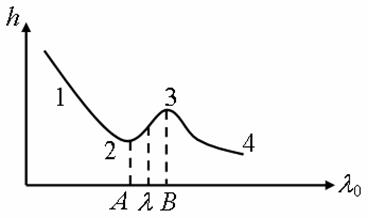
**8-lekciya. Jaqtılıq dispеrsiyası hám polyarlanıwı.**

**Reje:**

1. Jaqtılıqtıń jutılıwı hám shashırawı.
2. Jaqtılıqtıń polyarlanıwı.
3. Jaqtılıqtıń eki ortalıq shеgаrаsınаn shaǵılısıwı hám sınıwındaǵı polyarlanıwı.
4. Qos nur sınıwı.
5. Polyarlanıw tegisliginiń burılıwı.
6. **Jaqtılıqtıń jutılıwı hám shashırawı. Jaqtılıqtıń polyarlanıwı.**

         Denege aq nur túskende, ol bólek uzınlıqtaǵı tolqınlardı jutıp,  sol tolqın uzınlıǵı átirapında sınıw kórsetkishiniń tolqın uzınlıǵına baylanıslı túrde artıwın hám anomal dispersiyanıń baqlanıwın támiyinleydi  (1-súwret) .

         Jaqtılıqtı jutıwshı deneden ótken nurlardı spektrge ajratsaq,  hár túrli reńli fonda qara sızıqlar hám jutılǵan nurlar tolqın uzınlıǵına tiyisli keńlew tarawlar baqlanadı. Bunday sızıqlar kompleksi deneniń **jutılıw spektrin** beredi.



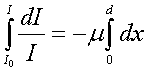
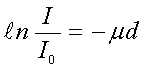
**1-súwret. Deneniń jutılıw spektri**

         I jedellikdegi monoxromatik jaqtılıq  dx  qalıńlıqtaǵı jutıwshı qatlam betine perpendikulyar túrde túsip atırǵan bolsın.

         Qatlamnıń basqa tárebinen jaqtılıq  I-dI  jedellik penen shıqsın. Júdá juqa qatlam ushın jedellik azayıwı qatlam qalıńlıǵı hám baslanǵısh jedellikke tuwrı proporcional bolıp tabıladı

clip_image109

Bul jerde clip_image111.egerde qatlam qalıńlıǵı  d  úlken bolsa, onı juqa qatlamlar kompleksi dep esaplap,  jedellik ózgeriwdi  I0  den  I  ge shekem,  qalıńlıqtı bolsa,  0 den  d  ge shekem integrallaymız

  ;    

Natural logarifmnen ápiwayı sanlarǵa ótsek tómendegi ańlatpaǵa

clip_image117   yaki    clip_image119

iye bolamız. Bul  **Buger-Lambert nızamı**  dep ataladı. Bul jerde μ-berilgen zattıń jaqtılıqtı jutıw koefficienti bolıp tabıladı hám ol  tolqın uzınlıǵınıń funkciyası bolıp tabıladı:

clip_image121

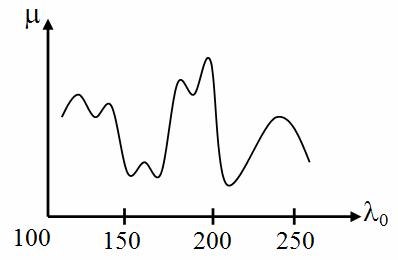
Boyalǵan aralaspalar ushın k aralaspalar koncentrasıyasına proporcional bolıp tabıladı

clip_image123

hám bul halda Buger-Lambert nızamı tómendegishe kóriniste jazıladı:

clip_image125    ,                                  (1.1)

jutılıw koefficientiniń tolqın uzınlıǵına ǵárezliligi grafik kóriniste 2- súwretde xlorlı ceziy elementi ushın súwretlengen.



**2-súwret. Xlorlı ceziy elementiniń jutılıw spektri**

Bul súwretde spektrdiń ul'trafiolet bólegi  súwretlengen. Iymek sızıq shıńları jutılıw tarawlarına tiyisli bolıp tabıladı.

