

## 13 - Маъруза

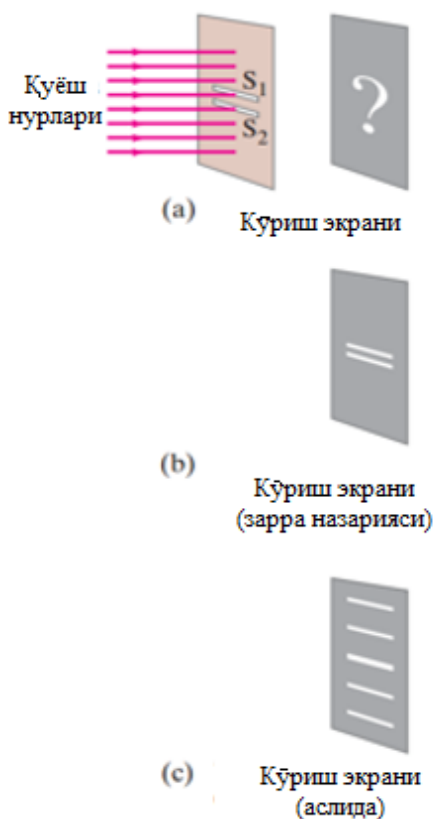
### Режа

#### 1. Ёруғлик интерференцияси. Когерент тўлқинлар.

#### 2. Ёруғлик интерференциясини ҳосил қилиш усуллари

**Ёруғлик интерференцияси. Когерент тўлқинлар.** Механика қисмида биз сув устида тарқалаётган тўлқинларнинг интерференцияси билан танишган эдик. Агар икки тўлқин ўзаро учрашиб бир бирини кучайтурса ёки сусайтурса бундай тўлқинларни когерент тўлқинлар деб атаган эдик. Бундай хосса ёруғлик тўлқинларида ҳам бўлиши мумкин. Бу фикр кейинчалик ХУП асрда тасдиқланди.

**24-5 РАСМ** (а) Юнгнинг икки – тирқишли тажрибаси. (б) Агар ёруғлик кичик зарралардан ташкил топган бўлса, биз тирқишлар орқасидаги деворда иккита ёруғ чизиқларни кўришимиз мумкин бўлади. (с) Ҳақиқатки кўп чизиқлар кузатишган. Тирқишлар ва уларнинг тарқалиши жуда кичик бўлиши керак.



Албатта, иккита нур сочиб турган жисмлар когерент манба бўла олмайдилар. Улардаги атомлар бир-бири билан боғланмаган равишда нур чиқарадилар, шунинг учун бу нурларнинг фазалари хаотик равишда ўзгариб туради ва уларнинг фарқи (айирмаси) вақтга боғлиқ бўлиб қолади. Шунинг учун ёруғлик тарқатаётган икки жисм ҳеч қачон когерент манба бўла олмайдилар. Бунинг учун суний бир услубдан фойдаланилади. Битта манбадан чиқаётган нурни иккига ажратилади. Бунинг бир нечта йўли бор.

#### Интерференция – Юнгнинг икки тирқишли тажрибаси

1801 йилда, Инглиз миллатидан бўлган Томас Юнг (1773-1829) ёруғликнинг тўлқин табиати ҳақида ишонарли далилни қўлга киртди ва хаттоки кўзга кўринувчи нурнинг тўлқин узунлигини ўлчай олишга муваффақ бўлди. 24-5а расмда Юнгнинг машҳур икки тирқишли тажрибасининг схематик диаграммаси кўрсатиб берилган. Ягона манбадан ёруғлик олиш учун Юнг қуёшнинг жуда кичик тирқиш орқали ўтиб, дераза ойнасига тушган нурларидан фойдаланди. Бу параллел нурларнинг ёруғлиги девордаги ёпиқ юзали  $S_1$  ва  $S_2$  тирқишларга тушади. (Тирқишлар ва уларнинг

бўлиниши жуда ингичка бўлиб, ёруғликнинг тўлқин узунлигидан унчалик катта эмас.) Агар ёруғлик кичик зарралардан ташкил топган бўлса, биз тирқишлар

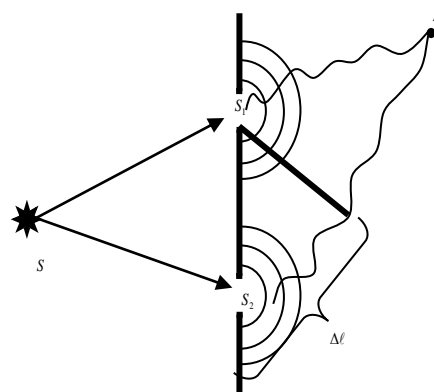
орқасидаги деворда иккита ёруғ чизикларни кўришимиз мумкин бўларди (b). Лекин бунинг ўрнига бир қанча ёруғ чизиклар (c) расмдаги каби кўринади. Бу натижани Юнг **тўлқин-интерференцияси** ҳодисаси деб изоҳлаб бера олган.

### Когерентлик

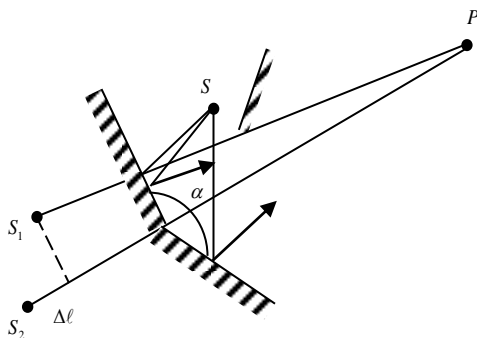
Икки тирқиш радиациянинг икки манбаи бўлганида улар орасида интерференция ҳосил бўлади. Улар когерентлик манбалари деб аталади, чунки улардан таралаётган тўлқинни, тўлқин узинлиги ва частоталари бир хил бўлади ва ҳамма вақт бир бири билан бир хил фазада бўлади. Бундай бўлишининг сабаби, тўлқинлар чап томондаги икки тирқиш орасидан, бир манбадан келади. Манбалар когерентликда бўлганидагина интерференция манзарасини кўриш мумкин. Агар иккита лампа тирқишнинг ўрни билан алмаштирилганида, интерференция манзарасини кўриб бўлмас эди. Бир лампадан чиқувчи ёруғлик, иккинчи ёруғликка нисбатан тасодифий фазага эга бўлади, ва экран кўпрок еки камрок бир хил ёритилган бўлади. Бир бири билан ҳеч қандай доимий фазалар фарқига эга бўлмаган икки шундай манба когерентланмаган манбалар дейилади.

