спектрал чизиқларга эга бўлгани учун, уни ўрганиш ҳам қулай. Водород атоми спектрал сериялардаги чизиқлар тўлқин узунлиги Бальмер формуласи билан ифодаланувчи қуйидаги қонуниятга бўйсунди:

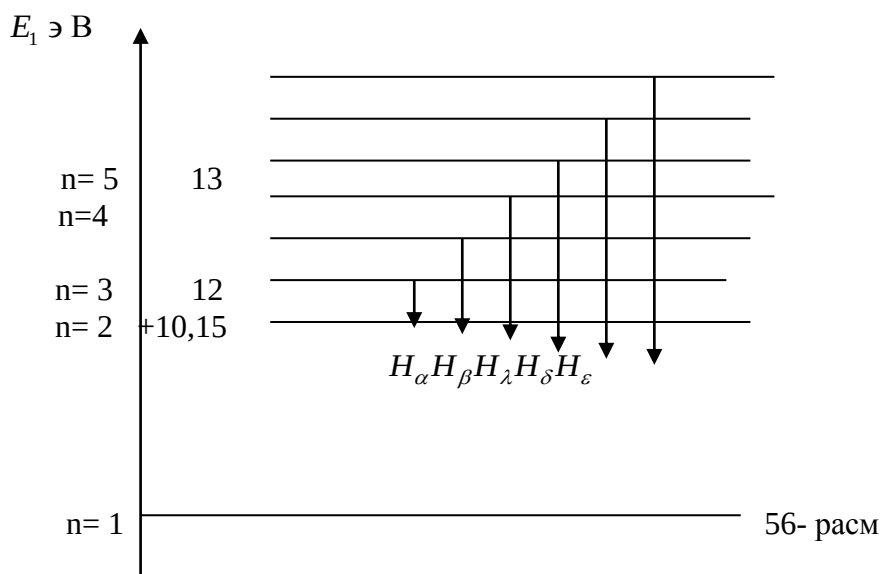
$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad (1)$$

$$\nu = C_o R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad (2).$$

бу ерда λ -спектрал чизикларининг тўлқин узунлиги, ν - спектрал чизикнинг частотаси, R — Ридберг доимийси; $R = \frac{e^4 m_e}{8 \epsilon_0^2 h^3}$; $R = 3,292 \cdot 10^{15} \text{сек}^{-1}$, n - атом нурлангандан кейинги электроннинг энергетик сатҳи, m – нурланишдан аввалги электроннинг энергетик сатҳи, C_o -ёруғликнинг вакуумдаги тезлиги. Водород спектрининг ҳар бир сериясига мос n нинг қийматлари мавжуд бўлиб $m, m+1$ дан ∞ гача ўзгаради. Бальмер формуласига асосан водород атомининг нурланиш спектрини қуйидаги серияларга бўлиш мумкин (56—расм).

Лайман серияси, спектрнинг ультрабинафша қисми ($n=1$):

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad (3)$$



Бальмер серияси, спектрнинг кўринувчи қисми ($n=2$):

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad (4)$$

Пашен серияси, спектрнинг инфрақизил қисми ($n=3$):

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad (5)$$

Брэкет серияси, спектрнинг инфрақизил қисми ($n=4$):

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad (6)$$

Пфунд серияси, спектрнинг инфрақизил қисми ($n=5$):

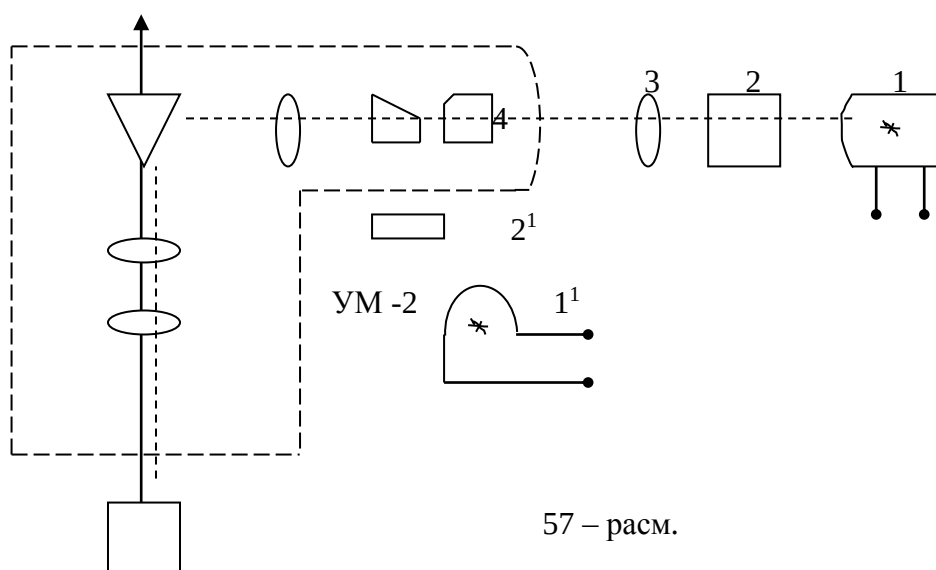
$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{m^2} \right). \quad (7)$$