         Móldir denelerde,  spektrdiń kózge kórinetuǵın bóleginde,  jutılıw tarawları bolmaydı,  ultrafiolet hám infraqızıl tarawlarında jutılıw baqlanadı.  Jaqtılıq spektriniń kózge kórinetuǵın bóleginde jutılıw tarawları deneniń renin ańlatadı. Mısalı,  qızıl shiyshe qızıl nurlardı derlik jutpaydı hám qalǵan nurlardı jaqsı jutadı. Sol sebepli,  qızıl shiysheni aq nur menen jaqtırtsaq qızılǵa qusaydı,  jasıl nur menen jaqtırtsaq qara,  yaǵnıy  móldir emesligin kórsetedi.

         Metallar,  kóp erkin elektronlarǵa iye bolǵanı ushın,  jaqtılıqtı kúshli jutadı,  elektronlar bolsa jaqtılıq tolqınınıń ózgermeli elektr maydanı tásirinde,  amplitudası úlken bolǵan terbelmeli háreketke keledi. Elektronlardı terbelmeli háreketke keltiriw ushın zárúr bolǵan energiya,  jaqtılıq tolqınınıń energiya rezervinen sarplanadı. Biraq terbelip atırǵan elektronlar da sol jiyiliklerde tolqın nurlatadı,  bul bolsa jaqtılıqtıń shaǵılısıwına sebep boladı.

         Solay etip,  metallar jaqtılıqtı kúshli jutadı hám kúshli shashıratadı. Yarımótkizgishler jaqtılıqtı kemrek jutadı,  dielektrikler bolsa onnan da kem jutadı.

         Jaqtılıq tolqınlarınıń, ortalıq atomları elektronları menen óz-ara tásirlesiwinde,  elektronlar terbelmeli háreketke kelip jaqtılıq shıǵaradı. Tábiyiy nurlarda terbelislerdiń barlıq baǵıtları teń itimallı bolǵanlıǵı ushın,  atomlar shıǵarıp atırǵan jaqtılıq barlıq baǵıtlarda shashıratılıwı múmkin. Egerde ortalıq atomları bir tekis bólistirilgen bolsa,  shashıraǵan nurlar kogerent boladı hám interferenciya sebepli bir-birin joqqa shıǵaradı. Bul halda ortalıq optik tárepten bir tekli bolıp,  nurlardı shashıratpaydı.

        Egerde, ortalıqta bóleksheler tártipsiz bolsa, ol halda,  olar shashıratqan jaqtılıq kogerent emes bolıp tabıladı hám shashıraw barlıq táreplerde orınlı boladı. Biraq,  ámelde,  ximiyalıq bir tekli bolǵan ortalıq molekulaları da,  ıssılıq háreketi hám tártipsiz payda bolǵan geweklik yamasa siyreklikler esabına nur shashıratadı.

        Egerde,  bir tekli bolmaǵan geweklik yamasa siyreklikler ólshemleri tolqın uzınlıǵına salıstırǵanda kishi bolsa, ol halda qálegen baǵıtdaǵı shashıraǵan jaqtılıq jedelligi túsip atırǵan tolqın uzınlıǵına tómendegishe baylanısqan boladı  (Reley nızamı):

clip_image129      ,                                    (1.2)

         Atmosfera hawası bólekshelerıniń kólemleri kishi bolǵanda quyash nurınıń qısqa tolqınların  (fiolet,  kók hám jasıl)  jedel shashıratadı hám nurdıń úlken tolqınların  (qızıl,  sarı) jaman shashıratadı. Usınıń sebebinen,  hawanıń reńi joqarı qatlamda,  jasıl yamasa kók reńde  (hawareńde)  boladı.

**2.  Jaqtılıqtıń polyarlanıwı**

         Jaqtılıq vektorınıń terbelisleri baǵıtları qanday da usıl menen tártipli jaǵdayda bolsa ol jaqtılıq polyarlanǵan dep esaplanadı.

         Tábiyiy jaqtılıqta hár túrli baǵıtdaǵı terbelisler tez hám tártipsiz túrde bir-birine ornın bosatib turadı.

         Tábiyiy jaqtılıqtı polyarlanǵan jaqtılıqqa aylandırıw procesi-**jaqtılıqtıń**polyarlanıwı, onı ámelge asırıwshı apparat-polyarlaǵısh  (polyarizator)  dep ataladı. Bunday apparatlar polyarlanıw tegisligine parallel tegislikde bolǵan terbelislerdi erkin ótkeredi hám polyarlanıw tegisligine perpendikulyar bolǵan terbelislerdi tolıq yamasa bir bólegin uslap qaladı.