### Ёруғлик интерференциясини ҳосил қилиш усуллари.

Агар экрандаги икки  $S_1$  ва  $S_2$  кичик тешикларни улардан маълум масофада жойлашган  $S$  манбадан чиқаётган нур билан ёритсак  $S_1$  ва  $S_2$  тешиклар иккиламчи тўлқинлар манбасига айланиб қолади. Кўриб турибдики,  $S$  дан чиқаётган тўлқинлар фазасида қандай ўзгаришлар юз берса, бу ўзгаришлар  $S_1$  ва  $S_2$  лардан тарқаётган иккиламчи тўлқинларда ҳам параллел равишда юз беради, демак фазалар фарқи ўзгармай қолаверади. Демак, 9.1 расм



бу тўлқинлар ўзаро когерент бўлиб қоладилар. Бу усулни инглиз олими Юнг топган. Иккинчи услубни француз физиги Френель қўллаган.



9.2 расм

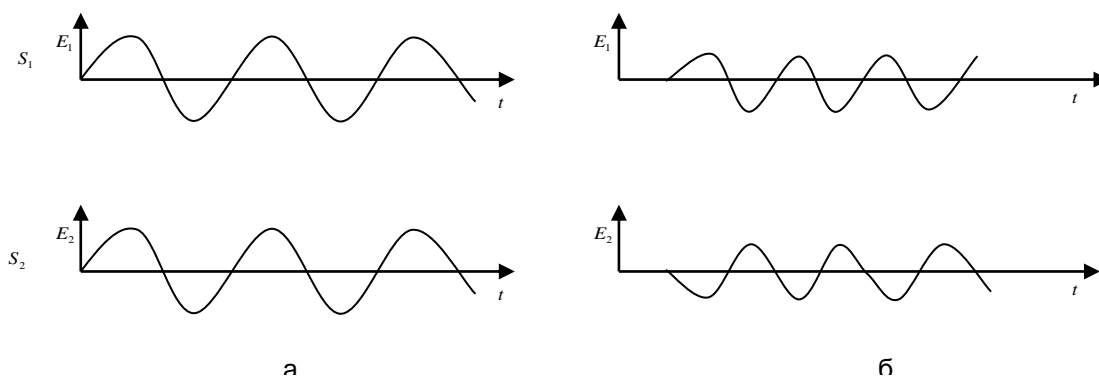
9.2-расмда бир-бирига нисбатан  $\alpha$  бурчак остида жойлашган икки кўзгу келтирилган.  $S$  манба бу кўзгуларда ўзининг  $s_1$  ва  $s_2$  тасвирини ҳосил қилади. Бу тасвирлар икки когерент манба бўлиб қолади. Улардан тарқаган икки нур Р нуктада учрашса интерференция кузатилиши мумкин. Лекин интерференция натижаси икки тўлқиннинг йўл фарқи  $\Delta l$  га боғлиқ бўлади. Агар  $\Delta l = PS_2 - PS_1$  масофада ярим тўлқин узунликлардан жуфт сони жойлашса, у ҳолда Р нуктада интерференция максимуми кузатилади:

$$\Delta l = n\lambda = 2n \frac{\lambda}{2} \quad \text{максимум шарти.} \quad (9.1)$$

Агар  $\Delta l$  масофада ярим тўлқин узунликлардан тоқ сони жойлашса минимум кузатилади:

$$\Delta l = (2n + 1) \frac{\lambda}{2} \quad \text{минимум шарти} \quad (9.2)$$

бу ерда  $n = 0, 1, 2, \dots, \lambda$  - тўлқин узунлиги. Нима учун шундай бўлади. 9.3-расмда Р нуктага  $s_1$  ва  $s_2$  манбалардан етиб келган икки тўлқиннинг вақтга боғлиқлик графиги келтирилган.



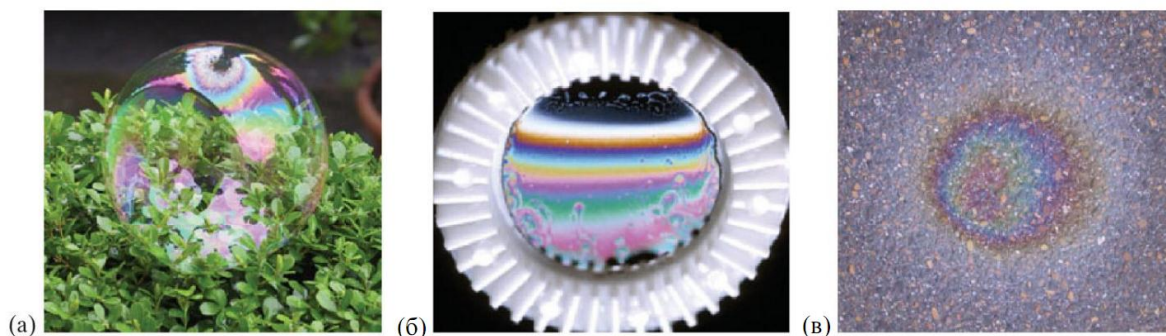
9.3 расм

9.3.а-расмда икки тўлқиннинг исталган  $t$  вақтдаги фазалар фарқи нолга тенг эканлиги (электр майдон ишорасининг бир хиллиги) кўрииб турибди, бундай тўлқинлар қўшилса бир-бирини кучайтиради. Бу ҳол  $\Delta l$  масофада ярим тўлқин узунлик жуфт сон марта жойлашсагина юз бериши мумкин.

