

**“ОПТИК ТОЛАДА ЁРУГЛИКНИНГ ТАРҚАЛИШ ҚОНУНИЯТЛАРИ”  
МАВЗУСИНИ ЎҚИТИШДА МУАММОЛИ ТАЪЛИМ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИДАН  
Фойдаланиш**

DOI: <https://doi.org/10.53885/edinres.2022.88.56.022>

**Содиқова Шохида Мирзаахмадовна,**

*Ўзбекистон Миллий университети, умумий физика кафедраси доценти*

**Аннотация.** Мақолада геометрик оптик қонуниятлари, жумладан, ёруғликнинг тўла ички қайтиши ҳамда оптик тола ва унинг тузилиши, оптик толанинг таркиби ва классификацияси, оптик тола турлари ва уларнинг тавсифлари, шунингдек, бир модали ва кўп модали оптик толалар ҳамда нур толада ёруғликнинг синиш жараёнларининг физик хоссалари муаммоли таълим технологиялари асосида ёритиб берилган.

**Калит сўзлар:** ёруғликнинг синиши, ёруғликнинг тўла ички қайтиши, оптик тола, бир модали оптик тола, кўп модали оптик тола, призма, дисперсия, сўниш коэффициенти, синдириш кўрсаткичи, магнит ўтказувчанлик, изотроп, муаммоли таълим технологияси.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОБЛЕМНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В  
ИЗУЧЕНИЕ ТЕМЫ “ЗАКОНЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СВЕТА В ОПТИЧЕСКОМ  
ВОЛОКНЕ”**

**Содиқова Шохида Мирзаахмадовна,**

*Национальный университет Узбекистана, доцент кафедры общей физики*

**Аннотация.** В статье рассматриваются геометрические оптические законы, в том числе полное внутреннее отражение света и оптического волокна и его структура, состав и классификация оптических волокон, типы оптических волокон и их характеристики, а также одномодовые и многомодовые оптические волокна и физические свойства процессов преломления света в световоде освещаются на основе технологий проблемного обучения.

**Ключевые слова:** преломление света, полное внутреннее отражение света, оптическое волокно, одномодовое оптическое волокно, многомодовое оптическое волокно, призма, дисперсия, коэффициент затуханий, показатель преломления, магнитная проводимость, изотроп, технология проблемного обучения.

**THE USE OF PROBLEM EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN STUDYING  
THE TOPIC “LAWS OF THE DISTRIBUTION OF LIGHT IN OPTICAL FIBER”**

**Sodikova Shokhida Mirzaakhmadovna,**

*National University of Uzbekistan, Associate Professor at the Department of General  
Physics*

**Annotation.** The article discusses geometric optical laws, including total internal reflection of light and optical fiber and its structure, composition and classification of optical fibers, types of optical fibers and their characteristics, as well as single-mode and multimode optical fibers and the physical properties of light refraction processes in a light guide are illuminated based on problem learning technologies.

**Key words:** light refraction, total internal light reflection, optical fiber, single mode optical fiber, multimode optical fiber, prism, dispersion, attenuation coefficient, refractive index, magnetic conductivity, isotropy, problem learning technology.

Кейинги йилларда турмушимизнинг барча соҳалари қатори илм-фан ва таълим

соҳасига ҳам катта аҳамият берилмоқда. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони, шунингдек, Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2020 йил 24 январда Олий Мажлисга қилган Мурожаатномаси бу соҳадаги амалга оширилаётган ижобий ишларнинг мантиқий давоми бўлди. Мурожаатномада таъкидланишича, “...Ўзбекистонни ривожланган мамлакатга айлантиришни мақсад қилиб қўяр эканмиз, бунга фақат жадал ислохотлар, илм-маърифат ва инновация билан эриша оламиз. Бунинг учун аввалам бор ташаббускор ислохотчи бўлиб майдонга чиқадиган, стратегик фикр юритадиган билимли ва малакали янги авлод кадрларини тарбиялашимиз зарур”. Шу нуқтаи назардан келиб чиқиб, фундаментал фанлар йўналишидаги ихтиро ва янги ишланмаларни амалиётга имконият даражада жорий қилиш, ўқитишнинг методик тизимини такомиллаштириш бўйича илмий-тадқиқот ишларини амалга ошириш муҳим аҳамият касб этади. Бу эса ўз навбатида фундаментал фанларнинг ривожланишига туртки бўлмоқда.