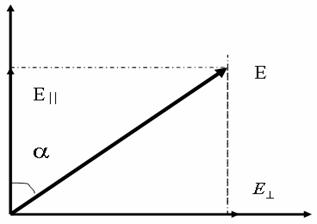
         Polyarlaǵısh arqalı tábiyiy jaqtılıq ótip atırǵanda clip_image002 jaqtılıq vektorın eki qurawshıǵa clip_image004 hám clip_image006 ǵa ajıratıw múmkin  (3-súwret) .  clip_image008 - qurawshısı polyarizator arqalı erkin ótedi,  clip_image010 qurawshısı bolsa ol jaǵdayda jutıladı. ótken tolqın jedelligi

clip_image012

ǵa proporcional bolıp tabıladı.  Usınıń sebebinen,  ideal polyarizator arqalı jaqtılıqtıń ótken bólegi tómendegi ortasha mániske teń bolıp tabıladı:

clip_image014  ;   clip_image016  ,                        (2.1)

clip_image018



**3-súwret. Tábiyiy jaqtılıqtı eki túrli baǵıtdaǵı terbelislerge ajıratıw**

         Soǵan tiykarlanıp,  tábiyiy jaqtılıqtı,  birdey jedellikke iye bolǵan hám bir-birine perpendikulyar tegisliklerde polyarlanǵan, eki elektromagnit tolqınlardıń bir-birin ústine túsiwi dep oyda sáwlelendiriw múmkin. Egerde,  polyarizatorǵa clip_image022 jedelliktegi tegis polyarlanǵan jaqtılıq tússe, ol halda polyarizatordan shıqqan jaqtılıq jedelligi,  tómendegi ańlatpa menen anıqlanadı

clip_image024   ,                              (2.2)

bul ańlatpa **Malyus nızamı** dep ataladı. Egerde jaqtılıq tegislikleri  α  múyesh payda etken eki polyarizatordan ótse, ol halda birinshi polyarizatordan jedelligi

clip_image026

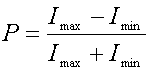
bolǵan tegis polyarlanǵan jaqtılıq shıǵadı hám ekinshisinen Malyus nızamına tiykarlanıp

clip_image028   ,                              (2.3)

jedellikdegi jaqtılıq shıǵadı.

         Ekinshi polyarizator jaqtılıqqa sáykes keletuǵın kósher átirapında aylanǵanda,  α múyesh 0 ÷ 2π mánislerde ózgeredi,  jaqtılıq jedelligi α = 0 hám α = π  (eki polyarizatorlar bir birine parallel bolǵanda)  mánislerde maksimumǵa erisedi hám clip_image030 hám clip_image032 mánislerde  (polyarizatorlar bir-birine perpendikulyar bolǵanda) eki ret nolge aylanadı. Bul jaqtılıq jedelligi terbelislerine qaray, onıń polyarlanǵanlıǵın hám terbelis tegisligi baǵıtın anıqlaw múmkin. Usınıń sebebinen, ekinshi polyarizator analızator wazıypasın ótewi múmkin.

         Bir baǵıtdaǵı terbelis basqa baǵıtlardaǵı terbelislerden ústin bolatuǵın jaqtılıq,  bir bólegin polyarlanǵan esaplanadı. Polyarizator nur menen sáykes keletuǵın kósher átirapında aylanǵanda bir bólegin polyarlanǵan jaqtılıq jedelligi Imax den Imin ge shekem ózgeredi.

  ,                              (2.4)

Bul ańlatpa **polyarizatordıń rejimi** dep ataladı.

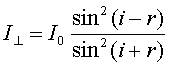
         Tegis polyarlanǵan jaqtılıq ushın Imin = 0 bolǵan halda,  R = 1 ge teń boladı,  tábiyiy jaqtılıq ushın bolsa Imin = Imax bolǵanda,  R = 0 ge teń boladı.

**3.  Jaqtılıqtıń eki ortalıq shеgаrаsınаn shaǵılısıwı hám sınıwındaǵı polyarlanıwı.**

         Eki ortalıq shegarasına jaqtılıq túskende,  jaqtılıq tolqını bir bólegi shaǵılısadı hám bir bólegi sınadı.