9.3.б-расмда Р нуктага етиб келган икки тўлқиннинг фазалар фарқ  $180^\circ$  га тенг холи кўрсатилган. Бошқча айтганда, бу икки тўлқиннинг электр майдон кучланганликлари исталган вақтда бир-бирига тенг ва қарама-қарши ишорали бўлишини билдиради. Бундай тўлқинлар қўшилса бир-бирини сусайтириб нол натижани беради. Бу ҳол  $\Delta l$  масофада ярим тўлқин узунлик тоқ сон марта жойлашганда юз беради.

## Юпқа пардада интерференция

Ёруғлик интерференциясини совун пуфакчасидан ва сув юзасидаги ёғ ёки бензин юпқа пленкасида қайтган ёруғликнинг турли рангларда кўриниши сигнари кундалик ҳодисаларда кузатиш мумкин (24-29 расм). Бу ва бошқа ҳоллардаги ранглар юпқа парда иккита юзасидан қайтган ёруғлик интерференция натижаси ҳисобланади. Бу эффект парданинг қалинлиги ёруғлик тўлқин узунлиги тартибида бўлганда кузатилади. Агар парда қалинлиги ёруғлик тўлқин узунлигидан катта бўлса бу эффект ранглари аралашганга ўхшаб кўринади.



**9-4 Расм.** Юпқа пардадаги ёруғлик интерференцияси: (а) совун пуфаги, (б) совунли сув аралашмасининг юпқа пардаси, (в) нам йўлкадаги ёғнинг юпқа пардаси

Юпқа пардада ёруғлик интерференцияси рўй беришини кузатишда сув силлик қатлами устида жойлашган сувнинг синджириш кўрсаткичига нисбатан синдириш кўрсаткичи кичик бўлган бошқа модданинг маҳсус юпқа қатлами қаралади. Тушувчи ёруғликни монохроматик ёруғлик деб фараз қиламиз. Тушувчи ёруғликнинг бир қисми қатламнинг ташқи юзасидан ва ёруғликнинг қолган қисмини ички юзадан қайтади. Ички қатлам юзасидан қайтган ёруғлик қатламдан икки марта ўтади. Агар ушбу йўллар фарқи пленкадаги бир ёки бир нечта тўлқин узунликларига тенг бўлса, у ҳолда иккита тўлқин кузатувчи кўзида интерференциялашади. Бундан пленка АС соҳа юзасида ёруғ соҳа пайдо бўлади.

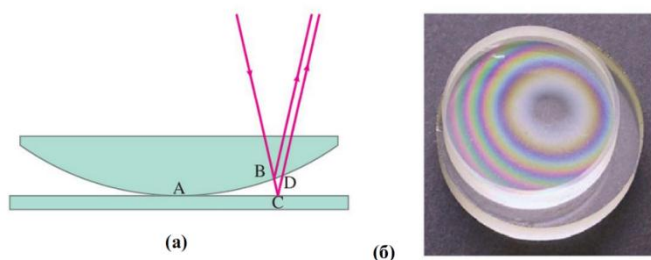
Оқ ёруғлик дастаси бу каби пленкага тушганда битта тўлқин узунлик учун АВС йўллар фарқи  $\lambda_n$  (ёки  $m\lambda_n$ ,  $m$  бутун сон) кузатиш бурчаги берилади.  $\lambda$  тўлқин узунлигига мос келувчи ранг жуда ёруғ бўлиб кўринади. Агар тушувчи ёруғли бурчаклари бир-биридан кам фарқ қилса, АВС йўллар фарқи мос равишда қисқа ва узун бўлади ва турли ранглар интерференциялашади. Шундай қилиб, оқ ёруғлик чиқарувчи кенг манба учун галма-гал келувчи ёруғ ранглар серияси бўлиб кўринади. Парда қалинлигини ўзгартириш орқали йўллар фарқини ҳам ўзгартириш мумкин, шунинг учун рангли ёруғли катта миқдорда қайтади.

## Ньютон ҳалқалари

Шиша пластинкага қўйилган шишанинг эгри юзаси 24-31 расмда келтирилгандек оқ ёруғлик ёки монохроматик тўлқинлар билан ёритилганда

кузатиш нуқтасида концентрик ҳалқалар серияси кузатилади. Бу ҳалқалар Ньютон ҳалқалари деб номланади ва улар ҳаво билан ажратилган шишаларнинг юзаларидан қайтган нурларнинг интерференцияланишига асосланган. Бу ҳаво бўшлиғининг қалинлиги шишалар бирлашган марказий нуқтадан уларнинг чекка нуқталарига томон ортиб боради ва шиша юзаларидан қайтувчи тўлқинлар учун қўшимча йўл узунликка эга бўлади. У  $0, \frac{1}{2}\lambda, \frac{3}{2}\lambda, 2\lambda$  ларга тенг бўлиб бу интерференцион максимум ва минимумларга мувофиқ келади; ва 9-5б расмда кўрсатилгандек ёрқин рангли ҳалқалар сериясини ортиб боришини кўрсатади. Кузатилаётган ҳалқалардаги ранглар интерференцион максимумга мос келади; бу ҳалқаларда бошқа ранглар тўлиқ ёки қисман интерференцион минимумга мос келади. (Агарда монохроматик ёруғликдан фойдаланилса, ҳалқалар навбатма-навбат жойлашган ёрқин ва қоронғу ҳалқалардан иборат бўлади).