Ҳозирги вақтда таълим тизимидаги кўзланган асосий вазифалар бу - фан ва техника соҳасидаги ютуқлар билан талабаларни ўз вақтида таништириб бориш; турли кераксиз ахборотлар таъсиридан ўқувчи-талабаларни асраш; давр талабига, миллий менталитетимизга мос келувчи баркамол авлодни тарбиялаш каби муҳим ишларни амалга оширишдан иборат [1; 2;].

Физика ўқитувчиси, маърузада ўрганиладиган мавзунинг таълимий, тарбиявий ва ривожлантирувчи мақсадлари ва педагогик технологияларнинг дидактик функцияларини ҳисобга олган ҳолда, технологиядан фойдаланишни илмий-услубий асосда танлагандагина, кўзланган мақсадга ва самарадорликка эришади.

Таълим жараёнида салмоқли ўрин эгаллаган муаммоли (ақлий ҳужум) маъруза, мунозарали (илмий мунозарали ва эркин фикрлаш) мавзулар муаммоли таълим технологиясига асосланади. Мазкур мавзуларнинг ўзига хос жиҳати маъруза давомида вужудга келтирилган муаммоли вазиятларга асосланади.

Муаммоли таълим деб, ўқитувчи томонидан педагогик таъсир кўрсатишнинг энг муқобил тури ёрдамида фикр юритиш қонуниятларига таянган ҳолда, талабаларнинг билимларни ўзлаштириш жараёнида фикрлаш қобилиятини ривожлантириш ва билиш эҳтиёжини қондириш мақсадига йўналтирилган, талаба билимининг умумий ва махсус ривожланишига замин тайёрлайдиган жараёнга айтилади. Муаммоли таълим жараёнида ўқитувчи раҳбарлигида муаммоли вазият вужудга келтирилиб, мазкур муаммо талабаларнинг фаол мустақил фаолияти натижасида билим, кўникма ва малакага эришиш мақсадида қўлланилиб, унда талаба ўқув мавзусини таҳлил қилади, таққослайди, синтезлайди, маълумотларни умумлаштириб, янги ахборот олади. Бошқача айтганда, аввал ўзлаштирган билим ва кўникмаларини янги вазиятларда қўллаб, билимларини чуқурлаштиради, кенгайтиради. Билимларни бундай ўзлаштириш усулини ҳеч бир маърузачи ва устоз ўргата олмайди, фақат талабалар муаммоли вазиятларни ҳал этиш жараёнида изланади ва муаммолар ечимини топади.

Талабаларни ижодий ва мантиқий фикрлашга ўргатиш, ақлий фаолият усуларини эгаллашга, уларда илмий, танқидий-таҳлилий, мантиқий фикр юритиш кўникмаларини шакллантириш ва ривожлантиришга олиб келади. Масалан, “Оптик толада ёруғликнинг тарқалиш қонуниятлари” мавзуини мушоҳада қилиб кўрсак. Мавзуга оид “Оптик тола қандай тузилган”, - деган биргина савол, навбатдаги қатор муаммоли саволларни келтириб чиқаради. Толали оптик алоқа тизимида ахборотлар қандай узатилади?. Толали оптик алоқа тизимида оптик тебранишларнинг тарқалишини чегараловчи ва ёруғлик энергияси оқимини берилган йўналишда йўналтирувчи, узатиш ва қабул қилиш йўллариини боғлаб турувчи муҳит оптик ёруғлик узатгичлар дейилади [7; 191-214-б.]. Оптик ёруғлик

узатгичларнинг тавсифлари қисман алоқа тизимининг сифатини аниқлайди. Шунинг учун толали оптик алоқа тизимни лойиҳалаштиришда нурланиш тарқаладиган узатувчи муҳит - оптик ёруғлик узатгичларнинг тавсифларини ҳисобга олиш керак.

