

პროფ. ა. ა. თვალჭრელიძე

ქრისტეანთა ოჯიჟის შესავალი

სტალინის სახელობის თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტის გამომცემლობა

წინასიტყვა

წინამდებარე კურსი წარმოადგენს კრისტალთა ოპტიკის შესავალი თავების ისტორიული თანმიმდევრობით გადმოცემის ცდას. მასალის ასეთი განაწილება კურსის შეთვისების პროცესს აადვილებს.

ავტორის ამოცანას შეადგენდა დაინტერესებია მოსწავლეები, მოემზადებია ისინი შემეცნების შემდეგი, უფრო მაღალი საფეხურისათვის, რომ მათთვის ხელმისაწვდომი გამხდარიყო ისეთი სრული სახელმძღვანელოების დაძლევა, როგორცაა ვ. ნ. ლოდონიკოვის „კრისტალური ნივთიერების კვლევის ოპტიკური მეთოდები“, დ. ს. ბელიანკინის „კრისტალთა ოპტიკა“, სათანადო თავები პროფ. ხეოლსონის ფიზიკის კურსიდან და სხვა.

საზოგადოდ, პირველი თვისის სტუდენტების მეტი ნაწილი ვერ ასწრებს ფიზიკის კურსის საკმაოდ ღრმად შეთვისებას და ამიტომ პირველი ხუთი მეცადინეობა აგებულია ოპტიკური ცოდნის ისტორიული განვითარების პრინციპზე.

რათა კრისტალთა ოპტიკის კურსი უფრო მჭიდროდ ყოფილიყო დაკავშირებული პეტროგრაფიის სწავლებასთან, კრისტალთა ოპტიკური თვისებების აღწერა ეყრდნობა ქანმაშენი მინერალებიდან აღებულ მაგალითებს.

კურსში, მასალის აღწერის დროს, განზრახ დაშვებული იქნა ზოგი, შესაძლებელია რამდენიმე თამამი გამარტივება. კურსის მოცულობა განსაზღვრულია თორმეტი მეცადინეობით. ფრენელის თეორიის და იმ მოვლენების გაცნობა, რომლებიც კონუსურ დაპოლარებულ სინათლეში ხდებიან, სწარმოებს ცოტა უფრო გვიან, პეტროგრაფიის კურსის გაცნობის დროს, რადგან პირველი კურსის სტუდენტებისათვის ეს გარკვეულ სიძნელეს წარმოადგენს. საგნის მაქსიმალურად გამარტივების სურვილმა აიძულა ავტორი გვერდი აეხვია მათემატიკური ფორმულებისათვის. კურსის მიზანია — წარმოადგენდეს კრისტალთა ოპტიკის შესავალს.

1938 წლის გამოცემასთან შედარებით ამ სახელმძღვანელოში შეტანილია მნიშვნელოვანი დამატებანი. აღწერილ ქანმაშენ მინერალთა რაოდენობა გადიდებულია 40-მდე. მათი ოპტიკური თვისებების დახასიათება მოცემულია საკმაოდ დაწვრილებით, ისე რომ სტუდენტებს შესაძლებლობა ექნებათ შეუდგნენ მიკროსკოპით მაგმური ქანების შლიფების გაცნობას. ტექსტის უკეთესად ილუსტრაციისათვის მნიშვნელოვნადაა გაზრდილი ნახაზების რაოდენობა. იმ მიზნით, რომ სტუდენტები მოემზადონ პრაქტიკული მეცადინეობისათვის და მიიღონ მუშაობის დაწყებისათვის აუცილებელი ცოდნა, წიგნში გახხილულია ქანმაშენ მინერალთა სამივე ჯგუფის — მთაყარის, აქციესორულის და მეორადის წარმომადგენლები.

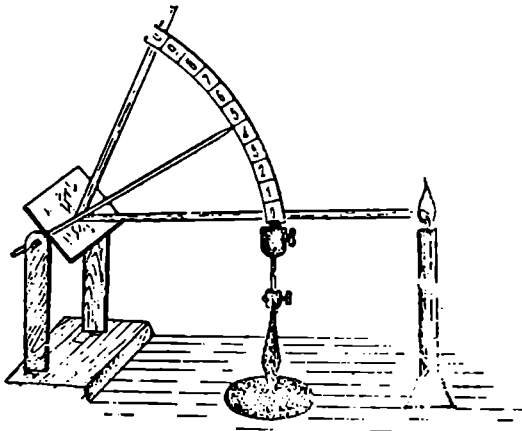
პროფ. ა. თხალაშვილიძე.

პირველი მეცადინეობა

§ 1. სინათლის სწორ-ობტიკურ მოვლენათა შესწავლა უფრო მოსახერხებელია დავიწყოთ იმ მცირეოდენი ფაქტების განხილვით, რომლებიც უკვე ძველთაგან ცნობილი იყო სინათლის შესახებ, და აქედან ისტორიული თანმიმდევრობით გადავიდეთ სინათლის ბუნების შესახებ თანამედროვე შეხედულებაზე და იმ რთულ მოვლენებზე, რომლებსაც კრისტალებში ვხედავთ.

სინათლე ყველასათვის კარგად ცნობილი მოვლენაა. უძველეს დროში უკვე იცოდნენ, რომ სინათლე სწორ ხაზობრივად ვრცელდება, რომ თვალსა და სინათლის წყაროს შუა მოთავსებული არაგამჭვირვალე სხეული ჰფარავს სინათლის წყაროდან წამოსულ შუქს. ძველი დროის მეცნიერებმა იცოდნენ აგრეთვე, რომ გლუვ და მოლიპულ სიბრტყიდან სინათლე აირეკლება და, რომ არეკლების კუთხე ეთანასწორება დაცემის კუთხეს.

ძველი დროის მეცნიერების დაკვირვების ეს ორი მონაპოვარი წარმოადგენს ჩვენი მეცადინეობის გამოსავალ წერტილს.



ნახ. 1

მარტივი ხელსაწყო, რომლის გაკეთებაც ყველასათვის ძალიან ადვილია, შესაძლებლობას მოგვცემს გავიგოთ არეკლის და დაცემის კუთხის თანასწორობის კანონი (ნახ. 1).

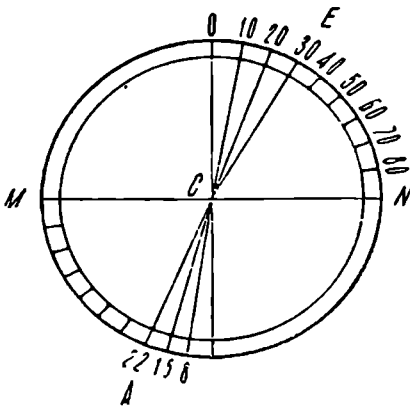
ორ სადგამს შუა თარაზულ ღერძზე მბრუნავ პატარა M სარკეზე შვეულად მიმაგრებულია სწორი ჩხირი, რომელიც წარმოადგენს მაჩვენებელს.

გავაჩეროთ სარკე შვეულად და თარაზულად მიუშვათ მასზე სინათლის სხივი. სინათლის სხივი მიემართება სარკისაკენ და უკუიქცევა დაცემის ხაზის მიმართულბით.

შევაბრუნოთ სარკე მცირეოდნად. ამ შემთხვევაში დაცემული და ანარეკლი სხივები ერთმანეთს დაშორდებიან და გაემართებიან მაჩვენებლის სხვადასხვა მხარეს, რაც ნათლად გამოჩნდება ოთახის მტერიან ჰაერში. საკმარისია დავაკვირდეთ მაჩვენებლისა და ამ ორ სხივს შორის მოთავსებულ ორივე კუთხეს, რომ დავრწმუნდეთ მათ თანასწორობაში.

ამ მოვლენის დაკვირვებით განხილვა ცხადყოფს, რომ ორივე სხივი, როგორც დაცემული ისე ანარეკლი, ყოველთვის მდებარეობენ ამრეკლ ზედაპირის მართობ სიბრტყეში.

§ 2. სინათლის გარდატეხა პირველი ზედმიწევნითი ცდები ეკუთვნის პტოლომეს, რომელიც მოღვაწეობდა მეორე საუკუნეში ჩვენ წელთაღრიცხვამდე. ამ დროისათვის უკვე ცნობილი იყო, რომ სინათლის სხივი ჰაერიდან წყალში გადასვლის დროს უცვრად იცვლის თავის მიმართულებას. პტოლომე დაინტერესდა ამ მოვლენით და მისი უფრო ზედმიწევნით შესწავლისათვის განსაკუთრებული ხელსაწყო მოამზადა. მისი ხელსაწყო შედგებოდა ხის რგოლისაგან, რომელიც დაყოფილი იყო გრადუსებად და ნახევრამდე ჩაძირული იყო წყალში (ნახ. 2).



ნახ. 2.

მეორე ნახაზზე წყლის დონე ნაჩვენებია MN ხაზით. დაკვირვება მდგომარეობდა შემდეგში: გრადუსული დანაყოფის E წერტილიდან სინათლის სხივი IC მიემართებოდა რგოლის C ცენტრისაკენ. წყალში შესვლის დროს სხივის გზა ტუდება C წერტილში და სხივი წყალში განაგრძობს თავის გზას CA ხაზით. A წერტილი, სადაც სინათლის გარდატეხილი სხივი აღწევს, აღინიშნება გრადუსული დანაყოფებით.

მეცნიერების ერთ-ერთ მთავარ ამოცანას წარმოადგენს, ზუსტი გაზომვის საშუალებით, მოვლენათა შორის ოდენობითი თანაფარდობის დამყარება.

სწორედ ამ მიზნისათვის დაამზადა პტოლომემ თავისი ხელსაწყო. ის სხვადასხვა კუთხით უშვებდა სინათლის სხივებს და აკვირდებოდა, თუ სად

აღწევდნენ გარდატეხილი სხივები. პ ტ ო ლ ო მ ე ს დაკვირვებანი მოყვანილია შემდეგ ცხრილში:

დაცემის კუთხე	გარდატეხის კუთხე	
10°	8°	7° 17'
20°	15,5°	14° 47'
30°	22,5°	21° 54'
40°	26°	30° 40'
50°	35°	34° 52'
60°	40,5°	40° 16'

მარჯვნივ შესადარებლად მოყვანილია თანამედროვე ზუსტი ოპტიკური ხელსაწყოების შემწეობით განსაზღვრული გარდატეხის კუთხეები.

როგორც ვხედავთ, პ ტ ო ლ ო მ ე ს მიერ მიღებული შედეგები საკმაოდ ზუსტია, თუ მხედველობაში მივიღებთ ხმარებული ხერხის სიმარტივეს.

ინდუქტიური კვლევა-ძიების დროს, გაზომვის შემდეგ, უახლოეს ნაბიჯს წარმოადგენს კანონზომიერი კავშირის დამყარება მოცემულ და ნაპოვნ სიდიდეთა შორის.

პ ტ ო ლ ო მ ე ცდილობდა გადაედგა ეს ნაბიჯიც. მართალია მან ვერ შესძლო დაცემის და გარდატეხის კუთხის სიდიდეთა შორის მათემატიკური გამოსახვის პოვნა, მაგრამ შენიშნულ მოვლენის წესიერება შემდეგი სიტყვებით გამოთქვა: „ჰაერიდან წყალში გადასვლის დროს სინათლის სხივი ტყდება და ამავე დროს უახლოვდება მართობს“.

პ ტ ო ლ ო მ ე ს ცდების შემდეგ, მთელი ცამეტი საუკუნის განმავლობაში, ოპტიკის დარგში არ ყოფილა გადადგმული არც ერთი ნაბიჯი. სამეცნიერო კვლევა-ძიებანი განაახლეს არაბთა მეცნიერებმა, რომლებმაც განაცხოველეს საქმიანობა, სახელდობრ. ოპტიკის დარგში.

§ 3. ალ-ჰაისამის პ ტ ო ლ ო მ ე ს მიერ დაწყებული ცდების გამაგრძელებლად ითვლება არაბი ფიზიკოსი ალ-ჰაისამი, რომელიც ცხოვრობდა ესპანეთში მე-12 საუკუნის დამდეგს.