Иккала шиша бирлашган нуқта 9-5б расмда кўрсатилгандек қоронғу доира шаклида бўлади. Бунда йўллар фарқи нолга тенг бўлгани учун, бизнинг дастлабки таҳлилларимиздагидек ҳар бир юзадан қайтган ёруғлик бир хил фазали бўлиб, марказий соҳа ёрқинлиги нолга тенг. Бироқ қоронғу соҳа, иккита тўлқинлар фазалари қарама-қарши бўлишини англатади. Бунинг рўй бериши фақатгина



**9-5 Расм.** Ньютон ҳалқалари. (а) ҳаво бўшлиғи билан ажратилган иккита пластинка ички юзаларидан қайтган ёруғлик интерференция-лашади. (б) Оқ ёруғликдан фойдаланиб олинган интерфе-

ренцион манзара фотосурати.

Бунда қайтган тўлқинлар фазалари  $180^\circ$  га ёки  $\frac{1}{2}\lambda$  йўллар фарқига эга бўлади. Ҳақиқатан, бу ва бошқа тажрибаларда юзага нормал тушувчи ёруғлик дасталари тарқалувчи муҳит синдириш кўрсаткичидан синдириш кўрсаткичи катта бўлган муҳитга тушганда фазаси  $180^\circ$  га ёки  $\frac{1}{2}$  даврга ўзгаради; 24-32 расмда кўриш мумкин. Бу фаза ўзгариши  $\frac{1}{2}\lambda$  йўллар фарқи сингари таъсир кўрсатади. Агар муҳит синдириш кўрсаткичи ёруғлик тарқалувчи муҳитниқидан кичик бўлса, у ҳолда фаза ўзгариши рўй бермайди.

### **ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР**

Когерент нурлар тушунчаси, ёруғлик интерференцияси, ёруғликнинг оптик йўл фарқи, интерференцион максимум шарти, интерференцион минимум шарти, вақтий когерентлик, масофавий когерентлик.

## **HA3OPAT CАBOLLAPИ**

1. Когерентманбалардебнимагаайтилади.
2. Ўзарокогерентнурларқандайхусусиятларгаэга.
3. Интерференция ҳодисасинитушунтирнг.
4. Интерференция  
ҳодисасинитажрибадаҳосилқилишусулларига мисолларкелтирнг.
5. Нурларқўшилишда максимум шартиниизоҳланг.
6. Нурларқўшилишда минимум шартиниушунтирнг.
7.  
Иккитакогерентманбаларданчиқаётганнурларнингўлфарқикандайаниқланади.

## **Адабиётлар**

# *ЁРУҒЛИК ИНТЕРФЕРЕНЦИЯСИ*

**Маъруза режаси:**

- 1. Ёруғлик интерференцияси**
- 2. Когерент ёруғлик манбаларини олиш усуллари**
- 3. Интерференциянинг максимум ва минимум шартлари**
- 4. Френель кўзгулари**

## Ёруғлик интерференцияси. Когерент тўлқинлар.

Механика қисмида биз сув устида тарқалаётган тўлқинларнинг интерференцияси билан танишган эдик. Агар икки тўлқин ўзаро учрашиб бир бирини кучайтирса ёки сусайтирса бундай тўлқинларни когерент тўлқинлар деб атаган эдик. Бундай хосса ёруғлик тўлқинларида ҳам бўлиши мумкин. Бу фикр кейинчалик ХУП асрда тасдиқланди.

24-5 РАСМ (а) Юнгнинг икки – тирқишли тажрибаси. (b) Агар ёруғлик кичик зарралардан ташкил топган бўлса, биз тирқишлар орқасидаги деворда иккита ёруғ чизиқларни кўришимиз мумкин бўлади. (c) Ҳақиқатки қўп чизиқлар кўзатишган. Тирқишлар ва уларнинг тарқалиши жуда кичик бўлиши керак.



## Интерференция – Юнгнинг икки тирқишли тажрибаси

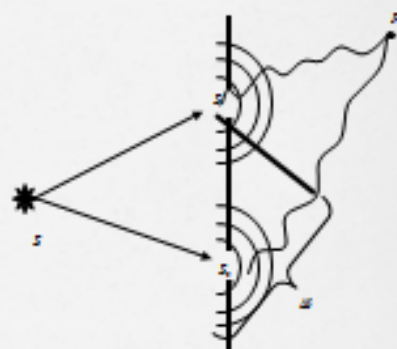
1801 йилда, Инглиз миллатидан бўлган Томас Юнг (1773-1829) ёруғликнинг тўлқин табиати ҳақида ишонарли далилни қўлга киртди ва хаттоки қўзга кўринувчи нурнинг тўлқин узунлигини ўлчай олишга муваффақ бўлди. 24-5а расмда Юнгнинг машҳур икки тирқишли тажрибасининг схематик диаграммаси кўрсатиб берилган.



Ягона манбадан ёруғлик олиш учун Юнг қуёшнинг жуда кичик тирқиш орқали ўтиб, дераза ойнасига тушган нурларидан фойдаланди. Бу параллел нурларнинг ёруғлиги девордаги ёпиқ юзали  $S_1$  ва  $S_2$  тирқишларга тушади. (Тирқишлар ва уларнинг бўлиниши жуда ингичка бўлиб, ёруғликнинг тўлқин узунлигидан унчалик катта эмас.) Агар ёруғлик кичик зарралардан ташкил топган бўлса, биз тирқишлар орқасидаги деворда иккита ёруғ чизиқларни кўришимиз мумкин бўларди (b). Лекин бунинг ўрнига бир қанча ёруғ чизиқлар (c) расмдаги каби кўринади. Бу натижани Юнг тўлқин-интерференцияси ҳодисаси деб изоҳлаб бера олган.