Толали оптик алоқа тизимда махсус оптик ёруғлик узатгичлар оптик толалар қўлланилади. Кичик сўниш коэффициентига эга бўлган оптик ёруғлик узатгичлар асосида оптик сигналларни узок масофаларга узатишни таъминловчи оптик кабеллар яратилган. Ахборотни узатувчи оптик толалар қандай тузилган? Ёруғлик узатувчи оптик толалар ўзак ва қобикдан иборат бўлади. Улар қиймат бўйича бир-бирига яқин турли синдириш кўрсаткичларига эга. Ўзак узатувчи муҳит, қобик эса ўзи ва ўзак орасида чегара ҳосил қилувчи сифатида ишлатилади. Бу чегара ёруғликни йўналтирувчи физик канални шакллантириб, у орқали узатилган сигналнинг ташувчиси ёруғлик нури тарқалади. Ёруғлик нурининг фақатгина ўзак бўйлаб тарқалиши учун қандай шарт бажарилиши керак? Ёруғлик нурининг фақатгина ўзак бўйлаб тарқалишини таъминлаш учун (1-расм) қуйидаги шарт бажарилиши керак:

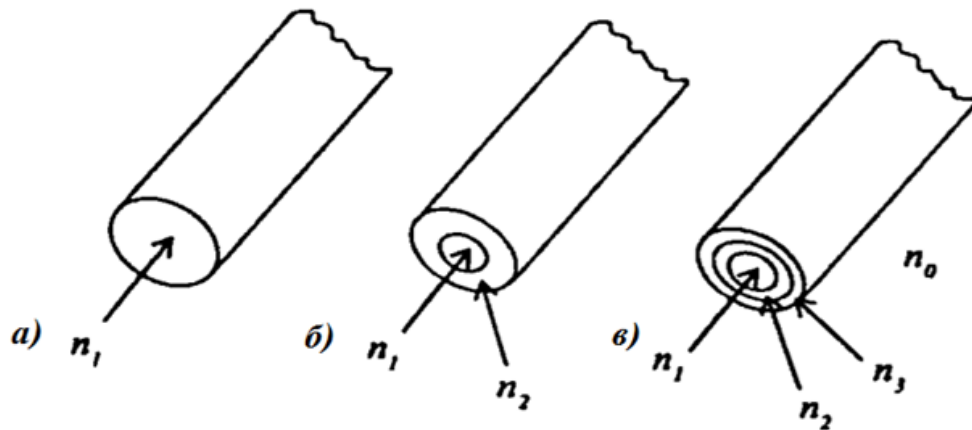
$$n_1 > n_2 > n_3 > n_0$$

бунда:

$n_1$  - ўзакнинг синдириш кўрсаткичи;  $n_2, n_3$  - қобикларнинг синдириш кўрсаткичлари;  $n_0$  — ташқи муҳитнинг синдириш кўрсаткичи.

Оптик ёруғлик узатгичларнинг синдириш кўрсаткичи:  $n = \sqrt{\epsilon\mu}$

бунда  $\epsilon, \mu$  мос равишда нисбий диэлектрик ва магнит ўтказувчанлик.



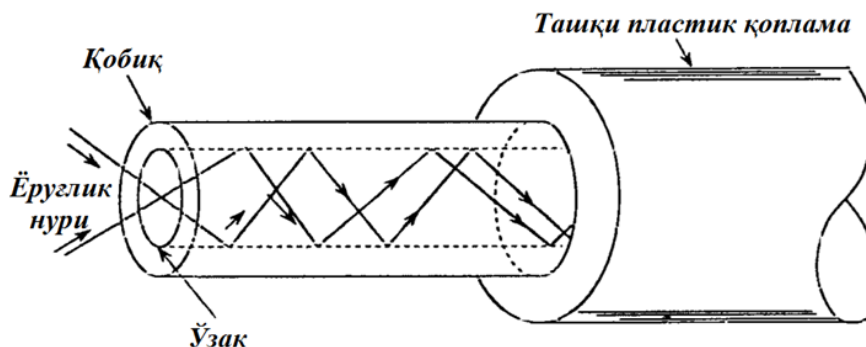
1-расм. Ёруғлик узатувчи оптик толалар.

Ҳар хил моддалардан ёруғлик турли тезликларда тарқалади.

1-жадвалда турли моддаларнинг синдириш кўрсаткичлари ва ёруғликнинг тарқалиш тезликлари келтирилган.