Атомаларнинг нурланиш спектрларининг бундай чизикли табиати атом исталган миқдордаги энергияни ютмайди, балки аниқ квантланган қийматлардаги энергияни чиқариши ёки ютишни билдиради. Атомларнинг дискрет энергетик ҳолатларда бўла олишини уларнинг энергияси маълум қийматларга орттирилганда бу энергияга мос частотада нурлана олишини ҳам тасдиқлайди.

Тажриба ўтказиш қурилмасининг тузилиши

Атом ҳолатидаги водороднинг оптик спектрни кузатиш учун 57- расмда келтирилган схемадан фойдаланилади. Бунда 1- водород лампаси, 2- УМ -2 монохраматорнинг кириш тирқиши олдида

қўйилади. Монохраматор оптик спектрларининг кўзга кўринувчи қисмини кузатиш учун мўлжалланган, яъни Бальмер серияларини ўрганиш мумкин. Спектрларни кузатишда МИР-2 микроскопидан фойдаланиб, кўз ёрдамида аниқланади.



57 – расм.

Ишни бажариш тартиби

1. УМ–2 монохраматори шкаласи симоб лампаси ёрдамида даражаланади ва миллиметрли қоғозга даражалаш эгрилиги чизилади. Бунда ордината ўқига спектрал чизиқларнинг тўлқин узунликлари, абсисса ўқига монохраматор барабанига мос келувчи шкалалар қўйилади.
2. Водород атоми спектрининг Бальмер сериясига мос келувчи $H_\alpha, H_\beta, H_\gamma$ лар учун барабан шкаласи ва даражалаш эгрилигидан тўлқин узунликлар аниқланади. H_α - юқори интенсивликка эга бўлган қизил чизиқ, H_β – яшил хаворанг чизиқ, H_γ – бинафша кўк чизиқ. H_α ва H_β орасида нисбатан кучсиз бўлган бир қанча қизил – сариқ ва яшил молекуляр чизиқларга мос келувчи чизиқлар жойлашган.
3. Водород атомининг ҳар бир спектр чизиғи учун (1) ёки (2) ифодалардан Ридберг доимийси аниқланади.

Назорат саволлари

1. Атомнинг мураккаб тузилишини тасдиқловчи ҳодисаларни айтиб беринг?
2. Резерфорд тажрибасини тушунтиринг.
3. Бор постулатларини, атомларнинг энергия сочиши ва ютишини тушунтиринг.
4. Атом тузилишида электрон қобиғи ва ядрони изохлаб беринг.
5. Водород атомида электронлар тўртинчи стационар орбитадан иккинчи орбитага ўтганда энергияси $4,04 \cdot 10^{19}$ Ж бўлган фотонлар чиқади (водород спектрининг яшил чизиғи). Спектрнинг шу чизиғи тўлқин узунлигини аниқланг.

Адабиётлар

1. М.А.Хайдаров, Ў.Қ.Назаров. Физикадан лаборатория ишлари. “Ўқитувчи”. Т.1989. 249 – 254 б.
2. К.А.Барсукова, Ю.И.Уханова. “Лабораторный практикум по физике. “Высшая школа” М. 1988. 270 — 272 с.
3. Ландсберг Г.С. «Оптика» М. Наука, 1976.
4. В.И.Иверенова. Физикадан практикум. Электр ва Оптика. Т.Ўқитувчи. 1979.
5. И. В. Савельев. Умумий физика курси. III-том. Т.: Ўқитувчи. 1976.

МУНДАРИЖА

Сўз боши	3
Лаборатория иши № 1	
Фотометрия қонунларини ўрганиш.	10
Лаборатория иши № 2	
Йиғувчи ва сочувчи линзаларнинг фокус масофасини аниқлаш.....	13
Лаборатория иши № 3	
Оптикавий трубанинг ва микроскопнинг катталаштиришини аниқлаш.....	18
Лаборатория иши № 4	
Суюқликлар ва қаттиқ жисмларнинг синдириш кўрсаткичини ва ўртача дисперсиясини ИРФ-454 рефрактометри ёрдамида аниқлаш.	22
Лаборатория иши № 5	
Майкельсон интерферометрида ёруғлик интерференциясини ўрганиш.....	26
Лаборатория иши № 6	
Ньютон халқалари ёрдамида ёруғликнинг тўлқин узунлигини аниқлаш.....	30
Лаборатория иши № 7	
Дифракцион панжара ёрдамида ёруғлик тўлқин узунлигини аниқлаш.	28
Лаборатория иши № 8	
Бугер-Беер қонунини ўрганиш.....	30
Лаборатория иши № 9	