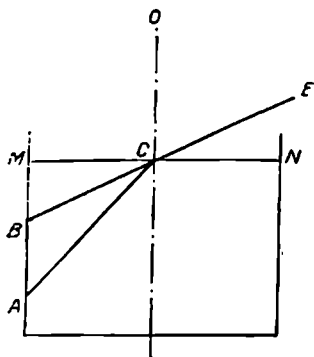
დაახლოებით 1100 წ. ალ-ჰაისამმა გაიმეორა პტოლომეს გამოკვლევანი სინათლის გარდატეხის შესახებ.

პ ტ ო ლ ო მ ე მ აღმოაჩინა, რომ ყოველ დაცემის კუთხეს შეესაბამება თავისი განსაზღვრული გარდატეხის კუთხე. ალ-ჰაისამმა ამას დაუმატა, რომ დაცემული და გარდატეხილი სხივი, დაცემის სიბრტყისადმი დაცემის წერტილში აღმართულ მართობ სიბრტყეში იმყოფება.

§ 4. სნელიუსის გამოკვლევები განვლო კიდევ ხუთმა საუკუნემ და 1621 წელს ვილ-ლებროდ სნელიუსის მიერ აღმოჩენილ იქნა ამ მოვლენათა ჯეომეტრიკული უბრალო პრინციპი.

შეველ კედლებიან დიდ მინის ყუთში სნელიუსი ასხამდა წყალს და E

წერტილში ათავსებდა სინათლის წყაროს. სინათლის სხივები აღწევდნენ წყლის ზედაპირს C წერტილში და აქ ხდებოდა მათი გარდატეხა; შემდეგში სხივი CA მიმართულებით მიდიოდა (ნახ. 3).



ნახ. 3.

სნელიუსს მოუვიდა ბედნიერი აზრი, გაეზომა წყალში სინათლის სხივის გზის სიგრძე CA და შეედარებინა იმავე სხივის იმ გზის სიგრძესთან, რომლითაც იგი წავიდოდა ჰაერში (ხაზი CB).

აღმოჩნდა, რომ სინათლის წყაროს მდებარეობის მიუხედავად, ყოველთვის, სინათლის გზის სიგრძე წყალში ისე შეეფარდება სინათლის გზის სიგრძეს ჰაერში, როგორც ოთხი სამს.

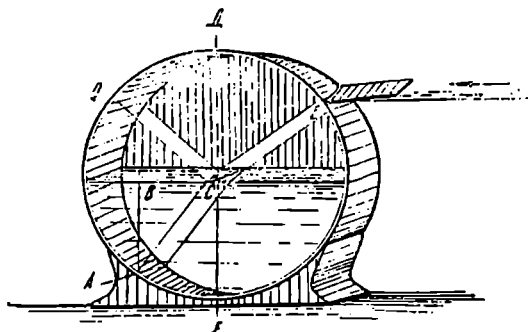
$$AC : BC = 4 : 3$$

სნელიუსმა მრავალჯერ გაიმეორა თავისი ცდები და აღმოაჩინა, რომ ეს შეფარდება წარმოადგენს მუდმივ სიდიდეს.

$$AC : BC = 4 : 3 = \text{const.}$$

დაკვირვების გასაადვილებლად სნელიუსის ცდები შეიძლება გაიმეოროთ შემდეგნაირად (ნახ. 4).

ცილინდრულ კურკელს მინის ფსკერით დგამენ მაგიდაზე ისე, რომ ფსკერი ვერტიკალურად იყოს. კურკელში ნახევრამდე ჩაასხამენ რძით ოდნავ ამღვრეულ წყალს. კურკელის კედელში გაკეთებულ კუპრუტანიდან პატარა E რეფლექტორის საშუალებით შეუშვებენ სინათლის სხივს. იგი აღწევს წყლის ზედაპირს C წერტილში, შედის წყალში და გაივლის მასში მკაფიოდ გაშუქებული AC ზოლის სახით.



ნახ. 4.

თუ კურკელში თამბაქოს ბოლს შევეშვებთ, მაშინვე შევნიშნავთ დაცემული სხივის EC მიმართულებას. თუ სხივი წყლის ზედაპირს დახრილად ეცემა, მაშინ მისი არეკლვა ნათლად გამოჩნდება წყლისა და ჰაერის საზღვარზე წერტილ C სთან (ხაზი CQ).

ამგვარად, არეკლვა ყოველთვის თან სდევს გარდატეხას და დაცემის წერტილში სხივი იყოფა ანარეკლ და გარდატეხილ ნაწილებად (CQ და CA, ნახ. 4).

გავავლოთ მინაზე ორი სწორი ხაზი — ერთი დაცემის წერტილში, ხაზი DCF და მეორე მისი პარალელური — AB.

მაშინ ჩვენ გვექნება ყველა ნონაცემი სნელიუსის მიერ ოდესლაც წარმოებული ცდების გასამეორებლად.

AC და BC ხაზების სიგრძეების შეფარდება შეგვიძლია უშუალოდ დაეზონოთ მინაზე. სინათლის წყაროს მდებარეობის შეცვლით ჩვენ შევცვლით სინათლის დაცემის კუთხეს. ცდა გვიჩვენებს, რომ სინათლის დაცემის ყველა კუთხეებისათვის შეფარდება სხივის გზების სიგრძეებისა წყალში და ჰაერში ნულან ერთიდაიგივე რჩება, იგი უდრის ოთხის შეფარდებას სამისადმი—4 : 3.

$$AC : BC = 40 : 30 = 4 : 3$$

$$AC : BC = 20 : 15 = 4 : 3$$

$$AC : BC = 12 : 9 = 4 : 3$$

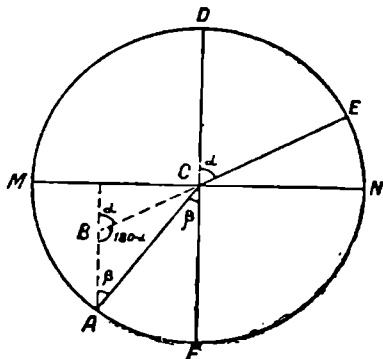
§ 5. დეკარტეს გამოკვლევები

სნელიუსის მიერ აღმოჩენილი კანონი, სრულიად დამოუკიდებლად იყო შემჩნეული და გამოქვეყნებული ცნობილი ფრანგი ფილოსოფოსის და მათემატიკოსის დეკარტეს მიერ იმ სახით, როგორითაც ჩვენ მას ამჟამად ვიცინებთ.

სინათლის გარდატეხის კანონი დეკარტემ აღმოაჩინა იმ დროს, როცა იგი ცდილობდა მეცნიერულად აეხსნა ცისარტყელის გაჩენის მოვლენა. დეკარტეს დროის ხალხის აზრით ცისარტყელა წარმოადგენდა ჯადოსნურ ხილს, რომლითაც მართალთა სულნი ადიოდნენ ცაში.

დეკარტემ აღმოაჩინა, რომ ცისარტყელა სფეროსებურ წყლის წვეთებში სინათლის გარდატეხის და შესდგ მათივე შიგნითა ზედაპირიდან არეკვლის შედეგია.

ამიტომ, სნელიუსის და დეკარტეს აღმოჩენათა ერთმანეთთან დასაკავშირებლად, სნელიუსის ცდებს განსაკუთრებული სახე მივეცით (იხ. ნახ. 4). ეს სქენა მოცემულია ნახაზზე 5. ცილინდრული ჰერკელი წარმოდგენილია წარის საშუალებით, ხაზი MN გამოსახავს წყლის ზედაპირს, E სინათლის წყაროს მდებარეობას. EC დაცემულ სხივის, CA გარდატეხილს, CB ჰაერში მიმავალ იმავე სხივის.



ნახ. 5.

α-თი აღენიშნოთ დაცემის კუთხე, β-თი გარდატეხის კუთხე. ჩვენ ვიცით, რომ ჰოველ სამკუთხედში გვერდების შეფარდება უდრის მოპირდაპირე კუთხეების სინუსების შეფარდებას.

DF და BA ხაზების სისწვრივის გამო, ჩვენს შემთხვევაში, ΔC გვერდის მოპირდაპირე კუთხე უდრის 180° - α-ს, BC გვერდის მოპირდაპირე კუთხე კი β-ს.

ამიტომ $AC : BC = \sin(180^\circ - \alpha) : \sin \beta = 4 : 3$ და რადგანაც $\sin(180^\circ - \alpha) = \sin \alpha$, ამიტომ

$$AC : BC = \sin \alpha : \sin \beta = 4 : 3 = \text{const}$$

ამგვარად. შეფარდებათა ის მუდმივობა, რომელიც არსებობს წყალში მიმავალი და გარდატეხილი სხივის გზის სიგრძისა იმ გზის სიგრძესთან, რომელითაც ეს სხივი წავიდოდა ჰაერში, იარსებებს აგრეთვე დაცემისა და გარდატეხის კუთხეების სინუსთა შორის.

დამოკიდებულება სინათლის დაცემის კუთხე ECD -ს და მის შესაბამ გარდატეხის კუთხე ACF -ს შორის შეიძლება გამოისახოს სხვაგვარადაც. ამისათვის DF დიამეტრზე E და A წერტილებიდან დაეუშვათ ორი მართობი EG და AH .

სინათლის დაცემის და გარდატეხის კუთხეთა შორის შეფარდების მუდმივობა EG და AH ხაზების სიგრძეთა შეფარდების ტოლი იქნება (ნახ. 6).

$$\angle ECD : \angle ACF = EG : AH = \text{const.}$$

დეკარტეს დროს ევროპის ახალგაზრდა მეცნიერებამ არა თუ მოასწორო ძველ ბერძენთა გეომეტრიის და არაბთა ალგებრის დაუფლება, არამედ წათქვერთებით შექმნა მათემატიკის ახალი დარგი—ტრიგონომეტრია.

დეკარტე თვით ღებულობდა მონაწილეობას ტრიგონომეტრიის განვითარებაში. ამით იყო გამოწვეული, რომ სინათლის გარდატეხის მოვლენათა კანონზომიერება მან გამოსახა დაცემის და გარდატეხის კუთხეთა სინუსების შეფარდების მუდმივობით:

სინათლის დაცემის ECD კუთხის სინუსი იქნება EG კატეტისა და EC ჰიპოტენუსის შეფარდება.

გარდატეხის ACF კუთხის სინუსი წარმოადგენს AH კატეტის და AC ჰიპოტენუსის შეფარდებას.

ამ ორ კუთხეთა, ე. ი. დაცემის და გარდატეხის კუთხეთა, სინუსების შეფარდებას დეკარტემ უწოდა „სინათლის გარდატეხის ინდექსი“.

§ 6. Snellius Des-Cartes კანონი სინათლის დაცემის კუთხეებისა და მათი შესაბამი გარდატეხის კუთხეთა შორის კანონზომიერ შეფარდებას ეწოდება Snellius Des-Cartes-ის კანონი.

იგი გამოითქმის შემდეგნაირად:

1) დაცემული და გარდატეხილი სხივები იმყოფებიან ერთსადიამევე სიბრტყეში დაცემის წერტილში აღმართულ მართობთან.

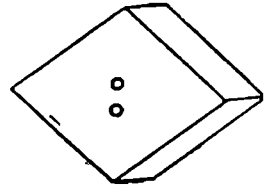
2) დაცემისა და გარდატეხის კუთხეების სინუსთა შეფარდება წარმოადგენს მუდმივ სიდიდეს. ეს სიდიდე არ არის დამოკიდებული დაცემის კუთხისაგან და მას გარდატეხის მაჩვენებელი (ინდექსი) ეწოდება.

3) დაცემის და გარდატეხის სხივებს შეუძლიათ გადანაცვლება.

ეს კანონები დეკარტემ მოათავსა თავის 1637 წელს დაბეჭდილ „დიოპტრიკაში“ (სწავლა სინათლის გარდატეხის შესახებ).