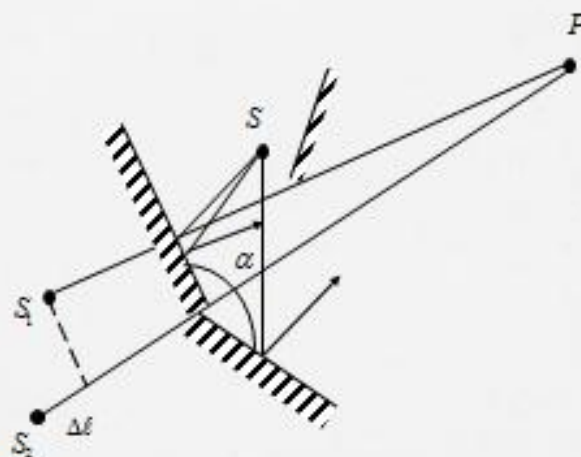
### Ёруғлик интерференциясини ҳосил қилиш усуллари.

Агар экрандаги икки ва кичик тешикларни  $S_1$  улардан  $S_2$  маълум масофада жойлашган  $S$  манбадан чиқаётган нур билан ёритсак  $S_1$  ва  $S_2$  тешиклар иккиламчи тўлқинлар манбасига айланиб қолади. Кўриб турибдики,  $S$  дан чиқаётган тўлқинлар фазасида қандай ўзгаришлар юз берса, бу ўзгаришлар  $S_1$  ва  $S_2$  лардан тарқаётган иккиламчи тўлқинларда ҳам параллел равишда юз беради, демак фазалар фарқи ўзгармай қолаверади.



9.1 расм

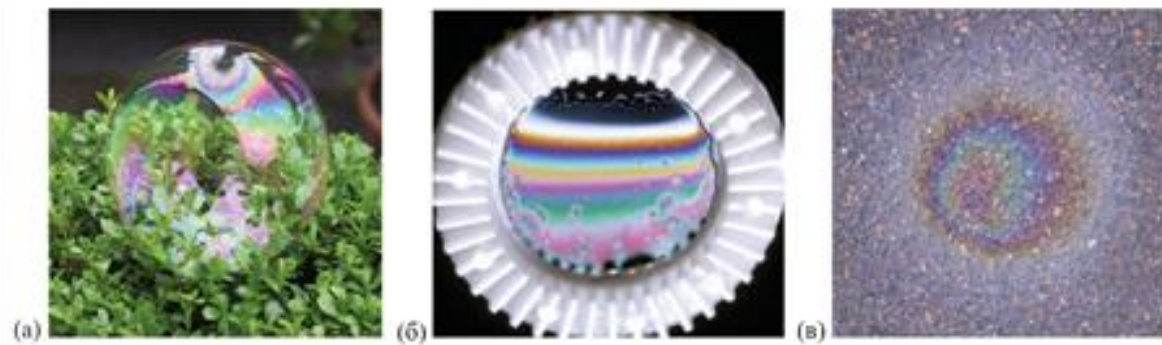
Демак, бу тўлқинлар ўзаро когерент бўлиб қоладилар. Бу усулни инглиз олими Юнг топган. Иккинчи услубни француз физиги Френель қўллаган.



9.2 расм

### Юпқа пардада интерференция

Ёруғлик интерференциясини совун пуфакчасидан ва сув юзасидаги ёғ ёки бензин юпқа пленкасида қайтган ёруғликнинг турли рангларда кўриниши сигнари кундалик ходисаларда кузатиш мумкин (9-4 расм). Бу ва бошқа ҳоллардаги ранглар юпқа парда иккита юзасидан қайтган ёруғлик интерференция натижаси ҳисобланади. Бу эффект парданинг қалинлиги ёруғлик тўлқин узунлиги тартибида бўлганда кузатилади. Агар парда қалинлиги ёруғлик тўлқин узунлигидан катта бўлса бу эффект ранглари аралашганга ўхшаб кўринади.

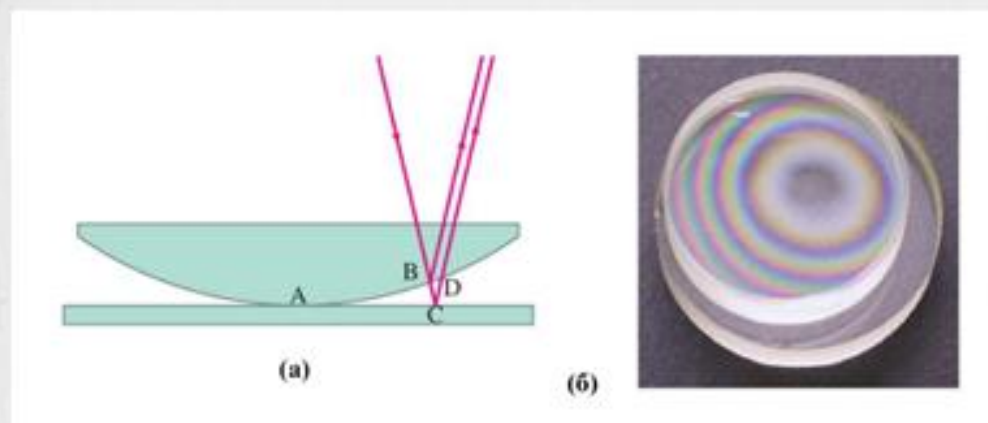


**9-4 Расм. Юпқа пардадаги ёруғлик интерференцияси: (а) совун пуфаги, (б) совунли сув аралашмасининг юпқа пардаси, (в) нам йўлкадаги ёғнинг юпқа пардаси**

Юпқа пардада ёруғлик интерференцияси рўй беришини кузатишда сув силлиқ қатлами устида жойлашган сувнинг синдириш кўрсаткичига нисбатан синдириш кўрсаткичи кичик бўлган бошқа модданинг маҳсус юпқа қатлами қаралади. Тушувчи ёруғликни монохроматик ёруғлик деб фараз қиламиз. Тушувчи ёруғликнинг бир қисми қатламнинг ташқи юзасидан ва ёруғликнинг қолган қисмини ички юзадан қайтади. Ички қатлам юзасидан қайтган ёруғлик қатламдан икки марта ўтади. Агар ушбу йўллар фарқи пленкадаги бир ёки бир нечта тўлқин узунликларига тенг бўлса, у ҳолда иккита тўлқин кузатувчи кўзида интерференциялашади. Бундан пленка АС соҳа юзасида ёруғ соҳа пайдо бўлади.