Фотоэлектрик калориметр ёрдамида суюкликларда ёруғликнинг ютилиш коэффициенти, эритмаларнинг зичлиги ва эритмаларнинг рангини аниклаш.....	40
Лаборатория иши № 10	
Қутбланган ёруғликни олиш ва Малюс ҳодисасини ўрганиш.....	43
Лаборатория иши № 11	
Спектроскопни даражалаш ва даражаланган эгри чизиғига қараб ёруғлик тўлқин узунлигини аниклаш.	46
Лаборатория иши № 12	
Шишанинг синдириш кўрсаткичини микроскоп билан аниклаш.	48
Лаборатория иши № 13	
Призмали спектрал асбобни ўрганиш.....	50
Лаборатория иши № 14	
Ярим ўтказгичли лазерларни ўрганиш.....	56
Лаборатория иши № 15	
Фотометрик катталикларни ўрганиш. Жолле фотометри ёрдамида чўгланма лампочканинг ёруғлик кучини аниклаш.	60
Лаборатория иши № 16	
Ёруғликнинг тўла қутбланиш ҳодисасини ўрганиш ва Малюс ҳодисасини кузатиш.....	64
Лаборатория иши № 17	
Қавариқ ва ботик линзанинг фокус оралиғини аниклаш.....	67
Лаборатория иши № 18	
Френель бипризмаси ёрдамида ёруғликнинг тўлқин узунлигини аниклаш.....	71
Лаборатория иши № 19	
Пўлат ва чўян таркибидаги кремний, углерод ва олтингугурт таркибини “Спектр” стелоскопи ёрдамида аниклаш.....	73
Лаборатория иши № 20	
Водород атоми спектрини ўрганиш.....	76

Карралаи ва улушли бирликларнинг олд қўшимчалари

24-жадвал

экса	Э	$1000000000000000000=10^{18}$	деци	д	$10=10^{-1}$
пета	п	$1000000000000000=10^{15}$	сант	с	$100=10^{-2}$
тера	т	$100000000000000=10^{12}$	милли	м	$1000=10^{-3}$
гига	г	$1000000000=10^9$	микро	мк	$1000000=10^{-6}$
мега	м	$1000000=10^6$	нано	н	$1000000000=10^{-9}$
кило	к	$1000=10^3$	пико	п	$1000000000000=10^{-12}$
гекто	г	$100=10^2$	фемто	ф	$1000000000000000=10^{-15}$
дека	да	$10=10^1$	атто	а	$1000000000000000000=10^{-18}$

Баъзи астрономик катталиклар

Ернинг радиуси.....	$6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$
Ернинг массаси.....	$5,98 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
Қуёшнинг радиуси.....	$6,95 \cdot 10^8 \text{ м}$
Қуёшнинг массаси.....	$1,98 \cdot 10^{30} \text{ кг}$
Ойнинг массаси.....	$7,33 \cdot 10^{22} \text{ кг}$
Ойнинг радиуси.....	$1,74 \cdot 10^6 \text{ м}$

Ернинг марказидан Қуёшнинг марказигача бўлган масофа $1,49 \cdot 10^{11}$ м
 Ернинг марказидан Ойнинг марказигача бўлган масофа..... $3,84 \cdot 10^8$ м
 Ойнинг Ер атрофида айланиш даври.....27,3сутка = $2,36 \cdot 10^6$ с
 Қуёшнинг ўртача зичлиги1400 кг/ м³

Халқаро система (СИ)нинг асосий ва қўшимча бирликлари

25-жадвал

Катталик	Бирлик	
	Номи	Белгиси
Асосий бирликлар		
Узунлик	Метр	м
Масса	килограмм	кг
Вакт	секунд	с
Электр токининг кучи	ампер	А
Термодинамик ҳарорат(температура)	кельвин	К
Модда миқдори	моль	моль
Ёруғлик кучи	кандела	кд
Қўшимча бирликлар		
Ясси бурчак	Радиян	рад
Фазавий бурчак	стерадиан	ср

Синдириш кўрсаткичлари (оқ ёруғлик учун ўртача)

26-жадвал

Олмос	2,42	Муз(-4 ⁰ С)	1,31
Сув (20 ⁰ С)	1,33	Скипидар(20 ⁰)	1,47
Кварц	1,54	Шиша	1,5
Долчин мойи	1,60	Углерод сульфид	1,63

Молекулалар ва атомларнинг диаметрлари (10⁻¹⁰м)

27-жадвал

Азот(N ₂)	31	Кислород (O ₂)	29
Аргон (Ar)	29	Углерод оксид (CO)	32
Водород (H ₂)	23	Карбонад ангидрид (CO ₂)	33
Сув буғи (H ₂ O)	26	Хлор (Cl ₂)	37