§ 7. ორმაგი გარ-
დატეხა

1649 წელს ერთ-ერთმა საბეწნიერო ექსპედიციამ ისლანდიიდან კოპენჰაგენში მინერალების დიდი კოლექცია ჩამოიტანა. მათ შორის იყო გამჟვრივალე მინერალის დიდი ნაპერი, რომელსაც ისლანდიური შპატი (კალციტი) უწოდეს. კოპენჰაგენის უნივერსიტეტის ფიზიკის პროფესორი ერაზმ ბართოლინუსი დანტერესდა ამ მინერალით, რომელსაც საგნების გაორების საკვირველი თვისება აქვს. როდესაც საგნებს ვსინჯავთ მისი შეწეობით, ისლანდიურ შპატში შესული სინათლე იყოფა ორ სხივად და თვითეული მათგანი მიდის თავისი განსაკუთრებული გზით. ამას ადვილად დავინახავთ, თუ ისლანდიური შპატის რომბოედრს დავედებთ დაბეჭდილ ფურცელზე. მაშინ ყველა ასოები გაორებული გამოჩნდება. გაორებული მოჩანს ქალღმერთ ნემსით გაკეთებული ნასერეტიც (ნახ. 7).

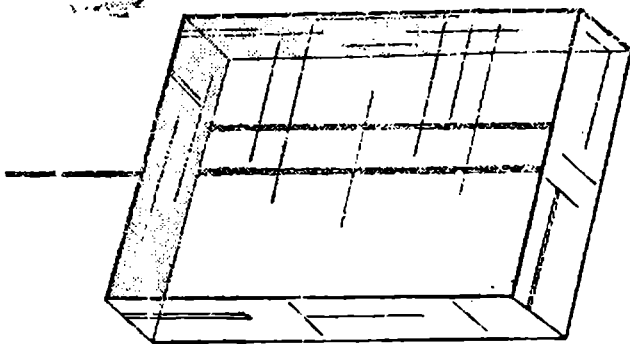


ნახ. 7.

ქალღმერთ გავლებული ხაზიც, თუ მას ისლანდიური შპატს დავადებთ, გაორებული გამოჩნდება (ნახ. 8).

ბართოლინუსმა აღწერა ისლანდიურ შპატზე მოხდენილი დაკვირვებანი და შემჩნეულ მოვლენას ორმაგი გარდატეხა უწოდა.

სამწუხაროდ, ბართოლინუსის თანამედროვენი გულგრილად შეხედნენ მის აღმოჩენას. ლონდონის სამეფო საზოგადოების წევრთაგან შემღგარნა კონისიანე,



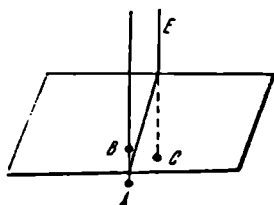
ნახ. 8.

რომელსაც მიმართა ბართოლინუსმა, ეკვით შეხედა მის აღმოჩენას. ამ კონისიის წევრებად ითვლებოდნენ იმ დროის ისეთი გამოჩენილი მეცნიერნი. როგორც იყვნენ რ. ბოილი და რ. ჰუკი. მათი აზრით, ბართოლინუსის მიერ ისლანდიურ შპატში აღწერილი მოვლენები უცნაური ხასიათისა არიან და არაავითარი მეცნიერული მნიშვნელობა არა აქვთ. ერაზმ ბართოლინუსი ვერ დაეთანხმა ლონდონის სამეფო საზოგადოების ასეთ მოულოდნელ, მკაკრ და უსამართლო

აზრს. იგი ფიქრობდა, რომ წააწყდა ბუნების მნიშვნელოვან საიდუმლოებას და. რომ ორმაგი გარდატეხის აღმოჩენას ისლანდიურ შპატში დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა ოპტიკის შემდეგი განვითარებისათვის. მან მიმართა ქრისტიან ჰიუგენსს, რომელიც მაშინ პარიზის სამეცნიერო აკადემიას ედგა სათავეში, მაგრამ ჰიუგენსი შეუდგა ისლანდიურ შპატის შესწავლას მხოლოდ რამდენიმე წლის შემდეგ. მან გაიმეორა ამ მინერალზე ბართოლინუსის მიერ წარმოებულ იყო ყველა ცდები, გააფართოვა და შესამჩნევად გააღრმავა ისინი. თავისი გამოკვლევების შედეგები მან გამოაქვეყნა 1675 წელს თავის ცნობილ შრომაში *Traité de lumiere* (ტრაქტატი სინათლის შესახებ).

§ 3. ჰიუგენსის გამოკვლევები

წერტილი რომ დავსვათ ქალაქზე და დავფაროთ მას ისლანდიური შპატის კრისტალი, დავინახავთ წერტილის ორ გამოსახულებას. კრისტალს რომ შებრუნება დავუწყოთ, ამ ორ გამოსახულებათა შორის შევამჩნევთ დიდ განსხვავებას.



ნახ. 9.

მაშინ, როდესაც ერთი გამოსახულება უძრავად რჩება, მეორე მოძრაობს მის გარშემო. ამ მარტივი კდის განმეორების დროს ჰიუგენსმა შეამჩნია, რომ გამოსახულებანი სხვა მხრივაც არ იყვნენ ერთნაირები. ერთი ნათვანი, სახელდობრ ის, რომელიც უძრავად რჩება, ისე მოჩანს, თითქოს იგი მეორეზე უფრო მაღლა მდებარეობდეს (ნახ. 9). მაშასადამე, ისლანდიურ შპატში სინათლის გასვლის დროს წარმოშობილ ორივე სხივს აქვს გარ-

დატეხის სხვადასხვა მაჩვენებელი (ნახ. 10).

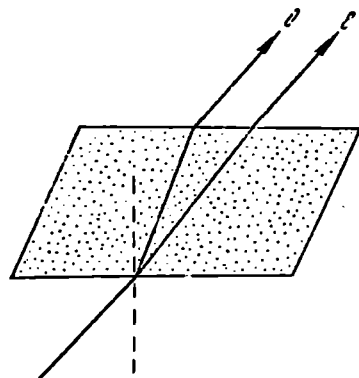
ამ გამოკვლევამ ჰიუგენსი იმ დასკვნამდე მიიყვანა, რომ ისლანდიური შპატის ბრუნვის დროს უძრავად დარჩენილ სხივს უცვლელი გარდატეხის მაჩვენებელი აქვს, რომელიც უდრის 1,65.

მეორე სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის განსაზღვრამ მრავალი წვალება და მწუხარება მიიყენა ჰიუგენსს. თანდათანობით, მთელი რიგი განმეორებითი ცდების საშუალებით, გამოიკვია, რომ ეს მეორე სხივი საერთოდ არაჩვეულებრივ თვისებებს იჩენს:

იგი არ ემორჩილება სნელიუს დეკარტეს კანონს.

იგი არ თავსდება დაცემის წერტილში აღმართულ მართობთან ერთ სიბრტყეში.

ისლანდიურ შპატზე დაცემული სინათლის სხივის დაცემის კუთხის და ამ მეორე სხივის გარდატეხის კუთხის სინუსების შეფარდება არ წარმოადგენს მუდმივ სიდიდეს.



ნახ. 10.

ამ შეფარდების სიდიდე მუდამ იცვლება ოდა კრისტალში განვლილი სინათლის სივრცის ნიშნობის მიხედვით.

იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც სინათლის სხივი მართობად ეცემოდა ისლანდიური შპატის რომბოედრის წახნაგს, ეს მეორე სხივი თავის არაჩვეულებრივ თვისებას იჩენდა და აშკარად იხრებოდა პირდაპირი მიმართულებიდან (ნახ. 11).

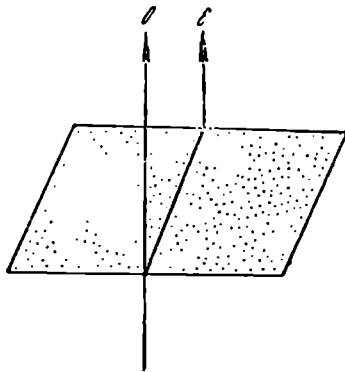
უველა ამ გარემოებამ საბუთი მისცა ჰიუგენსს ამ სხივისათვის არაჩვეულებრივი სხივი დაერქვა — (Extraordinaire--E).

§ 9. ჩვეულებრივი და ამგვარად, ბართოლინუსის და ჰიუგენსის შრომებით არაჩვეულებრივი დამტკიცებული იყო ის, რომ ისლანდიურ შპატს შეხხვის თვისებები სანიშნავი ოპტიკური თვისებები აქვს. ისლანდიურ შპატში

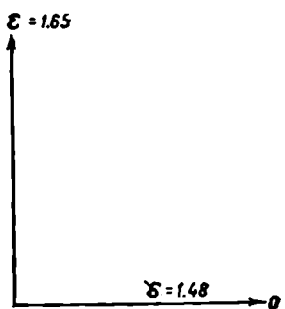
შეესული სინათლის სხივი ორდება — იყოფა ორ სხივად. ერთი მათგანი ყოველმხრივ ექვემდებარება სნელიუს-დეკარტეს კანონს. მას აქვს უცვლელი გარდატეხის მაჩვენებელი, ამ მაჩვენებლის სიდიდე არ არის დამოკიდებული არც სინათლის დაცემის კუთხისაგან და არც სინათლის მიმართულებისაგან.

ყოველთვის, ცდების პირობების შეცვლის მიუხედავად, ამ სხივის დაცემის კუთხის და გარდატეხის კუთხის სინუსების შეფარდება მუდმივი რჩება და უდრის 1,65. ეს სხივი დაცემის წერტილიდან აღმართულ მართობთან ერთად მუდამ ერთ სიბრტყეში იმყოფება. ამიტომ ჰიუგენსმა მას ჩვეულებრივი სხივი უწოდა — Ordinaire (O).

არაჩვეულებრივი (Extraordinaire) სხივის სიახლემ, მის ოპტიკურ თვისებათა განსაკუთრებულმა თავისებურებამ და კრისტალში ამ თვისებების მიმართულებისაგან დამოკიდებულებამ, ჰიუგენსი ნიიყვანა იმ აზრამდე, რომ მის მიერ აღმოჩენილი მოვლენები გრაფიკულად გამოესახა.



ნახ. 11.



ნახ. 12.

ჰიუგენსი ბერძნული ϵ -ით — ეპსილონით აღნიშნავდა) 1,65 ტოლი აღმოჩნდა. $\alpha = 1,65$ (C ლერძზე)

ჰიუგენსმა აიღო ორი ურთიერთ მართობი სწორი ხაზი და მათი გადაკვეთის წერტილიდან დაიწყო Extraordinaire სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის გრაფიკული სიდიდების გადაზომვა (ნახ. 12).

გამოკვლევის შედეგად აღმოჩნდა, რომ კრისტალში Extraordinaire სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის სიდიდე სხვადასხვა არის მიმართულების მიხედვით.

ისლანდიური შპატის შვეული ლერძის მიმართულებით გაზომილი Extraordinaire სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი (რომელსაც სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი (რომელსაც

იგივე გარდატეხის მაჩვენებელი, გაზომილი კრისტალის თარაზულ ღერძის მიმართულებით, გაცილებით ნაკლები აღმოჩნდა და უდრიდა 1,48.

$$\varepsilon = 1,48 \text{ (A ღერძზე)}$$

თარაზულ ღერძისადმი 23° კუთხის მიმართულებით გაზომილი ε -ის სიდიდე უდრის 1,53.

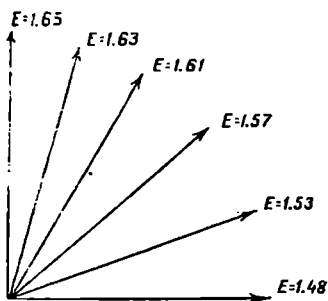
$$\varepsilon = 1,53$$

თარაზულ ღერძისადმი 44°-ის მიმართულებით $\varepsilon=1,57$. იმავე ღერძისადმი 68°-ის კუთხის მიმართულებით მიღებული იყო რიცხვი 1,61. 78°-ის

კუთხით Extraordinaire სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი უდრიდა 1,63-ს. თარაზული ღერძიდან 84°-ის მიმართულებით — 1,64, ხოლო მართობ მიმართულებით — 1,65.