Материаллар номи	Синдириш кўрсаткичлари	Ёруғликнинг турли материаллардаги тезлиги, км/сек
Вакуум	1,0	300 000
Хаво	1,0003(1)	300 000
Сув	1,33	225 000
Кварц	1,46	205 000
Шиша	1,5	200 000
Олмос	2,5	120 000

2-расмда оптик толанинг таркибий қисмлари тасвирланган. Оптик тола учун асосий материал жуда тоза ва тиниқ кварц шишаси, кремний икки оксиди ( $\text{SiO}_2$ ) ҳисобланади [3; 182-185-б.].



2-расм. Оптик толанинг тузилиши.

Оптик толанинг таркиби ва классификацияси. Оптик толали кабел қандай элементлардан ташкил топган? Оптик толали кабел қуйидаги элементлардан иборат:

Ташувчи кабел, полиэтилен қобик билан қопланган шиша толали ёки металлдан ясалган. Модулларни марказлаштириш ва кабелни кесмада маҳкамлаш учун винт остида маҳкамланган кабелни мустаҳкамлаш учун хизмат қилади.

Икки қатламли шиша ёки пластмасса толалар, бир ёки икки қатламли лак билан қопланган. Лак қатлами толаларни шикастланишдан ҳимоя қилади ва толаларни рангли белгилаш учун хизмат қилади. Филаментларни ўз ичига олган пластик қувурлар - ёруғлик толалари ва гидрофобик гел билан тўлдирилган. Найчалар сони 1 ёки ундан кўп бўлиши мумкин, найчадаги толалар сони 4 дан 12 гача, кабелдаги толаларнинг умумий сони 4 дан 288 гача. Кабелнинг умумий ўлчамларини оз сонли толалар билан сақлаш учун қувурлар ўрнига қора диэлектрик найчаларга киритилиши мумкин. Найча атрофига ўралган иплар билан бирга тортилган ва гидрофобик гел билан намланган плёнка. У дамнинг хусусиятларига эга ва кабел ичидаги ишқаланишни камайтириш, намликдан қўшимча ҳимоя қилиш, модуллар орасидаги бўшлиқда гидрофобик суюқликни сақлаш ва ҳоказолар учун мўлжалланган.

Намликдан қўшимча ҳимоя қилиш учун мўлжалланган полиэтилендан тайёрланган нозик ички қобик қатлами.

Гел, бу полиэтилен плёнка ва маълум миқдордаги гидрофобик гелдан иборат. Бу қўшимча намликдан ҳимоя қилиш учун мўлжалланган.

Қалин ва юмшоқ полиэтилен қобик бўлган қатлам, ички қатламларни атроф-муҳит таъсиридан ҳимоя қилиш учун мўлжалланган.

Оптик толали кабеллар қуйидагиларга бўлинади:

1. Тола материали бўйича:

ГОФ-кабел (шиша оптик толали кабел); ПОФ-кабел (пластик оптик толали кабел).

2. Ўрнатиш жойи бўйича:

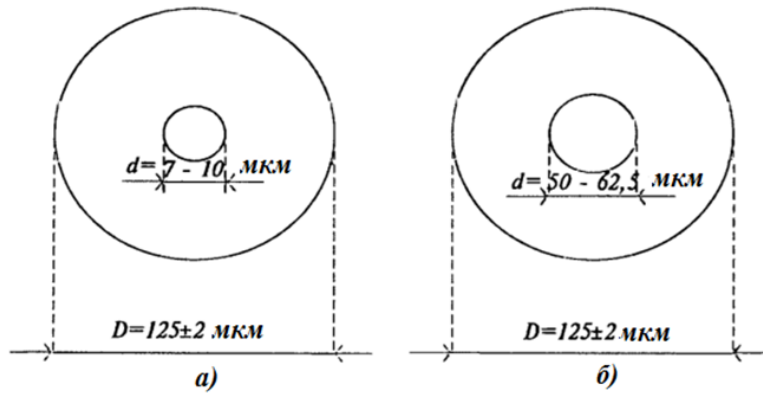
ташки ўрнатиш учун (ерга, хавода, сув остида); ички ўрнатиш учун (маълумотлар марказлари ичида).

3. Қўйиш шартларига кўра:

суспензия учун (кевлар ёки арқон билан кабел); электр узатиш линиясининг таянчларида (чақмоқлардан ҳимояланган сими) тўхтатиб туриш учун; кабел каналларида ётқизиш учун (гофрировка қилинган металл зирхли кабел); сув остида ётқизиш учун (кўп қатламли кабел).