Гелий (He)	10		
------------	----	--	--

**Материаллари турлича антикатод учун рентген нурлари
K-сериясининг чегараси (A^0)**

28-жадвал

Вольфрам 0,178	Платина..... 0,158
Олтин 0,153	Кумуш 0,484
Мис..... 1,38	

Симоб ёйининг спектрал чизиклари (A^0)

29-жадвал

2537	4047	5461	6128
3650	4358	5770	6908
3655	5235	5791	7082

Асосий физик катталиклар

30-жадвал

Физик катталик	Сон қиймати
Тортишиш кучи доимийси γ	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{м}^3/\text{кг сек}^2$
1кмоль газдаги молекулалар сони N_0	$6,025 \cdot 10^{26} \text{кмоль}^{-1}$
Нормал шароитда 1кмоль идеал газнинг ҳажми V_0	$22,4 \text{м}^3$
Универсал таз доимийси R	$8,31 \cdot 10^3 \text{ж/кмоль град}$
Больцман доимийси k	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ж/ град}$
Фарадей сони F	$9,65 \cdot 10^7 \text{к/кг экв}$
Стефан –Больцман доимийси σ	$5,67 \cdot 10^{-8} \text{вт/м}^2 \text{град}^4$
Планк доимийси h	$6,625 \cdot 10^{-34} \text{ж сек}$
Электроннинг заряди e	$1,602 \cdot 10^{-19} \text{Кл}$
Электроннинг тинчликдаги массаси m_e	$9,11 \cdot 10^{-31} \text{кг} = 5,49 \cdot 10^{-4} \text{м.а.б.}$
Протоннинг тинчликдаги массаси	$1,672 \cdot 10^{-27} \text{кг} = 1,00759 \text{м.а.б.}$

m_p Нейтронинг тинчликдаги массаси m_n Ёруғликнинг вакуумдаги тезлиги c	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,00829 \text{ м.а.б.}$ $3 \cdot 10^8 \text{ м /сек}$
---	---

Оқ ёруғлик нурунинг таркиби

31-жадвал

Ранги	Тўлқин узунлиги, нм
Қизил	800-620
Зарғалдоқ	620-585
Сарик	585-575
Яшил-сарик	575-550
Яшил	550-510
Ҳаворанг	510-480
Кўк	480-450
Бинафша	450-390

Чўғланма лампаларининг ёруғлик характеристикаси

32-жадвал

Қуввати, вт	Тўла ёруғлик оқими, <i>лм</i>	Ёруғлик бериши, <i>лм /вт</i>	Ёруғликнинг ўртача сферик кучи, <i>шам</i>
-------------	-------------------------------	-------------------------------	--

15	124	8,25	10
25	225	9,00	18
40	380	9,50	30
60	645	10,75	51
100	1275	12,75	103
150	2175	14,50	173
200	3050	15,25	243
300	4875	16,25	388
500	8725	17,45	695
1000	190000	19,00	1530

33-жадвал

Энг характерли ҳоллардаги ёритилганлик	<i>E, лк</i>
Тушда қуёш нурлари билан ёритилганлик (ўрта кенгликларда).	100 000
Павильонда кинога олишда ёритилганлик	10 000
Очиқ жойда ҳаво булут бўлганда ёритилганлик	1 000
Нозик (чизмачилик ва бошқа) ишларни бажаришда иш жойида ёритилганлик	100-200
Ёруғ хонада (дераза яқинида)	100
Синф ва лабораторияда ўқиш учун	75 гача
Кинотеатр экранида.	20-80
Йўлакларда ва зиналарда	15 гача
Кўчаларда сунъий ёритганда	4 гача
Тўлин ойдан ёритилганлик	0,2
Ой чиқмаган тунда юлдузлар осмонидан	0,0003

Баъзи ёруғлик манбалари ва сиртларнинг равшанлиги

34-жадвал

Манба, сирт	<i>B, нт</i>
Қуёш сирти.....	$1,5 \cdot 10^9$
Петров ёйида қўмир кратери	$1,5 \cdot 10^8$
Чўғланма лампанинг металл толаси.....	$1,5 \cdot 10^6 - 2 \cdot 10^6$
Тўғри қуёш нурлари остидаги қор.....	$3 \cdot 10^4$
Керосин лампанинг алангаси.....	$1,5 \cdot 10^4$
Шам алангаси.....	$5 \cdot 10^3$
Мусаффо зангори осмон.....	$4 \cdot 10^3$
Ой сирти.....	$2,5 \cdot 10^3$
Кинотеатрда экран сирти.....	5-20
Оқ қоғоз варағи (ёритилганлик 20-50 лк).....	10-15
Ой чиқмаган тунда осмон.....	10^{-4}