ანგვარაჟ აღმოჩნდა, რომ Extraordinaire სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის სიდიდე ცვალებადია და ამასთანავე ვექტორული, ე. ი. მიმართულებისაგან დამოკიდებული (ნახ. 13).

სხივს, თარაზული A ღერძის მიმართულებით, უმცირესი გარდატეხის მაჩვენებელი აქვს — $\varepsilon = 1,48$.



ნახ. 13.

შეუღლი ღერძის მიმართულებით კი სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი აღწევს თავის მაქსიმუმს — $\varepsilon = 1,65$.

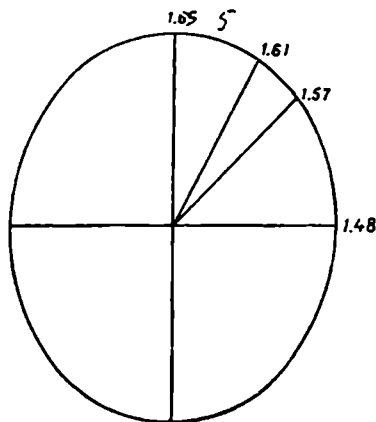
სხვადასხვა მიმართულებით გაზომვის შედეგად აღმოჩნდა, რომ მას აქვს სხვადასხვა მნიშვნელობა მიმართულების მიხედვით.

Extraordinaire სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის სიდიდე მით უფრო ნაკლებია, რაც უფრო ახლოა მისი მიმართულება თარაზულ ღერძისადმი და მით უფრო დიდია, რაც მეტად უახლოვდება შეუღლ ღერძს.

ამ სიდიდის მნიშვნელობა წესიერი თანდათანობით იცვლება მინიმუმიდან მაქსიმუმამდე.

§ 10. ჰიუგენსის ამგვარ თქისებებს ელიფსოიდი იჩენენ ელიფსის რადიუს-ვექტორები. ჰიუ-

გენსმა სხვადასხვა მიმართულებით გადაზომა Extraordinaire სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის გრაფიკული სიდიდეები და, როდესაც მათი ბოლოები უწყვეტი მრუდით შეაერთა, მიიღო წესიერი გეომეტრიული ფიგურა— ელიფსი სიბრტყეში და ბრუნვის ელიფსოიდი სივრცეში (ნახ. 14).



ნახ. 14.

ან აღმოჩენამ დიდი სიხარული გამოიწვია მასში. მან ბუნების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საილუმოებათაგანი ამოიკითხა. ისლანდიური შპატის ოპტიკურ თვისებათა უცნაური მოვლენები უაღიბდებოდნენ ასეთ ნათელ და პარტიკ გეომეტრიულ სქემაში.

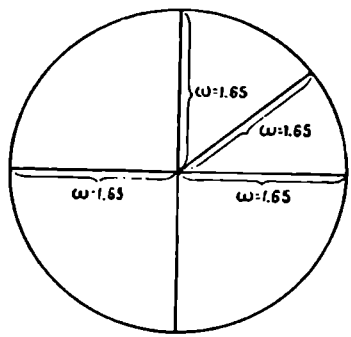
სხედასხვა მიმართულებით გარდატეხის მაჩვენებლის განსაზღვრისათვის წარმოებული მრავალრიცხოვანი (ღებები დაყვანილ იქნა ორ განსაზღვრამდე: თარახული და შვეული ღერძის მიმართულებით. დანაჩენი მნიშვნელობანი ϵ —სხივის გარდატეხის მაჩვენებლისათვის შესაძლებელია მივიღოთ უბრალო გამომავარიშებით.

ამგვარად, ელიფსოიდი წარმოადგენს არაჩვეულებრივი სხივის თვისებათა გამოსახვის მშვენიერ გეომეტრიულ სიმბოლოს.

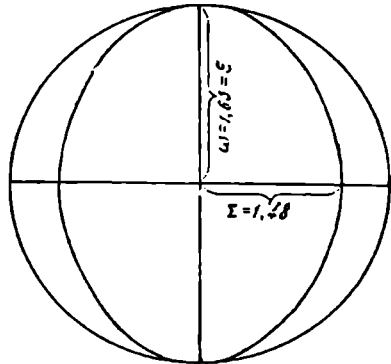
ჩვეულებრივი (O) სხივის თვისებები, რომელსაც ყოველი მიმართულებით გარდატეხის მაჩვენებელი ერთნაირი აქვს, ჰიუგენსმა გამოსახა მეორე გეომეტრიული ფიგურის— სფეროს შენწეობით (ნახ. 15).

ამ სფეროს რადიუსი უდრის 1,65, ე. ი. ჩვეულებრივი O სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის სიდიდეს.

- ჰიუგენსის მიერ შემოღებული აღნიშვნები:
- O — ჩვეულებრივი სხივი,
 - ϵ — არაჩვეულებრივი სხივი,
 - ω — ჩვეულებრივი სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი, ϵ — არაჩვეულებრივი სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი



ნახ. 15.



ნახ. 16.

სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის მიმართულებისაგან დამოკიდებულ ცვალებად ხასიათს.

§ 11. O და E — გეომეტრიული ზესხივების ინდექს-დაპირები, რომელსთა გრაფიკები ბიც გამოსახავენ ისლანდიური შპატის

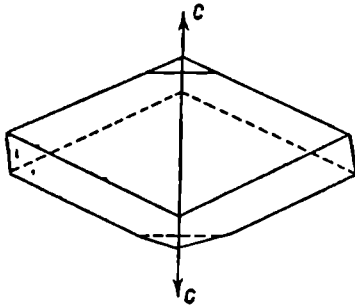
Ordinaire და Extraordinaire სხივების გარდატეხის მაჩვენებელთა თვისებებს, წარმოადგენენ სფეროსა და ბრუნვის ელიფსოიდისაგან შემდგარ რთულ ფიგურას (ნახ. 16).

ω და ε-ის სათანადო სიდიდეებზე აგებული გრაფიკული ფიგურები ზუსტად გვიჩვენებენ O სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის მუდმივობას და E

§ 12. ოპტიკური შვეული C ლერძის მიმართულებით E სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის სიდიდე, როგორც ეს გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკული ზედაპირების განხილვიდან ჩანს, უდრის U სხივის გარდატეხის მაჩვენებელს $\epsilon = \omega = 1.65$

ამიტომ, ამ მიმართულებით (C ლერძის გასწვრივ) O და E სხივები არ განცალკევდებიან. მათი თვისებები ერთნაირი ხდება და სინათლეს სხივი ისლანდიური შპატის კრისტალში გადის ერთი სხივის სახით.

ამ მიმართულებით სხივის ორმაგი გარდატეხა არ ხდება. ჰიუგენსმა



ნახ. 17.

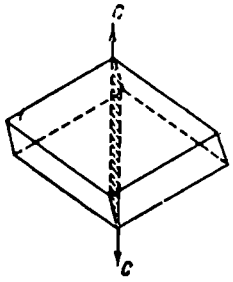
არაერთხელ განიმეორა შემდეგი ცდა: ის ლესდა შვეული ლერძის ბოლოებზე, მისდამი მართობულად, ხელოვნურ წახნაგებს და უშვებდა სინათლეს შვეული ლერძის მიმართულებით. იგი ამჩნევდა, რომ ამ პირობებში ისლანდიურ შპატის კრისტალში სინათლე განიცდიდა მართივ გარდატეხას და გადიოდა ერთი სხივის სახით (ნახ. 17).

გამოირკვა, რომ კრისტალის შვეულ ლერძს აქვს თავისი განსაკუთრებული ოპტიკური თვისებები. ამიტომ ჰიუგენსმა

მას მთავარი ოპტიკური ლერძი უწოდა.

ისლანდიური შპატის ოპტიკური თვისებები მთავარ ოპტიკურ ლერძისადმი გარკვეულ სიმეტრიას იჩენენ.

§ 13. მთავარი ზევით მოხსენებული იყო (§ 8), რომ ისლანდიური შპატის ოპტიკური კვეთი. ბრუნვის დროს, წერტილის ერთი გამოსახულება უძრავი რჩება, ხოლო მეორე (არაჩვეულებრივი) ისლანდიურ შპატთან ერთად ბრუნავს. როდესაც ჰიუგენსი ამ მოვლენას დააკვირდა, შეამჩნია, რომ ეს მოძრავი გამოსახულება ყოველთვის განსაკუთრებულ სიბრტყეში იმყოფება კრისტალის შიგნით. ეს სიბრტყე მდებარეობს რომბოედრის წახნაგის მართობულად და გადის შვეულ C ლერძზე. ამ წარმოსახვით სიბრტყეს ჰიუგენსმა უწოდა მთავარი ოპტიკური კვეთი (ნახ. 18).



ნახ. 18.

ამგვარად, E სხივი ყოველთვის მთავარი ოპტიკური კვეთის სიბრტყეში იმყოფება.

§ 14. ორმაგი გარდატეხა კვარცში ისლანდიურ შპატზე შესწავლილი ოპტიკური მოვლენებით ღრმად დაინტერესებულმა ჰიუგენსმა გადასწყვიტა მსგავსი გამოკვლევები ეწარმოებია სხვა გამჭვირვალე მინერალებზედაც, იგი შეჩერდა მთის ბროლზე, რომლის კრისტალები ზოგჯერ საკმაოდ დიდი ზომის და იდეალურად გამჭვირვალენი არიან.

გამოირკვა, რომ კვარციც აორებს მასში გავლილ სინათლის სხივს, მაგრამ

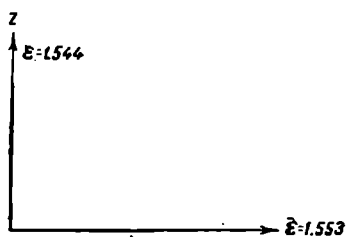
იმ განსხვავებით, რომ აქ ორმაგი გარდატეხის მოვლენა ბევრად უფრო სუსტად არის გამოსახული, ვიდრე ისლანდიურ შპაუში (ნახ. 19).

მიზოლოდ ჰიუგენსის გენიალურ დაკვირვებას შეედლო შეემჩნია ეს მოვლენა იმ მარტივ საშუალებებით, რომლებიც იყო ჰიუგენსის განკარგულებაში.

ჰიუგენსმა დაწვრილებით შეისწავლა კვარცის ორმაგი გარდატეხა, განსაზღვრა ორივე წარმოშობილი სხივის გარდატეხის მაჩვენებლები და დარწმუნდა, რომ თავისი ოპტიკური თვისებებით კვარცი ძლიერ განირჩევა ისლანდიურ შპატისაგან. თარაზული ლერძის მიმართულებით გაზომილი I_x სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი— ω აღმოჩნდა 1.553 ტოლი.

O სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი აღმოჩნდა ნაკლები:

$$\omega = 1.544$$

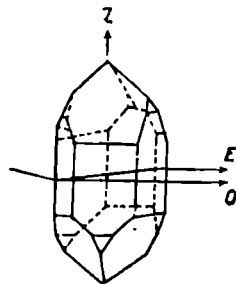


ნახ. 20.

კვარცში E სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის მაქსიმუმი თარაზულ ლერძზე გვაქვს, ხოლო მინიმუმი კი—შეუღლი Z ლერძის მიმართულებით.

თუ გადავზომავთ E სხივის გარდატეხის მაჩვენებელთა გრაფიკულ სიდიდეებს სხვადასხვა მიმართულებით და მათ ბოლოებს უწყვეტი მრუდით შევაერთებთ, მივიღებთ ელიფსოიდს, რომლის თარაზული ლერძი დიდი ლერძია (ნახ. 22).