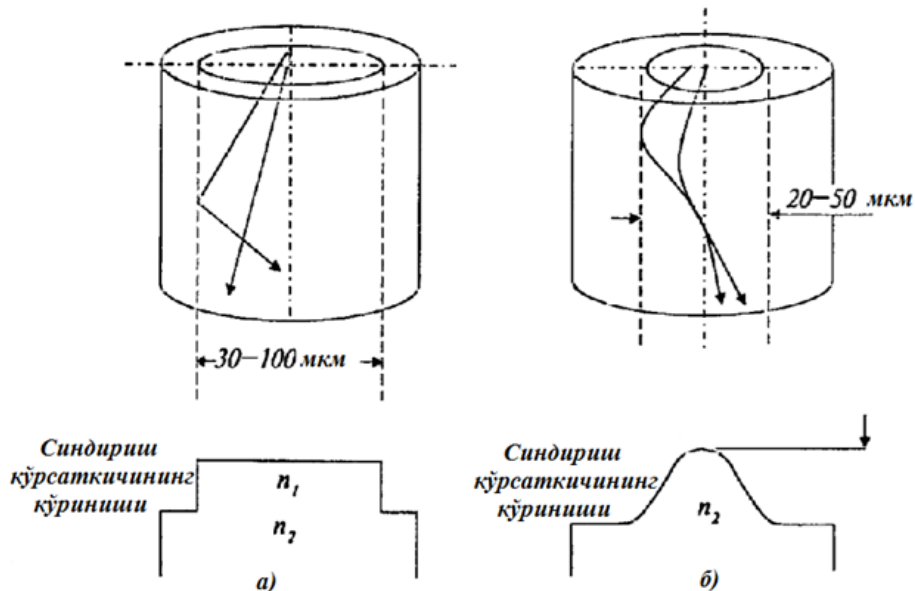
Қандай оптик толаларни бир модали ва кўп модали дейилади? Тўлқин узунлигига нисбатан ўзак диаметрига боғлиқ равишда оптик толалар бир модали ва кўп модалига бўлинади. Бир модали оптик толаларда кўпинча ўзак диаметри 7 -10 мкм (3-а, расм), кўп модали оптик толаларда эса 50 - 62,5 мкм (3-б, расм) бўлади. Иккала турда қобик

диаметри 125 мкм ни ташкил этади. Амалиётда кўп модали ва бир модали оптик тола диаметрларининг бошқа қийматлари ҳам мавжуд. Бир модали оптик толадан фақат бир мода узатилади. Кўп модали оптик толадан эса апертура бурчаги доирасида толага турли бурчаклар остида киритиладиган бир неча юзлаб рухсат этилган модаларни бир вақтда узатиш мумкин. Рухсат этилган модалар турли тарқалиш йўналиши ва вақтига эга.



3 -расм . Бир модали (а) ва кўп модали (б) оптик толаларнинг кўндаланг кесими.

Кўп модали оптик толалар синдириш кўрсаткичи бўйича қандай толаларга бўлинади? Кўп модали оптик толалар синдириш кўрсаткичи кўриниши бўйича поғонали (4-а, расм ) ва градиент (4-б, расм) толаларга бўлинади. Поғонали синдириш кўрсаткичли кўп модали оптик толалар икки муҳит чегарасида синдириш кўрсаткичларининг кескин (поғона кўринишида) ўзгариши ( $n_1$  дан  $n_2$  га) билан характерланади. Поғонали синдириш кўрсаткичли оптик толалар ўтказиш полосасини чегаралайди, лекин градиент синдириш кўрсаткичли оптик толаларга нисбатан арзон ҳисобланади.



4-расм. Поғонали (а) ва градиентли (б) кўп модали оптик толаларнинг тузилиши ва синдириш кўрсаткичи кўринишлари.