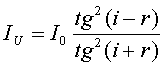
         Dielektriklerde, shaǵılısǵan jaqtılıq jedelligi túsip atırǵan tolqın polyarlanıwı,  i  túsiw múyeshi hám r sınıw múyeshine ǵárezliligin Frenel kórsetken.

clip_image036 vektor terbelisi túsiw tegisligine perpendikulyar bolǵan halda,  polyarlanǵan jaqtılıq ushın jaqtılıq jedelligi

      ,                          (3.1)

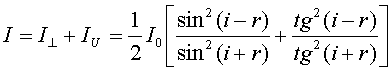
ga teń boladı.

clip_image039 vektor terbeliwi túsiw tegisliginde bolǵan halda, polyarlanǵan jaqtılıq ushın,  jaqtılıq jedelligi

      ,                           (3.2)

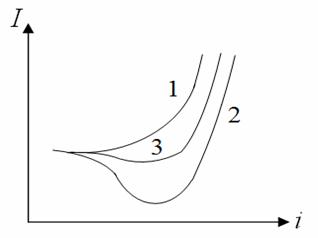
ga teń boladı.

         Tábiyiy jaqtılıq ushın shaǵılısǵan tolqın jedelligi tómendegige teń boladı:

 ,        (3.3)

Shaǵılısǵan jaqtılıq jedelligin túsiw múyeshine ǵárezlilik hárakteri grafik túrde 4-súwretde súwretlengen. 1-sızıq  (3.1) -ańlatpaǵa,  2-sızıq  (3.2) -ańlatpaǵa hám 3-sızıq  (3.3) -ańlatpaǵa sáykes keledi.

         Jaqtılıq polyarlanıwı hár túrli usıllar menen ámelge asırılǵan bolsa, ol bet shegarasınan hár túrli jedellikde sáwlelenedi, ol halda sáwlelengen jaqtılıq bir bólegin polyarlanǵan boladı.



**4-súwret. Shaǵılısǵan jaqtılıq nurı jedelliginiń túsiw múyeshine ǵárezliligi**

         Polyarlanıw rejimi túsiw múyeshine baylanıslı boladı. Egerde,  túsiw múyeshi clip_image047 bolsa, ol halda clip_image049 hám clip_image051 boladı,  yaǵnıy shaǵılısǵan jaqtılıqta,  túsiw tegisligine perpendikulyar bolǵan terbelisler baqlanadı.  Shaǵılısǵan tolqın bolsa pútkilley polyarlanǵan boladı.

clip_image053   hám    clip_image055

qatnaslardan tómendegige iye bolamız:

clip_image057     ,                                (3.4)

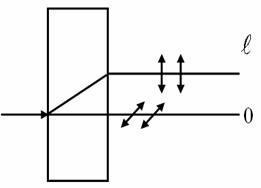
Bul ańlatpa **Bryuster nızamın** ańlatadı hám sol shártti qánaatlantıratuǵın túsiw múyeshi **Bryuster múyeshi** dep ataladı.

         Sınǵan jaqtılıq,  mudamı túsiw tegisliginde terbelisleri ústin keletuǵın bir bólegi polyarlanǵan boladı. Bryuster múyeshinde túsetuǵın jaqtılıqta bul ústinlik ayqın kórinedi.

         Tegis polyarlanǵan jaqtılıq nurı alıw usıllarınan biri-jaqtılıqtı dielektrik shegarasına Bryuster múyeshinde túsiriwden ibarat boladı.

**4.  Qos nur sınıwı**

         Jaqtılıq qanday da kristalldan ótkende,  jaqtılıq nurı eki nurga ajraladı. Qos nursinishda bir nur ádetdegi sınıw nızamın qánaatlantıradı,  túsip atırǵan nur hám normal tegisliginde turadı. Bul nur ádetdegi nur dep ataladı  (5-súwret) .



**5-súwret. Qos nur sınıwı**

clip_image061 -baǵıtdaǵı ekinshi nur ushın clip_image063 qatnas túsiw múyeshi ózgerǵanda turaqlısı  saqlanpaydı. Bul nur **ádetten tısqarı nur dep** ataladı.