რაც შეეხება ჩვეულებრივ (O) სხივს, მისი გარდატეხის მაჩვენებლები ყველა მიმართულებით ერთიდაიგივეა და, ამიტომ მისი ოპტიკური თვისებათა მუდმივობა ჰიუგენსმა გამოსახა სფეროს საშუალებით, რომლის რადიუსი ჩვეულებრივ (O) სხივის ინდექსს— ω -ს უდრის (ნახ. 23).

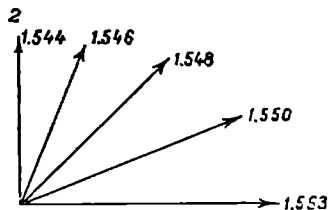


ნახ. 19.

შეუღლი Z ლერძის მიმართულებით გაზომილი I_x სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი თავის სიდიდით უტოლდება O სხივის გარდატეხის მაჩვენებელს (ნახ. 20)

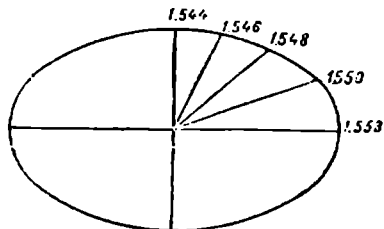
$$\varepsilon = \omega = 1,544 \quad (Z \text{ ლერძზე})$$

კვარცში არაჩვეულებრივი სხივის გარდატეხის ინდექსის გაზომვამ დაგვანახა, რომ ε -ის მნიშვნელობა თანდათანობით კლებულობს შეუღლი Z ლერძთან მიახლოებასთან ერთად (ნახ. 21).



ნახ. 21.

ჩატარებული გაზომვების მიხედვით ჰიუგენსმა ააგო კვარცისათვის გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკი (ნახ. 24).



ნახ. 22.

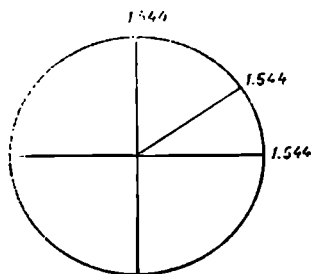
მას სხვა სახე აქვს, ვიდრე ისლანდიური შპატის შემთხვევაში. ელიფსოიდი გარედანაა, სფერო კი მის შიგნით. სფერო წარმოადგენს ჩვეულებრივი სხივი; თვისებების უცვლელობის სიმბოლოს. ელიფსოიდი ახასიათებს არაჩვეულებრივი სხივის თვისებებს, ამ თვისებების ცვალებად ბუნებას და მათ დამოკიდებულებას მიმართულებისაგან.

აღმოჩნდა, რომ ისევე, როგორც ისლანდიურ შპატში, კვარცშიაც \mathbb{E} სხივი

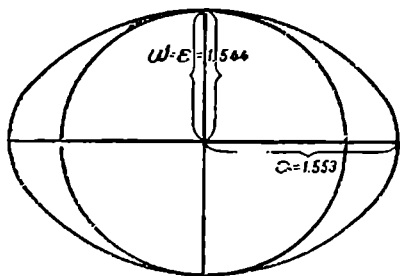
ვი მკიდროდ არის დაკავშირებული მთავარი ოპტიკური კვეთის სიბრტყესთან.

ანის გარდა, მთავარი ოპტიკური \mathbb{Z} ღერძის მიმართულებით, ორივე, \mathbb{O} და \mathbb{I} ; სხივი ერთ სხივად ერთდება. ამ მიმართულებით სხივების გაორებას ადგილი არა აქვს. როდესაც სხივი შვეული \mathbb{Z} ღერძის სწვრივად გადის კვარცში, იგი არ ორდება და ერთი სხივი ის სახით გაივლის.

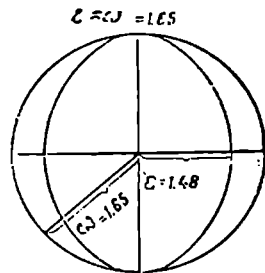
ამგვარად, კვარცის და ისლანდიური შპატის ოპტიკურ თვისებათა შორის ბევრი რამ საერთო არსებობს: \mathbb{E} სხივი მთავარ ოპტიკურ კვეთში მდებარეობს, მთავარი ოპტიკური ღერძის მიმართულებით ორმაგ გარდატეხას ადგილი არა აქვს.



ნახ. 23.



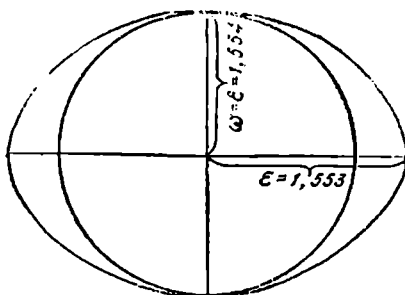
ნახ. 24.



ნახ. 25.

არის განსხვავებანიც, რომლებიც კარგად ჩანან თუ კვარცის და ისლანდიური შპატის გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკებს შევადარებთ (ნახ. 25 და 26).

მაშინ, როდესაც λ : სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი ისლანდიურ შპატში თარაზული მიმართულებით აღწევს მინიმუმს, კვარცში, პირიქით, ამ მიმართულებით ϵ -ის მნიშვნელობა მაქსიმალურია.



ნახ. 26.

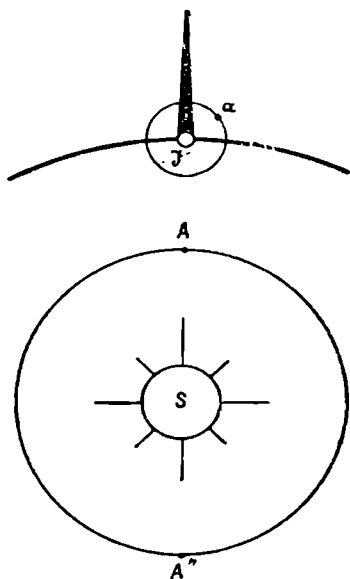
ისლანდიურ შპატში λ : სხივის მაქსიმალური ინდექსი შვეული ღერძის მიმართულებითაა ($\epsilon = 1,65 = \omega$), კვარცში კი, პირიქით, ამ მიმართულებით მინიმუმს აქვს ადგილი ($\epsilon = 1,544 = \omega$).

მეორე მესაღინეობა

§ 15. სინათლის გავრცელების სიჩქარე

სინათლის გავრცელების მექანიზმის ხანგრძლივი კვლევის პროცესში უპირველეს ყოვლისა შესწავლილი იყო ამ გავრცელების სიჩქარე.

Huygens-ის *Traité de la lumière*-ს გამოქვეყნების ერთი წლის შემდეგ, მისმა მოწაფემ და თანამშრომელმა Olav, Roemer-მა თავისი ასტრონომიული დაკვირვების მიხედვით შესძლო სინათლის სისწრაფის განსაზღვრა. იუპიტერის გარშემო ბრუნავს ოთხი თანამგზავრი, როდესაც ეს თანამგზავრები იუპიტერის ჩრდილში შედიან, ისინი ბნელდებიან და ეს დაბნელებანი პერიოდულად მეორდებიან. თანამგზავრების ორ მომდევნო დაბნელებათა შორის ყოველთვის ერთიდაიგივე დრო უნდა გადიოდეს. ნახ. 27-ზე S — მზეა, A — დედამიწა, J — იუპიტერი, a — იუპიტერის თანამგზავრი.



ნახ. 27.

როდესაც Roemer-ი იუპიტერის უახლოეს თანამგზავრს თვალს ადევნებდა, მან შეამჩნია როგორ მოძრაობდა იგი პლანეტის ახლო და ერთბაშად ჩამქრალ ლამპარივით როგორ იმალებოდა მის ჩრდილში. ეს თანამგზავრი ასტრონომისათვის წარმოადგენდა სინათლის სივსალს და საშუალებას აძლევდა მას ზედმიწევნით გამოეანგარიშებია მისი მოქცევის დრო.

ამ თანამგზავრის მოქცევის პერიოდი აღმოჩნდა 42 საათი და 30 წუთი.

Roemer-მა მთელი წლისათვის წინდაწინ შეადგინა დაბნელებათა ცხრილი.

მაგრამ, როდესაც ახალი დაკვირვებებით შეამოწმა ეს ცხრილი აღმოჩნდა, რომ დაბნელება თანდათან გვიან ხდებოდა, ვიდრე ეს

უნდა ყოფილიყო მისი ანგარიშით. ნახევარი წლის განმავლობაში ამ განსხვავებამ მიაღწია 16 წუთს და 30 წამს.

Roemer-ის პირველი დაკვირვება მოხდენილი იყო მაშინ, როდესაც დედამიწა იმყოფებოდა A-ში, იუპიტერთან უახლოეს მანძილზე. ნახევარი წლის შემდეგ, როდესაც დედამიწამ გადაინაცვლა თავისი ორბიტის მოპირდაპირე მხარეზე A'-ში, აღმოჩნდა, რომ იუპიტერის პატარა მთვარის დაბნელება იგვიანებდა 1000 წამით ($16 \times 60 = 960$ წამს; $960 + 30 = 990$ წამს). შემდეგ კი, დაგვიანებამ იწყო შემცირება და წლის ბოლოში, როდესაც დედამიწა კვლავ დაბრუნდა A-ში, დაკვირვება ისევ ეთანხმებოდა გამოანგარიშებას. იმ მრავალიცხოვან დაკვირვებებიდან, რომლებსაც აწარმოებდა Roemer-ი, ათი წლის განმავლობაში გამოიკვია, რომ იუპიტერის თანამგზავრების დაბნელებანი პირველად ნანდვილად იგვიანებენ, შემდეგ კი ეს დაგვიანება კლებულობს. ეს მოვლენა Roemer-მა ახსნა იმით, რომ ნახევარი წლის განმავლობაში დედამიწამ მოასწრო გადაინაცვლება იმ მანძილით, რომელიც ტოლია დედამიწის ორბიტის დიამეტრის $1/2$ და უდრის დაახლოებით 300 მილიონ კილომეტრს. ამ მანძილის გასაველად სინათლეს დასჭირდა 1000 წამი. დედამიწაზე მყოფ დამკვირვებელს კი ეს დაბნელების დაგვიანებად ეჩვენება. Roemer-მა გაპყრო დედამიწის ორბიტის დიამეტრის სიგრძე — 300.000.000 კილომეტრი 1000 წუთზე და მიიღო 300.000 კილომეტრი.

ამგვარად, სინათლის გავრცელების სისწრაფე უდრის 300.000 კილომეტრს წამში.

საკმაო ხნის შემდეგ, 1849 წელს, Fizeaux-მ (ფიზო), აგრეთვე განსაზღვრა სინათლის სისწრაფე, მაგრამ მან იხმარა არა პლანეტათაშორისი მანძილი, არამედ მხოლოდ ქ. პარიზის სივანე.

ბოლო მის შემდეგ Foucault-მ (ფუკო), იშვიათი ექსპერიმენტატორის ნიჭით აღკურვილმა ადამიანმა, გადაწყვიტა ეს ამოცანა ისე, რომ თავის ოთახიდან არცკი გამოსულა.

ხვადასხვა ქვეყნების მეცნიერთა მიერ განმეორებითი განსაზღვრა ადასტურებს, რომ სინათლის სიჩქარე

$$V = 300.000 \text{ klm/sec.}$$

§ 16. სინათლის სიჩქარე წყალში ფუკომ თავისი ხელსაწყო გამოიყენა ჰაერში და წყალში სინათლის სიჩქარეთა შესადარებლად.

აღმოჩნდა, რომ სინათლის სიჩქარე წყალში ნაკლებია, ვიდრე ჰაერში.

წყალში სინათლე ვრცელდება წამში 225000 კილომეტრის სიჩქარით.

$$V = 225000 \text{ klm/sec}$$

შემდეგში Michelson-მა (მაიკელსონი) უფრო გაუმჯობესებული ხელსაწყოებით მოახდინა მსგავსივე ცდები და იგივე შედეგები მიიღო. ამასთანავე გამოიკვია, რომ არსებობს განსაზღვრული შეფარდება სინათლის გავრცელების სისწრაფისა და გარდატეხის მაჩვენებლის სიდიდეთა შორის. ეს ნათლად ჩანს შემდეგი ცხრილიდან.