## Ньютон ҳалқалари

Шиша пластинкага қўйилган шишанинг эгри юзаси 9-5 расмда келтирилгандек оқ ёруғлик ёки монохроматик тўлқинлар билан ёритилганда кузатиш нуқтасида концентрик ҳалқалар серияси кузатилади. Бу ҳалқалар Ньютон ҳалқалари деб номланади ва улар ҳаво билан ажратилган шишаларнинг юзаларидан қайтган нурларнинг интерференцияланишига асосланган. Бу ҳаво бўшлиғининг қалинлиги шишалар бирлашган марказий нуқтадан уларнинг чекка нуқталарига томон ортиб боради ва шиша юзаларидан қайтувчи тўлқинлар учун қўшимча йўл узунликка эга бўлади.



9-5 Расм. Ньютон ҳалқалари. (а) ҳаво бўшлиғи билан ажратилган иккита пластинка ички юзаларидан қайтган ёруғлик интерференциялашади. (б) Оқ ёруғликдан фойдаланиб олинган интерференцион манзара фотосурати.

## Амалий машғулот материаллари

### Ёруғликинтерференцияси

#### Масалаечишнамуналари

##### 1 Масала. Иккитирқишинтерференцияси учунчизиклар оралиги

Экран 0.100мм бўлганикитирқишдан ташкил топган, кўриш экранидан 1.20 м масофада. Ёруғлик тўлқин узунлиги  $\lambda = 500$  нм бўлиб узоқ манбадан тирқишларга тушади. Тахминан бир-биридан қанча узоқликда қўшни ёрқин интерференция чизиклари экранда бўлади?

##### Ечими:

$d = 0.100$  мм  $= 1.00 \times 10^{-4}$  м.  $\lambda = 500 \times 10^{-9}$  ва  $l = 1.20$  м берилган, биринчи тартибли чизик ( $m=1$ ) куйида берилган  $\theta$  бурчагида мавжуд бўлади:

$$\sin\theta_1 = \frac{m\lambda}{d} = \frac{(1)(500 \times 10^{-9} \text{ м})}{1.00 \times 10^{-4} \text{ м}} = 5.00 \times 10^{-3}$$

Бужуда ҳамкичик бурчак,  $\theta$  радианда олган холда  $\sin\theta \approx 0$  деб оламиз. Биринчи тартибли чизик, экран марказдан  $x_1$  масофа бандликда пайдо бўлади.

$x_1 = \tan\theta_1 \approx \theta_1$  каби берилган, шунинг учун:

$$x_1 \approx l\theta_1 = (1.20 \text{ м})(5.00 \times 10^{-3}) = 6.00 \text{ мм}$$

Иккинчи даражали чизик ( $m=2$ ):

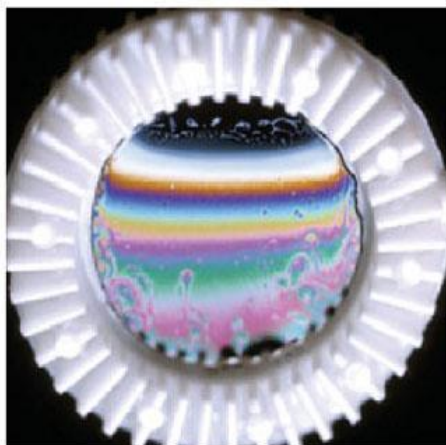
$$x_2 \approx l\theta_2 = l \frac{2\lambda}{d} = 12.0 \text{ мм}$$

Марказдан узоқликда ҳосил бўлади. Шундай қилиб кичик-тартибли чизиклар бир-биридан 6.00 мм узоқликда бўлади.

**2 Масала. Совун пуфакчаси пардасининг қалинлиги.** Совун пуфакчаси кузатувчига яқин олди сиртидаги нуқтасида яшил ( $\lambda = 540$  нм) бўлиб кўринди. Совун пуфакчасининг кичик пардаси қалинлиги қанча? Синдириш кўрсаткичи  $n = 1,35$  деб олинг.

**Ёндашиш.** Ёруғлик кузатувчи яқинида сферик сиртдаги нуқтадан перпендикуляр қайтади деб фараз қиламиз, 24-34 Расм. Ёруғлик нурлари кўрсатилганидек совун пуфаги пардаси ички сиртидан ҳам қайтмоқда. Бу иккала қайтган нурларнинг йўллар фарқи  $2t$  га тенг, бу ерда  $t$  пуфакча пардаси қалинлиги. Биринчи (ташқи) сиртдан қайтган ёруғлик фазасининг  $180^\circ$  га ўзгаришига олиб келади, иккинчи (ички) сиртдан қайтганиники эса ўзгармайди. Интерференция максимуми учун қалинлик  $t$  ни аниқлаш учун совун ( $n = 1,35$ ) учун тўлқин узунликини қўллаймиз.

24-296 Расм (Такрор)



**Ечим.** Фақат битта сиртда фазанинг  $180^\circ$  га ўзгариши  $\frac{1}{2}\lambda$  йўллар фарқига эквивалент. Шунинг учун минимум йўллар фарқи  $\frac{1}{2}\lambda_n$  тенг бўлганда яшил нур ёрқин бўлади. Бундан  $2t = \lambda_n/2$ ,

$$t = \frac{\lambda_n}{4} = \frac{\lambda}{4n} = \frac{(540 \text{ нм})}{(4)(1,35)} = 100 \text{ нм}$$

Бу энг кичик қалинлик.