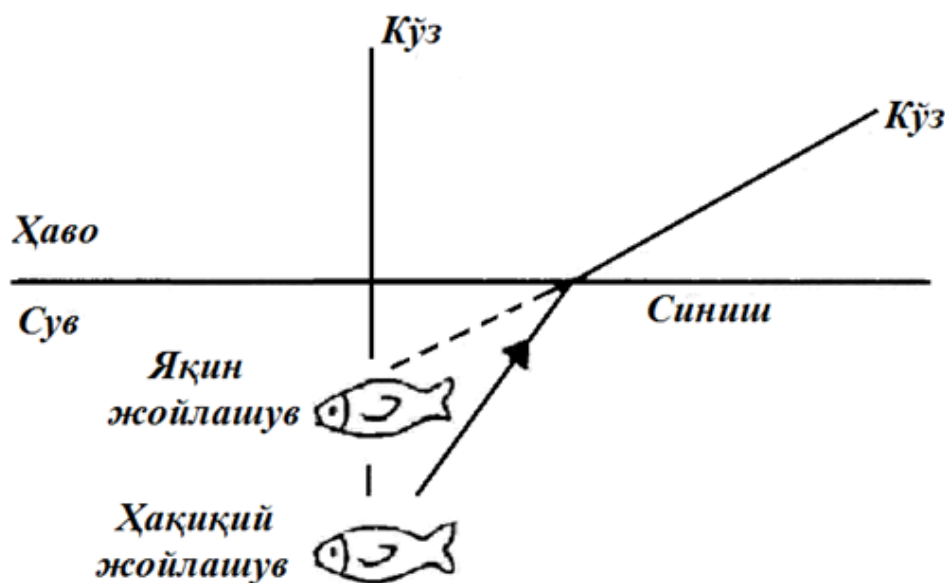
Градиент синдириш кўрсаткичли кўп модали оптик толалар поғонали синдириш кўрсаткичли толаларга қараганда раво синдириш кўрсаткичи ва модалараро дисперсиянинг камайиши бўйича юқори техник кўрсаткичларга эга. Чунки градиент синдириш кўрсаткичли оптик толада модаларнинг тарқалиш тезлиги (дисперсияси) бир-

бирдан жуда ҳам катта фарк қилмайди. Дисперсия импульсларнинг кенгайиб кетиши ва узатилаётган сигналларнинг бузилишига олиб келади. Шунинг учун ҳозирда градиент синдириш кўрсаткичли кўп модали оптик толалар кенг тарқалган. Градиент синдириш кўрсаткичли кўп модали оптик толаларнинг энг асосий камчилиги уларнинг қимматлиги ва ишлаб чиқаришнинг мураккаблигидир.

Кўп модали оптик толаларда модаларо дисперсия ўтказиш полосаси ва алоқа масофасини чегаралайди. Шунинг учун кўп модали оптик толалар, асосан, локал тармоқларда ва нисбатан паст тезликли рақамли толали оптик алоқа тизими (ТОАТ) сигналларини узатишда ишлатилади. Бир модали оптик толалардан магистрал алоқа тармоқларида фойдаланилади. Чунки, бир модали оптик толаларда модаларо дисперсия юзага келмайди, шунинг учун сигналлар кўп модали режимга қараганда кам бузилиш билан узатилади. Яъни, бир модали оптик толалардан фойдаланиш ўтказиш қобилиятини оширади, лекин узатувчи қисмда бир мунча қиммат бўлган яримўтказгичли лазердан фойдаланиш талаб этилади [3; 180-182-б.].

Оптика қонуниятлари ёруғлик нурунинг тўғри чизиқли тарқалиши, тола муҳити билан ўзаро таъсирлашуви ва изотроплик хусусияти - муҳитда барча йўналишларда ёруғликнинг бир хил тарқалишига (шиша бир турдаги ва изотропли муҳит ҳисобланади) асосланган. Бу қонуниятларга ёруғликнинг қайтиш ва синиш қонунлари ва уларга асосланган ҳодисалар таъаллуқли [8; 526-531-б., 9; 147-172-б.].

Ёруғлик бир моддадан иккичисига ўтганда қандай ҳодиса кузатилади? Ёруғлик бир моддадан бошқасига ўтганда унинг тарқалиш тезлиги ўзгаради, яъни тўлқин назарияси нуқтаи назаридан бу ҳаракат йўналишининг ўзгаришига олиб келади. Бу ҳодиса - ёруғликнинг тўғри йўналишдан оғиши синиш деб аталади [4; 485-492-б.].