სინათლის სისწრაფე:

ჰაერში = 300000 კმ/წმ

წყალში = 225000 კმ/წმ

გოგირდნახშირბადში $CS_2 = 176500$ კმ/წმ

გარდატეხის მაჩვენებელი -

ჰაერისა = 1

წყლისა = 1,33

გოგირდნახშირბადისა $C_{CS_2} = 1,70$

რაც უფრო დიდია გამჭვირვალე სხეულის გარდატეხის მაჩვენებელი. მით უფრო ნაკლებია მასში სინათლის სიჩქარე.

ჰაერში და წყალში სინათლის სისწრაფეთა შეფარდება რიცხობრივად უდრის წყლის გარდატეხის მაჩვენებელს.

$$\frac{300000}{225000} = 1,33 = \text{წყლის გარდატეხის მაჩვენებელი}$$

იგივე გვაქვს გოგირდნახშირბადისთვისაც.

$$\frac{300000}{176500} = 1,70 = \text{გოგირდნახშირბადის გარდატეხის მაჩვენებელი}$$

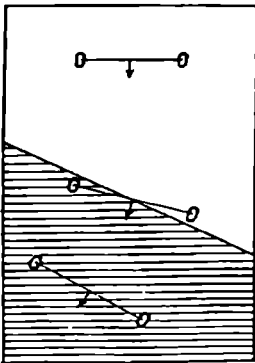
ეხლა პირიქით, თუ ვიცით გარდატეხის მაჩვენებელი, ადვილად შეგვიძლია გამოვიანგარიშოთ სინათლის გავრცელების სიჩქარე.

$$\frac{300000}{1,33} = 225000 \text{ კმ/წმ}$$

თუ ჰაერში სინათლის გავრცელების სიჩქარეს ერთეულად მივიჩნევთ, მაშინვე თვალში გვეცემა შებრუნებული დამოკიდებულება სინათლის სიჩქარისა და გარდატეხის მაჩვენებლის სიდიდეებს შორის.

$$v = \frac{1}{n}$$

ამგვარად, მოცემულ გარემოში, სინათლის გავრცელების სიჩქარე მისი გარდატეხის მაჩვენებლის უკუტოლფარდია.



ნახ. 28.

ეს დამოკიდებულება შეიძლება შევამოწმოთ შემდეგი უბრალო ცდით (ნახ. 28).

ღერძით შეერთებული ორი პატარა ბორბალი დავაგროთ დაქანებულ გლუვ დაფაზე. ამ დაფის ზედაპირის ნაწილზე დაწებებულია მუდის ნაჭერი.

თუ ორივე ბორბალს ისე დავაგროებთ, რომ მათი მოძრაობის მიმართულება დაწებებულ მუდის ნაპირის ხაზის მართობი იყოს, მაშინ, მაუდთან ერთდროულად მისვლის შემდეგ, ორივე ბორბალი შეანელებს თავის სვლას და მიგორავს მუდის ზედაპირზე შემცირებულ სისწრაფით. მგორავ ღერძის მოძრაობის მიმართულება წინანდელი რჩება, იცვლება მხოლოდ მოძრაობის სისწრაფე.

ხოლო, თუ მოძრაობა ზემოაღნიშნული ხაზისადმი ირიბად იქნება ნიშნის მიმართულება წინანდელი რჩება, იცვლება მხოლოდ მოძრაობის სისწრაფე.

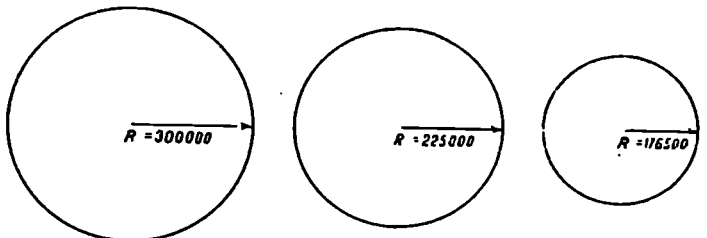
თული, მაშინ ორი ბორბლიდან ჯერ ერთი ნოხვდება მაუღზე. ხახუნის გადი-
დების გამო ეს ბორბალი უფრო ნელა იპოძრავებს ვიდრე მეორე, რომელიც ჯერ
ისევე გლუვ დაფაზე იწყობება. ამ ბორბლის სიჩქარის შეცვლა უეპველად შეცვლის
ლერძის მოძრაობის მიმართულებასაც. ასე რომ, როდესაც ლერძი მთლად
მაუღზე გადავა, იგი იპოძრავებს უკვე სხვა მიმართულებით (ნახ. 22). ჩვენ
შეგვიძლია ვთქვათ, რომ მგორავი ლერძის მოძრაობის მიმართულებამ გა-
რღი ტეხა თავისი გზა. გზის გარდატეხის მიზეზი არის სიჩქარის შეცვლა
სხვა გარემოში გადასვლის დროს.

სწორედ ამგვარადვე ხდება სინათლის სხივის გზის გარდატეხა, როდესაც
მას მეორე გარემოში გადასვლის დროს ეცვლება გავრცელების სიჩქარე.

რაც უფრო ხორკლიანია მაუღის ზედაპირი, მით უფრო მეტი იქნება ხახუნი.
მით უფრო მეტად იწვევს იგი მოძრაობის შენელებას და მით უფრო ძლიერი
იქნება მგორავი ლერძის პირვანდელი გზის „გარდატეხა“. ამის ნსგავსად, სინათ-
ლის გარდატეხაც მიხეზობრივ დამოკიდებულებაში იმყოფება სიჩქარის გავრცე-
ლების შეცვლასთან მეორე გარემოში შესვლის დროს. ბორბლების ნსგავსად
სინათლაც ტეხს თავის გზას, როდესაც იგი ირიბად ეცემა ორი გამკვირვალე
გარემოს გამყოფ ზედაპირს. ხოლო, თუ სინათლე მართობულად ეცემა ან ზედა-
პირს, მაშინ გარდატეხა არ ხდება და სინათლე შედის მეორე გარემოში თავისი
პირვანდელი მიმართულების შეუცვლელად.

§ 17. სინათლის გავ- გარდატეხის მაჩვენებელი აიკრებში, სითბებში და
რკელების გრაფიკი გამკვირვალე, მყარ ამორფულ სხეულებში, რომლებსაც
არა აქვთ კრისტალური აგებულება (როგორიც არის
ნაგ., ნინა), წარმოადგენს მუღმივე სიდიდეს და არ არის დამოკიდებული მიმარ-
თულებისაგან. მაშასადამე, მათში სინათლის გავრცელების სიჩქარეც ყველა მი-
მართულებით ერთნაირი იქნება. თუ მოვიწოდებთ ამ მოვლენის გრაფიკულად

სინათლის ზედაპირი:

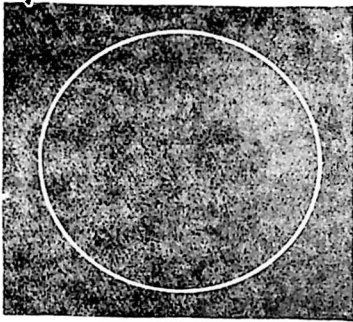


300000 ჰაერში, 225000 წყალში, 176500 გოგირდნახშირბადში.
ნახ. 29.

გამოსახვას, მივიღებთ ისეთ სფერულ ზედაპირს, რომლის რადიუსი უდრის
სინათლის გავრცელების სიჩქარეს აღნიშნულ გარემოში (ნახ. 29).

გამკვირვალე სხეულებს, რომლებიც კრისტალდებიან სწორ სინგონიაში—ქვა-

მარილს, ფლუორიტს (CaF_2) და სხვ., მუდმივი გარდატეხის მაჩვენებელი აქვთ, რომლის სიდიდე არ არის დამოკიდებული მიმართულებაზე. ამიტომ, სინათლის



ნახ. 30.

გავრცელების გრაფიკი ამათვისაც სფეროს ზედაპირი იქნება. დიდი ხანი არ არის რაც გამოაკონილ იქნა ისეთი ხელსაწყო, რომლის საშუალებით შესაძლებელი გახდა მყარ სხეულებში სინათლის გავრცელების ფოტოგრაფიული ასახვა. ნახაზი 30 გამოსახავს ამგვარ ფოტოგრაფიულ სურათს. ფოტოგრაფიული ფირფიტის ბნელ ველზე ნათლად მოჩანს ქვამარილის კრისტალში წარმოშობილი სინათლის კვალი. ჩვენ ვხედავთ, რომ სინათლის ზედაპირის კვეთი წარმოადგენს წრეს, მაშასადამე თვით ზედაპირს აქვს სფეროს მოყვანილობა.

§ 18. სინათლის ტალღის ზედაპირი ისლანდიურ შპატში

უფრო რიკულია სინათლის გავრცელება ჰექსაგონალურ და კვადრატულ კრისტალებში. აქ სინათლის სხივი კრისტალში შესვლის დროს იყოფა ორ სხივად: ჩვეულებრივ [და არაჩვეულებრივ სხივებად.

პიუგენსის მიერ ისლანდიურ შპატზე წარმოებული ცდებიდან ეიცით, რომ ჩვეულებრივი სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი ყველა მიმართულებით ერთნაირია და უდრის 1,65.

$$n = 1,65 = \text{const.}$$

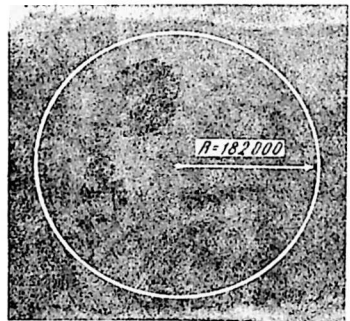
ამ სხივის გავრცელების სისწრაფე წარმოადგენს სიდიდეს, რომელიც გარდატეხის მაჩვენებლის უკუტოლფარდია.

$$V_o = \frac{300000}{1,65} = 182000 \text{ klm/sec}$$

ეს სისწრაფე ერთნაირი იქნება ყველა მიმართულებით. ამიტომ, გრაფიკულად ეს მოვლენა ჩვენ სფერული ზედაპირით უნდა გამოვსახოთ (ნახ. 31).

არაჩვეულებრივი სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი სხვადასხვა მიმართულებით ერთნაირი არ არის, ამიტომ ამ სხივის გავრცელების სისწრაფეც

სხვადასხვა მიმართულებით სხვადასხვანაირი იქნება. თარაზული ლერძის (A) მიმართულებით არაჩვეულებრივი სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი უდრის 1,48.



ნახ. 31.

$$n = 1,48$$

შვეული ღერძის (C) მიმართულებით $\epsilon = 1,65$.

აწის გამო არაჩვეულებრივი სხივის სისწრაფეც ერთნაირი არ იქნება თარაზული და შვეული მიმართულებით. ამ სისწრაფის სიდიდე გარდატეხის მაჩვენებლის უკუტოლფარდია. თარაზული ღერძის მიმართულებით ეს სისწრაფე იქნება ნეტი, ხოლო შვეული ღერძის მიმართულებით—ნაკლები.

$$A - \text{ღერძის მიმართულებით} - V_E = \frac{300000}{1,48} = 203000 \text{ klm/sec.}$$

$$C - \text{ღერძის მიმართულებით} - V_E = \frac{300000}{1,65} = 182000 \text{ klm/sec.}$$

რომ ავიღოთ ორი ერთმანეთის გადაწყვეთი სწორი და გადაკვეთის წერტილიდან სხვადასხვა მიმართულებით ვზომოთ J; სხივის გავრცელების სისწრაფის ტოლფარდი გრაფიკული სიდიდეები, შედეგად მივიღებთ შვეული ღერძის მიმართულებით შექუქტილ ოპტიკური ელიფსოიდს (ნახ. 32).