**Изоҳ.** Бу кичик қалинликда кўк (450 нм) ва қизил (600 нм) нурлар ҳам яққол кучаювчи бўлиб қайтади, шунинг учун пуфакча деярли оқ бўлиб кўринади. Яшил ранг ғоят эҳтимол билан кейинги қалинликда кўринади ва бу кучаювчи интерференцияни беради,  $2t = 3\lambda/2n$ , сабаби бошқа ранглар сўндирувчи интерференция ҳисобига сусаяди. У ҳолда қалинлик  $t = 3\lambda/4n = 300$  нм бўлади. Шунини таъкидлаш керакки яшил ҳавода кўринади, шунинг учун  $\lambda = 540$  нм ( $\lambda/n$  эмас).

### Мустақил ечиш учун масалалар

1. Ботиксфериккузгунингэгриликрадиуси20 см. Кўзгудан30 смузоқликдабаландлиги1 смбўлганбуюмқўйилган. Тасвирнингвазиятивабаландлигитопилсин.
2. Баъзишишанавларинингқизилвабинафшанурларучунсиндиришкўрсаткичи 1,51 ва1,53 гатенг. Бунурлар шиша-ҳавочегарасигатушгандатўлаичкиқайтиш лимит бурчакларитопилсин.
3. Юнг тажрибасидатиркишгатушаётгантулкинузунлиги  $5 \cdot 10^{-7}$  м бўлганкўкёруғликнури, тўлкинузунлиги  $6,7 \cdot 10^{-7}$  м бўлганқизилёруғликнурибиланалмаштирилса, интерференционйўлларорасидагимасофанеча марта ўзгаради?
4. Френель бипризмасидаўтказилаётгантажрибадаманбанингмавҳумтасвирлариорасидагимасофа $d=5 \cdot 10^{-4}$  м,экрангачабўлганмасофа $l = 5$  м га тенг. Агарбипризмагатушаётганнурнингтўлқин узунлиги $\lambda = 6,5 \cdot 10^{-7}$  м бўлса, экрандахосилбўлганинтерференционйўлларорасидаги $\Delta x$  масофатопилсин.
5. Совунпардасига ( $n = 1,33$ )  $60^\circ$  бурчакостидаоқёруғликнуриутушмоқда. Совунпардасинингқалинлигинингқандайқийматидаунданқайтганёруғликнури қизил ( $\lambda = 6,5 \cdot 10^{-7}$  м) ранггабўялади?
6. Ньютон халқаларинихосилқиладиганқурилмамонохроматикёруғликбиланёритилмоқда а. Кузатишқайтганёруғликдаолибборилмоқда. Икки қўшниқорахалқаларнинградиусларимосравишда $r_k = 4$  ммва $r_{k+1} = 4,38$  мм. Линзанингэгриликрадиуси $R = 6,4$  м. Халқаларнингтартибномерлариватушаётганёруғликнингтўлқинузунлигитопилсин.
7. Қайтганёруғликдакузатилаётганиккинчиваучинчи Ньютон халқалариорасидагимасофа $l = 3$  мм га тенгбўлса, ўнинчиваўнбиринчихалқаларорасидагимасофатопилсин.

## Ёруғлик интерференцияси мавзусидан тарқатма материаллар

1.

**Интерференцион эффект фазони бир нуқтасида икки ва ундан ортиқ тўлқинларнинг баравар келишига боғлиқ.**

**Кучаювчи интерференция,** қачонки фазаси ва тўлқин узунлиги бир хил бўлган тўлқинлар қўшилса: бир вақтнинг ўзида бир тўлқиннинг дўнги бошқа тўлқин(лар) дўнги билан мос келса. Кейин тўлқинларнинг амплитудалари каттароқ амплитуда шаклига катталашади. Кучаювчи интерференция, қачонки йўллар фарқи тўлиқ битта тўлқин узунлигига ёки бирор бутун сонга қаррали тўлиқ тўлқин узунлигига:  $1\lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots$  тенг бўлганда содир бўлади.

**Сўндирувчи интерференция,** қачонки бир вақтнинг ўзида бир тўлқиннинг дўнги бошқа тўлқин(лар) чуқурчаси билан мос келса содир бўлади. Амплитудалар қўшилади, бироқ улар қарама-қарши ишорали, шунинг учун агар уларнинг амплитудалари тенг бўлса тўлиқ амплитуда нолгача камаяди. Сўндирувчи интерференция фазалар фарқи ярим тўлқин циклига фарқ қилса ёки йўллар фарқи тўлқин узунликлари ярим бутун сонга қаррали бўлса содир бўлади. Шундай қилиб, агар фазалари мос келмайдиган иккита бир хил ярим тўлқин узунлиги ёки  $(m + 1/2)\lambda$  даги тўлқинлар қўшилса тўлиқ амплитуда нолга тенг бўлади, бу ерда  $m$  бутун сон.

2.

**Яшиллазердан таралаётган ва 530 нм тўлқин узунлигига тенг бўлган ёруғлик кикитирқишлитўсиқдан ўтказилди. Тўсиқдаги тирқишлар орасидаги масофа 400 нм. Тирқишлар қаршисида жойлашган экрандаги интерференцион манзара 24-55 расмда кўрсатилган. Агар  $A$  нуқта иккала тирқишдан ҳам бир хил масофада жойлашган бўлса,  $B$**

## 2.3. Ёруғлик интерференцияси мавзусидан кейс

### Асосий тушунчалар

**Кейс-стади** (инглизча *case* - тўплам, аниқ вазият, *stadi* -таълим) - кейсда баён қилинган ва таълим олувчиларни муаммони ифодалаш ҳамда унинг мақсадга мувофиқ тарздаги ечими вариантларини излашга йўналтирадиган аниқ реал ёки сунъий равишда яратилган вазиятнинг муаммоли-вазиятли таҳлил этилишига асосланадиган *таълим услубидир*.