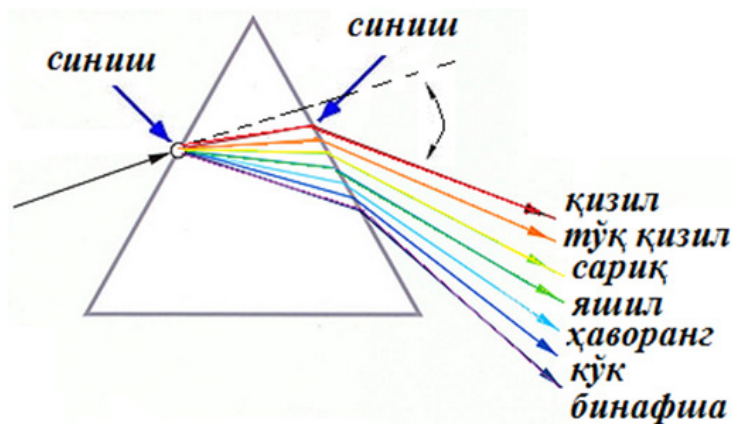


5-расм. Ёруғликнинг синиши.

Синиш ҳодисасига балиқ овлашда ҳам дуч келинади. Сув остидаги балиқни кўрганимизда, унинг ҳақиқий жойлашувини эмас, балки унга яқин жойлашувини кўраемиз (5-расм). Агар балиққа пастга вертикал қарасак, ёруғликнинг синиши рўй бермайди ва балиқнинг асл жойлашган жойини кўраемиз. Агар унга бурчак остидан қарасак, синиш ҳисобига асл жойлашган жойни кўрмаймиз, бунда балиқ назаримиздаги кўринишдан чуқурроқда жойлашган бўлади.

Синиш ҳодисасини призмада ҳам кўриш мумкин. Призмага оқ ёруғлик туширилганда

турли рангларга ажралишининг сабаби нимада? Призмага оқ ёруғлик туширилганда, призма бу ёруғликни синдиради ва камалакнинг турли рангларига ажралади. Қизил ранг энг кучли оғади ва кичик тарқалиш тезлигига эга. Синиш призма киришида бўлганидек, чиқишида ҳам ҳосил бўлади (6-расм). Оптик толадан сигналларнинг узатилишида ҳам юқорида кўриб чиқилган синиш ҳодисаси рўй беради.



6-расм. Призмада ёруғликнинг синиши

Ўтган асрнинг сўнгги ўн йиллари давомида ёруғликнинг тўлқин ва корпускуляр табиати билан боғлиқ фундаментал хоссаларидан фойдаланиш, оптоэлектроника, интеграл оптика, голография бўйича эришилган ютуқлар, жумладан, юқори самарали яримўтказгичли ёруғлик манбалари - ёруғлик ва лазер диодларининг, катта сезгирликка эга бўлган, тезкор фото-қабулқилгичлар - фотодиодлар, кўчкили фотодиодлар, юқори даражадаги шаффоф, кам йўқотишли ёруғлик узаткичлар - оптик толаларнинг яратилиши алоқа тизимларининг янги ва истикболли йўналиши оптик алоқанинг пайдо бўлиши, жадал суръатлар билан ривожланиши ва кенг қўлланишига олиб келди [5; 189-192-б., 6; 65-68-б.].

Фойдаланилган адабиётлар

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар Стратегияси тўғрисида” ги Фармони. – Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2017 й., 6-сон, 70-модда.
2. Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг Олий Мажлисга Мурожаатномаси. 2020 й., 24 январь. –Т.: Тасвир нашриёт уйи, -72 б.
3. Шарунич Л.С., Тугов Н.М. Опто-электроника. –М.: 1984. -256 с.
4. Ландсберг Г.С. Оптика. Ўқитувчи-нашриёти. –Т.: 1981. - 943 с.
5. Содиқова Ш.М., Отажонов Ш., Қурбонов М. Лазерлар ва уларнинг амалиётдаги ўрни // Ўқув қўлланма. –Т.: Фан ва технология, 2019. -214 б.
6. Қурбонов М. Физикадан намоиш экспериментларининг услубий функцияларини кенгайтиришнинг назарий асослари. Монография.– Т.: Фан, 2008. -118 б.
7. Ҳабибуллаев П.К. ва бошқалар Физика изоҳли луғати. // Ўқув қўлланма. – Т.: Ўзбекистон миллий энциклопедияси, 2002. -304 б.
8. Ивероновой В.И. Лекционные демонстрации по физике. –М.: 1972. -640с.
9. Покровский А.А. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе. –М.: 1979. -287с.