         Nur normal bolıp túskende de,  ádetten tısqarı nur baslanǵısh baǵıttan awısıwı múmkin,  múyesh astında túskende bolsa,  túsip atırǵan nur hám sınıw betine normal tegisliklerde jatpaydı. Bul bolsa ádetdegi hám ádetten tısqarı bolǵan nurlardıń sınıw kórsetkishleri hár túrli ekenligin ańlatadı yamasa kristallda hár túrli tezlikler menen tarqaladı.

          Qos nur sınıw hádiysesi,  kubik kristallardan tısqarı,  barlıq móldir kristallarda baqlanadı.

         Ádetdegi hám ádetten tısqarı nurlardı tekseriw, olar bir-birine óz-ara perpendikulyar baǵıtlarda tolıq polyarlanǵanlıqların tastıyıqlaydı. Eki nur kristalldan, shıǵıp atırǵanda tek polyarlanıw baǵıtları menen parıq etedi.

        Ayırım kristallarda nurlardan biri basqasına salıstırǵanda kúshli jutıladı. Bul hádiyse-**jaqtılıqtıń dixroizmi** dep ataladı.

        Qos nur sınıw,  kristall ishinde hár túrli baǵıtlarda kristalldıń dúzilisi hám qásiyeti hár túrliligi menen túsindiriledi. Bul halda kristall **anizotroportalıq** kórinisinde boladı.

        Kubik bolmaǵan kristallarda ε dielektrik sińiriwshilik kristall pánjere baǵıtlarına baylanıslı boladı. clip_image065 bólǵanı ushın sińiriw kórsetkishi de kristall pánjere baǵıtlarına baylanıslı boladı.

         Qos nur sınıwı hádiysesi tábiyiy jaqtılıqtan,  polyarlanǵan jaqtılıq alıw imkanıyatın beredi. Onıń ushın qos nur sınıwdı payda etetuǵın kristall járdeminde tábiyiy nurdı ádetdegi hám ádetten tısqarı nurlarǵa ajratıladı. Onnan keyin nurlardan birin shetke awdırıladı yamasa jutılıwına májbúr etiledi, ekinshisi bolsa polyarlanǵan nur sıpatında paydalanıladı. Qos nur sınıwı móldir izotrop zatlarda,  hár túrli sırtqı tásir astında baqlanıwı múmkin. Bul waqıtta jasalma anizotrop zat payda boladı.

         Jasalma anizotrop zat mexanik deformaciya yamasa elektr maydanı  (Kerr effekti)  tásirinde payda bolıwı múmkin.

         Polyarlanǵan nur normal halda kristallǵa túskende nur dástesi taǵı ádetdegi hám ádetten tısqarı nurlarǵa ajraladı, olar bir baǵıtta,  hár túrli tezliklerde tarqaladı. olar arasında δ optik jol ayırması hám Δφ fazalar ayırması payda boladı:

clip_image067 ;    clip_image069  ,         (4.1)

Ádetdegi hám ádetten tısqarı nurlarda terbelisler óz-ara perpendikulyar bolǵanı ushın, olardı qosqanda elliptik kórinistegi terbelisler payda boladı hám clip_image002 vektor ushı ellipsti sızadı.      Bunday jaqtılıq elliptik kóriniste polyarlanǵan dep ataladı. egerde fazalar ayırması clip_image072 bolsa,  qosılǵan terbelisler tuwrı sızıqqa aylanadı.

**5.  Polyarlanıw tegisliginiń burılıwı**

         Jaqtılıq ayırım zatlardan ótkende,  jaqtılıq vektorı terbeliwi tegisliginiń aylanıwı baqlanadı. Bunday múmkinshilikke iye bolǵan zatlar,  optik aktiv zatlar dep ataladı. Bular-kvarc, sheker eritpesi hám basqalardan ibarat esaplanadı.

         Optik aktiv zatlarda,  polyarlanıw tegisliginiń  burılıw múyeshi nur basıp ótken clip_image074 jolǵa tuwrı proporcional bolıp tabıladı. Kristallarda:

clip_image076,                                (5.1)

Eritpelerde bolsa,  polyarlanıw tegisliginiń aylanıw múyeshi eritpe koncentrasıyasına da baylanıslı boladı:

clip_image078    ,                                 (5.2)

c- koefficient polyarlanıw tegisliginiń **salıstırmalı aylanıw kórsetkishi**dep ataladı hám ol túsip atırǵan jaqtılıq tolqın uzınlıǵına baylanıslı.