### Педагогик аннотация

**Берилган кейснинг мақсади:** Талабаларнинг “Ёруғлик интерференцияси” мавзуси бўйича билим ва кўникмаларини ривожлантириш, ўтилган мавзуларга оид билимларини текшириб кўришдан иборат.

### Кутилаётган натижалар:

- Ўрганилаётган мавзу бўйича назарий билим ва кўникмалари ошади;
- Ёруғлик интерференцияси мавзуси бўйича асосий тушунчаларга эга бўладилар;
- Талабалар фаолиятини мавзуни мустақил ва ижодий ўзлаштиришга йўллаш, билиш фаолиятини босқичма-босқич ташкил этиш;
- Асосий ғояни ажратиш, мантиқий фикр юритиш, фикрни баён этиш ва асослаш кўникмалари, нутқ ва мулоқотга киришишга эришиш;
- Талабаларнинг физик билимларини ўзлаштириш самарадорлигини орттириш.

**Кейсни муваффақиятли бажариш учун талаба куйидаги билимларга эга бўлиши лозим:**

- Ёруғлик интерференцияси хақида тасаввурга эга;
- Намойиш экспериментидан фойдаланиш малака ва кўникмалари шакланган;



- Намойиш эксперименти орқали очиладиган фундаментал асосий тушунчалар шаклланган.

## **КЕЙС**

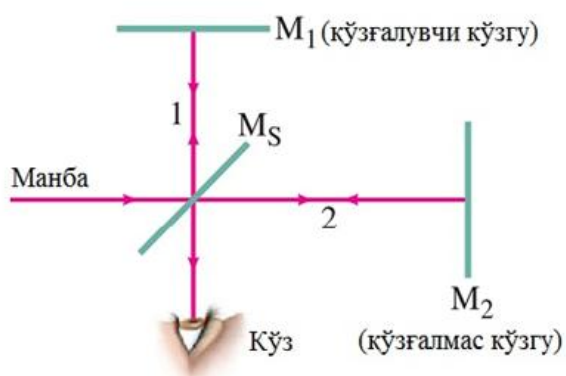
### **Ёруғлик интерференцияси**

#### **КИРИШ**

#### **Майкелсон интерферометри**

Майкелсон интерферометри тўлқин интерференциясини ўз ичига олувчи фойдали инструмент ҳисобланиб (24-37 расм), америкалик Альберт А. Майкелсон томонидан кашф қилинган. Бирламчи нуқтавий ташқи манбадан монохроматик ёруғлик кўрсатилгандек ярим кумушланган  $M_S$  кўзгуга тушмоқда. Нурни бўлувчи бу  $M_S$  кўзгу унга тушган ёруғликни ярмини қайтарувчи юпка кумуш қатламига эга, бундан нурнинг ярми кўзғалмас  $M_2$  кўзгуга

**24-37 Расм** Майкелсон интерферометри.



тушади. Қолган ярми  $M_S$  дан  $M_1$  кўзғалувчи кўзгуга (майда резъбали винт билан) қайтади, бу ердан яна ортга қайтади. Нурнинг 1 қисми  $M_S$  кўзгунинг тепа қисмидан қайтиб датчикка ёки кўзга тушади; нурнинг 2 қисми эса  $M_S$  кўзгунинг пастки қисмидан қайтиб кўзга тушади. Агар иккаласининг йўллари бир хил бўлса кўзга тушаётган иккита когерент нурлар кучаювчи интерференциялашади ва ёрқин бўлиб кўринади. Агар кўзғалувчи  $\lambda/4$  масофага сурилса 1 нур қўшимча  $\lambda/2$  масофани босиб ўтади (чунки нур

$\lambda/4$  масофани бориб келиб икки марта босиб ўтади). Бу вазиятда икки нур сўндирувчи интерференциялашади ва қоронғилик кўринади.  $M_1$  кўзгу яна узокрокқа сурилиши билан яна ёрқинлик қайтади (йўллар фарқи  $\lambda$  га тенг), кейин яна қоронғулик ва ҳоказо.

**Тавсия этилаётган кейсни ечиш учун қуйидаги натижаларга эришишга имкон берилади:**

- Ўзлаштирилган мавзу бўйича билимларни мустаҳкамлаш;
- Мантикий фикрлашни ривожлантириш;
- Талабанинг ўқув ахборотини ўзлаштириш даражасини текшириб кўриш.

### Топширик:

1. “Ёруғлик интерфернкцияси” мавзуси бўйича “Муаммоли вазият” жадвалини тўлдилинг.
2. Ушбу мавзу бўйича маълумотларни жадвал кўринишида таснифланг.

### КЕЙСОЛОГНИНГ ЖАВОБ ВАРИАНТИ

#### “Муаммоли вазият” жадвалини тўлдилинг

Т/ р	Вазиятдаги муаммолар тури	Муаммоли вазиятнинг келиб чиқиш сабаблари	Муаммоли вазиятнинг ечими
1	Агар Майкелсон интерферометрида 589-нм ёруғликнинг 680 та чизиғи санок чизиғидан ўтса, $M_1$ кўзгу қанча узоқликда жойлашиши лозим?		
2	Силжий оладиган кўзгу 0,125 нм га силжиганда 362 та ёруғ чизиқ ҳосил бўлди. Интерферометрга тушаётган ёруғликнинг тўлқин узунлиги нимага тенг?		
3	Майкельсон интерферометрнинг ҳаракатланувчи кўзгусига ўрнатилди. Агар микрометр ингичка метал фолгада пастга тортилса, ёрқин чизиқлар сони бўш микрометр билан солиштирганда 296 га тенг. Фолганинг қалинлиги қанча? Ёруғликнинг тўлқин узунлиги 589 нм.		