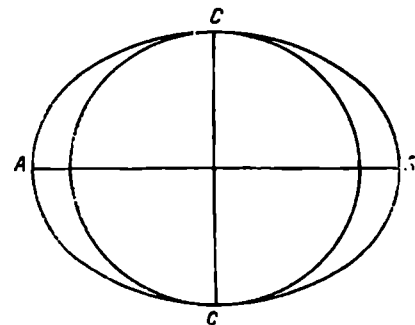
ამგვარია Extraordinaire სხივის სინათლის ზედაპირის ფორმა.

ისლანდიურ შპატის კრისტალში ერთდროულად წარმოდება ორი სხივი. მათი გავრცელების სისწრაფე ერთნაირი არ არის; ამის გამო დროის ერთეულში ისინი სხვადასხვა ზედაპირს მიაღწევენ.

Ordinaire სხივები წარმოშობენ სფერულ ზედაპირს, Extraordinaire-კი ელიფსოიდურს.

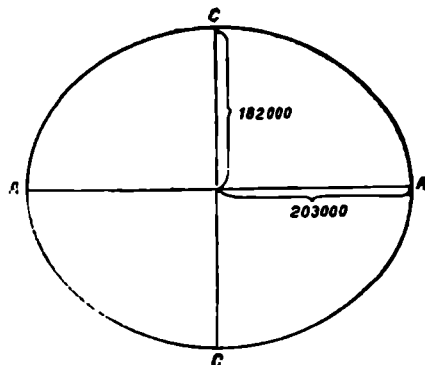
Extraordinaire სხივის გავრცელების სისწრაფე Ordinaire სხივის გავრცელების სისწრაფეზე მეტია, ამიტომ ელიფსოიდის ზედაპირი სფეროს ზედაპირზე მეტი იქნება.

§ 19. მთავარი მხოლოდ, თარაზ-ოპტიკური ღერძი C ღერძის მიმართულებით, Extraordinaire სხივს აქვს ისეთივე გავრცელების სისწრაფე, როგორც Ordinaire სხივს, ამიტომ, აღნიშნული მიმართულებით, ორივე სინათლის



ნახ. 33.

ზედაპირი ერთმანეთს შეეხება (ნახ. 33). ისლანდიური შპატის ამ მიმართულებას ეწოდება მთავარი ოპტიკური ღერძი. მას აქვს განსაკუთრებული ოპტიკური თვისებები. ამ მიმართულებით არაჩვეულებრივი სხივის გარდატეხის



ნახ. 32.

მაჩვენებელი უღრის ჩვეულებრივი სხივის გარდატეხის მაჩვენებელს და ორივე სხივის გავრცელების სისწრაფე ერთნაირია. აქ არ ხდება სხივის ორმაგი გარდატეხა და ამ მიმართულებით ისლანდიური შპატის კრისტალი არ იჩენს ორმაგ გარდამტეხ სხეულის თვისებებს.

მაშასადამე, მთავარი ოპტიკური ღერძის მიმართულებით (C—ღერძი):

$$\varepsilon = \omega = 1,65$$

$$V_E = V_O = 182000 \text{ km/sec.}$$

მთავარი ოპტიკური ღერძი წარმოადგენს იმ ერთადერთ მიმართულებას, სადაც არაჩვეულებრივი და ჩვეულებრივი სხივები ერთდებიან.

§ 20. სინათლის ტალღის ორმაგი ზედაპირი კვარცში

ჰიუგენსის გამოკვლევებმა აღმოაჩინეს, რომ კვარცში ოპტიკურ მოვლენებს სულ სხვა ხასიათი აქვთ. E და O სხივების გარდატეხის მაჩვენებლების განსაზღვრამ აქაც გამოარკვია ის ფაქტი, რომ O სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის სიდიდე არ არის დამოკიდებული არც იმ მიმართულებაზე, რომლითაც მიდის სინათლე კრისტალში და არც იმ კუთხეზე, რომლითაც სხივი ეცემა კრისტალს. ყოველგვარ პირობებში წარმოებულ ცდებში მიხედვით კვარცში O სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი უღრის 1,544.

$$\omega = 1,544\text{-const}$$

რაც შეეხება E სხივს, ცდებით დამტკიცდა, რომ მისი გარდატეხის მაჩვენებელი იცვლება მიმართულების შეცვლასთან ერთად.

თარაზული ღერძის (A) მიმართულებით გაზომილი არაჩვეულებრივი სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი ყოველთვის იძლეოდა 1,553, შვეული ღერძის (C) მიმართულებით კი 1,544 უღრიდა.

ამგვარად, კვარცის ოპტიკური თვისებები განირჩევიან ისლანდიური შპატის ოპტიკური თვისებებისაგან და მოწინააღმდეგე ბუნებისა არიან.

კვარცის E სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი O სხივის გარდატეხის მაჩვენებელზე მეტია.

$$\varepsilon > \omega$$

სწორედ იმის საწინააღმდეგოდ, რასაც ეხედავთ ისლანდიურ შპატში.

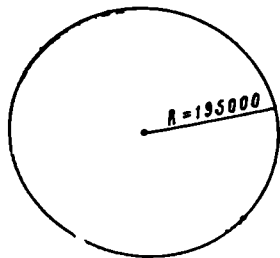
E და O სხივების გარდატეხის მაჩვენებლები კვარცში უღრის

$$\omega = 1,544\text{-const}$$

$\varepsilon = 1,553$ -დან (A ღერძით) — 1,544-დე (C ღერძით). კვარცში O და E სხივების გავრცელების სისწრაფე მათი გარდატეხის მაჩვენებლის უკუტოლფარდია. Ordinaire სხივის სისწრაფე

$$V_o = \frac{300000}{1,54} = 195000 \text{ km/sec}$$

კვარცში ჩვეულებრივი (O) სხივის გავრცელების ზედაპირი სფერო იქნება, რომლის რადიუსი 195000 km უღრის (ნახ. 34).



ნახ. 34.

Exstraordinaire სხივის გავრცელების სისწრაფე თარაზული მიმართ უღრმით უღრის

$$V_E = \frac{300000}{1,55} = 192000 \text{ km/sec.}$$

შვეული ნიმართულებით

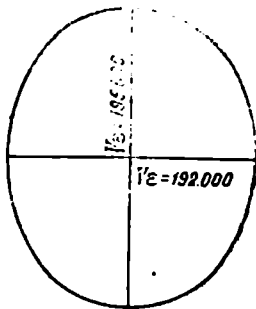
$$V_E = \frac{300000}{1,54} = 195000 \text{ km/sec.}$$

თუ E სხივის გავრცელების სისწრაფეს კვარცში გრაფიკულად გამოვსახავეთ, მივიღებთ ელიფსოიდს, რომლის მცირე ღერძი = 192.000, ხოლო დიდი 195.000 km-ს (ნახ. 35).

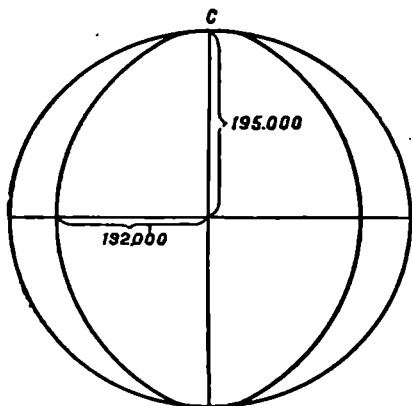
კვარცში ამ ორი სხივის გავრცელების მოუღენის გრაფიკული გამოხატულება გვაძლევს ორმაგ ზედაპირს: სფეროსებურს, რომლის რადიუსი უღრის 195000 km-ს და ელიფსოიდურს რადიუს-ვექტორებით 192000—195000 km-მდე (ნახ. 36).

რაც უფრო მეტია გარდატეხის მაჩვენებელი, მით ნაკლებია სინათლის სისწრაფე. ამიტომ Exstraordinaire სხივი უფრო ნაკლები სისწრაფით ვრცელდება, ვიდრე Ordinaire და ელიფსოიდური ზედაპირი მოთავსებული იქნება სფერული ზედაპირის შიგნით.

§ 21. ოპტიკურად ერთ-ღერძიანი კრისტალები მიუხედავად კვარცის და ისლანდიური შპატის ოპტიკური თვისებათა მონიშნულმდეგ ხასიათისა, მათ აქვთ ერთი საერთო თვისება.



ნახ. 35.



ნახ. 36.

შვეულ C ღერძის მიმართულებით Exstraordinaire და Ordinaire სხივების გარდატეხის მაჩვენებლები ერთნაირი სიდიდისა არიან:

$$\varepsilon = \omega = 1,65 \text{ ისლ. შპატში.}$$

$$\varepsilon = \omega = 1,54 \text{ კვარცში.}$$

ერთნაირია Exstraordinaire და Ordinaire სხივების გავრცელების სისწრაფეც:

$$V_O = V_E = 182000 \text{ km/sec. ისლ. შპატში.}$$

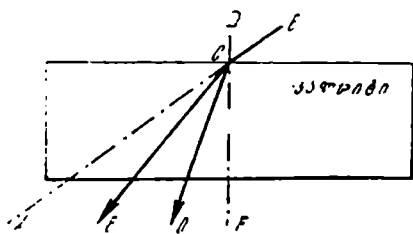
$$V_O = V_E = 195000 \text{ km/sec. კვარცში.}$$

ამ მიმართულებით არც კვარცი და არც ისლანდიური შპატი არ იჩენს ორმაგ გარდატეხას. ისლანდიურ შპატში და კვარცში, მთავარი ოპტიკური ღერძის მიმართულებით, სინათლის გარდატეხას მარტივი გარდატეხის

ხასიათი აქვს. აქ O და E სხივები ერთდებთან ერთ სხივში. ვინაიდან ეს მიმართულება მხოლოდ ერთია და კვარცხაყ და ისლანდიურ შპატსაც ერთი ოპტიკური ლერძი აქვთ, რომელიც ზემოაღნიშნულ თვისებების მატარებელია, მათ ოპტიკურად ერთლერძიან კრისტალებს უწოდებენ. შემდეგში სხვადასხვა მინერალების ოპტიკური თვისებების გამოკვლევამ აღმოაჩინა, რომ ჰექსაგონალური და კვადრატული სინგონიის ყველა კრისტალები ოპტიკურად ერთლერძიანები არიან.

§ 22. ოპტიკურად ოპტიკის ამ დარგის განვითარება წარმოებდა იმ დადებითი და უარყოფითი, როდესაც ყველა გატაცებული იყო ელექტრული ფიზიკის კრისტალებში მოვლენების შესწავლით. ამიტომ გასაგებია, რომ ამ გატაცებამ ოპტიკაში ხმარებულ ზოგიერთ ტერმინებზე თავისი კვალი დასტოვა.

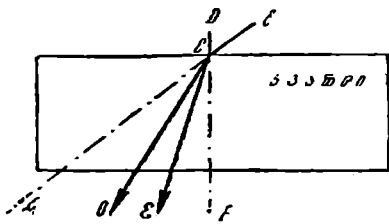
ავილოთ ისლანდიური შპატის და კვარცის ორი ერთნაირი ფირფიტა და მათი ზედაპირის ირიბად გაუშვით სინათლის სხივი. როგორც ისლანდიურ შპატში, აგრეთვე კვარცშიაც სინათლის სხივი შესვლისთანავე გაორდება. მაგრამ ისლანდიურ შპატში უფრო ძლიერად გადაიხრება O სხივი, კვარცში-კი E სხივი (ნახ. 37 და 38).



ნახ. 37.

ელექტრო მოვლენის მსგავსად აქ ხელაღდენ მართობის მიერ სხივის მიზიდვას ან უკუგდებას. ისლანდიურ შპატში სხივის ორმაგი გარდატეხა ისე წარ-

მოებს, თითქოს E სხივი უკუივდებდა DI მართობისგან, კვარცში კი, პირიქით, იგი თითქოს მიიზიდებდა. ამიტომ, ისლანდიურ შპატს უწოდეს ოპტიკურად უკუშეგდები კრისტალი, კვარცს კი ოპტიკურად მიმზიდველი. ეხლაკი, როდესაც ელექტრო-მოვლენათა შესწავლაში, ტერმინები „მიმზიდველი“ და „უკუშეგდები“ ელექტრობა, შეცვლილია ტერმინებით „დადებითი“ და „უარყოფითი“. ოპტიკაშიც შემოიღეს ახალი აღნიშვნა. ისლანდიურ შპატს უწოდებენ ოპტიკურად უარყოფითს, კვარცს კი ოპტიკურად დადებითს.



ნახ. 38.

ოპტიკურად უარყოფითი ისლანდიური შპატის O სხივის გარდატეხის ნაჩვენებელი უფრო დიდია, ვიდრე E სხივის გარდატეხის ნაჩვენებელი ($\alpha > \epsilon$). კვარცში კი, პირიქით, E სხივი უფრო მეტად იხრება, ვიდრე O სხივი ($\epsilon > \alpha$). სხვადასხვა მინერალების ოპტიკური თვისებების გამოკვლევამ აღმოაჩინა, რომ ზოგი მათგანი უნდა მიეკუთვნოს ისლანდიური შპატის ჯგუფს, რადგან

მათში O სხივის გარდატეხა უფრო ძლიერია, ვიდრე E სხივისა. ამიტომ მათ უწოდებენ ოპტიკურად უარყოფით მინერალებს.

სხვა მინერალები კი, რომლებიც კრისტალებიან ჰექსაგონალურ და კვადრატულ სინგონიებში, თავისი ოპტიკური თვისებებით კვარცის მსგავსნი არიან. მათში $\varepsilon > \omega$ და ამიტომ მათ უწოდებენ ოპტიკურად დადებით მინერალებს.

ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში აღნიშნულია ზოგიერთი მინერალები.

$\varepsilon > \omega$ ოპტიკურად (+)

კვარცი $\varepsilon = 1,553$; $\omega = 1,544$

ციროკონი $\varepsilon = 1,993$; $\omega = 1,931$

რუტილი $\varepsilon = 2,903$; $\omega = 2,616$

კასიტე-

რიტი $\varepsilon = 2,004$; $\omega = 1,997$

$\omega > \varepsilon$ ოპტიკურად (-)

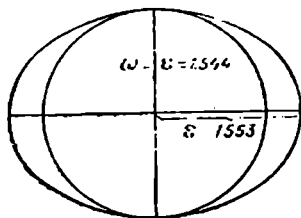
ისლანდ. შპატი $\omega = 1,658$; $\varepsilon = 1,486$

კორუნდი $\omega = 1,768$; $\varepsilon = 1,760$

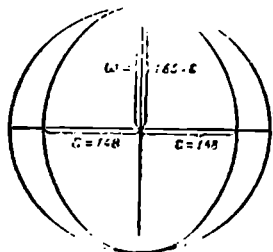
მწვანე ტურმა-

ლინი $\omega = 1,640$; $\varepsilon = 1,623$

აპატიტი $\omega = 1,646$; $\varepsilon = 1,642$



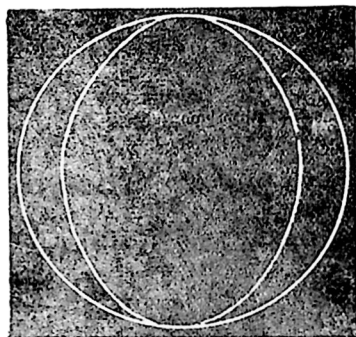
ნახ. 39. ოპტიკურად (+)



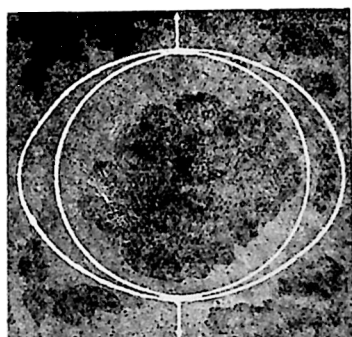
ნახ. 40. ოპტიკურად (-)

კრისტალთა ამ ორი ჯგუფისათვის დასხვა სახე ექნება (ნახ. 39 და 40).

გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკს სხვა-



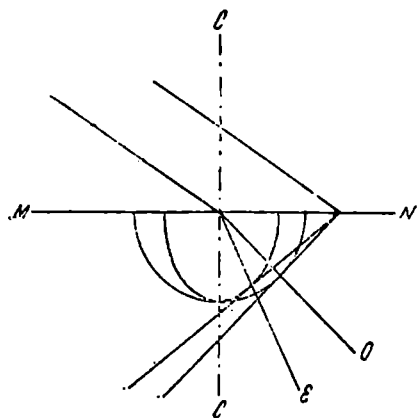
ნახ. 41. ოპტიკურად (+)



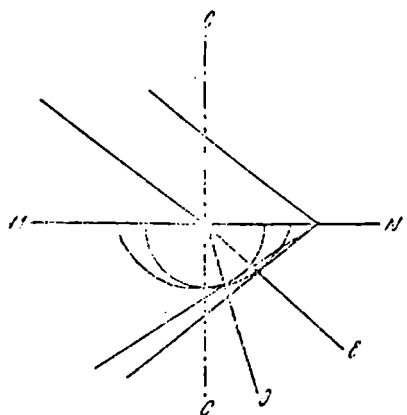
ნახ. 42 ოპტიკურად (-)

ამგვარად, სინათლის გავრცელების ზედაპირის ფორმას მათში სხვადასხვა სახე აქვს (ნახ. 41 და 42).

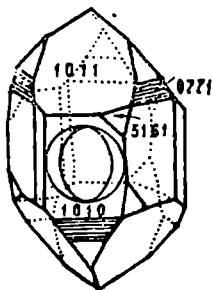
ჩეხსიერებაში რომ კარგად აღიბეჭდოს განსხვავება დადებით და უარყოფით ეოთლეტრიან კრისტალებს შორის, ნახ. 43 და 44 გამოსახულია ორმაგი გარდატეხა სინათლის ზედაპირებთან დაკავშირებით.



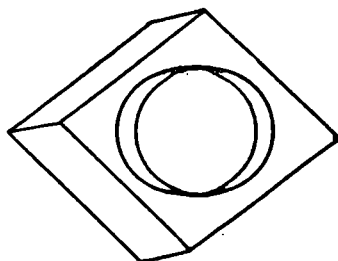
ნახ. 43. ოპტიკურად (+)



ნახ. 44. ოპტიკურად (-)



ნახ. 45. კვარცის კრისტალი.
ოპტიკურად (+)



ნახ. 46. ისლანდიური შპატი.
ოპტიკურად (-)

45 და 46 ნახაზებზე გამოსახულია კვარცის და ისლანდიური შპატის კრისტალები მათში წარმოშობილი სინათლის ტალღებით.

მსსაგე მეცადინეობა

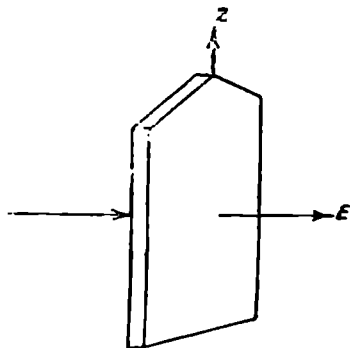
ტურმალინი ნე-17 საუკუნის დასასრულს ინდოეთიდან ევროპაში ჩამოიტანეს მინერალი ტურმალინი. ისი ფისიკური თვისებების შესწავლამ აღმოაჩინა მრავალი საინტერესო თავისებურება. გათბობის დროს ტურმალინი იჩენს ელექტრულ თვისებებს: მისი ერთი ზოლო იტირდება დადებითი ელექტრობით, მეორე კი უარყოფითით. მის ოპტიკურ თვისებათა შესწავლამ დაადგინა განსაკუთრებულად მნიშვნელოვანი ფაქტები. ამგვარად, ოპტიკაში ტურმალინსაც, ისლანდიურ შპატთან ერთად, ჩენი ცოდნის განვითარების ისტორიაში, მეტად დიდი მნიშვნელობა იქონია. ტურმალინი კრისტალდება ჰექსაგონალურ სინგონიაში და, როგორც ასეთს, ორმაგი გარდატეხის უნარი აქვს. ტურმალინში შესული სინათლე იყოფა ჩვეულებრივ და აჩვეულებრივ სხივებად. ტურმალინის განსაკუთრებულ თავისებურებად უნდა ჩათვალოს ის, რომ ტურმალინი შთანთქავს ჩვეულებრივ სხივს და, როდესაც ტურმალინის ფირფიტა საკმაოდ სქელია, იგი უშვებს მხოლოდ ერთს, არაჩვეულებრივ სხივს ნახ. (47).

ტურმალინიდან გამოსული სინათლე განსაკუთრებულ თვისებებს იძენს. თუ ამ სინათლის გზაზე მოვათავსებთ ტურმალინის მეორე ფირფიტას, შევამჩნევთ შემდეგ მოვლენებს:

1. თუ ტურმალინის ფირფიტების მთავარი ოპტიკური ღერძები ურთიერთ სწორივი არიან (ნახ. 48, 49), მაშინ პირველ ტურმალინში გასული სხივი მთლიანად გადის მეორეშიაც.

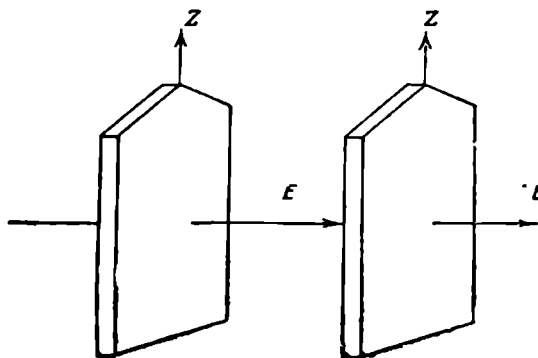
2. თუ ტურმალინის ოპტიკური ღერძები ურთაერთ დახრილნი არიან, პირველ ტურმალინში გასული სხივი მეორეში გაძოდის მხოლოდ ნაწილობრივ.

ნახ. 50-ზე ხაზი OR გვიჩვენებს სინათლის იმ რაოდენობას, რომელსაც უშვებს პირველი ტურმალინი, ხაზი ON—კი სინათლის რაოდენობას, რომელიც გადის მეორე ტურმალინში. ამგვარად, მეორე ტურმალინის მიერ გაშვებული სინათლის რაოდენობა დამოკიდებულია ტურმალინების მთავარი ოპტიკური ღერძებს შორის შექმნილ კუთხეზე.

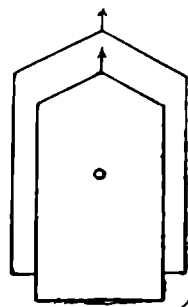


ნახ. 47.

3. როდესაც კუთხე 90° -უდრის (ტურმალინები გადაჯვარედინებულნი არიან), სინათლე სრულებით არ გადის მეორე ტურმალინში (ნახ. 51).

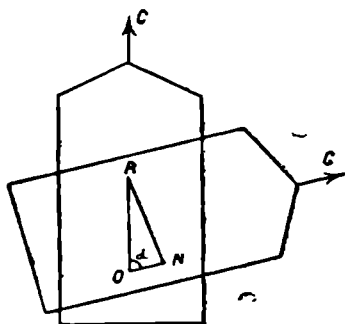


ნახ. 48.

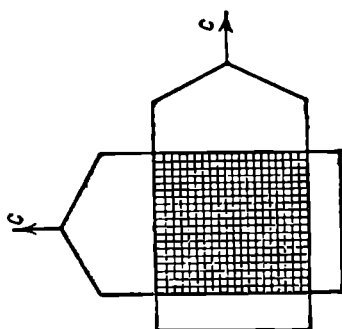


ნახ. 49.

ეს მოვლენა მოწმობს იმას, რომ ტურმალინში გასულმა სხივმა განსაკუთრებული თვისებები შეიძინა და, რომ ის უკვე ჩარ წარმოადგენს ბუნებრივ სინათლეს. მასში თითქოს წარმოიშენნ განსაკუთრებული თავისებურებანი.



ნახ. 50.



ნახ. 51.

ამგვარ სინათლეს დაპოლარებულ სინათლეს უწოდებენ.

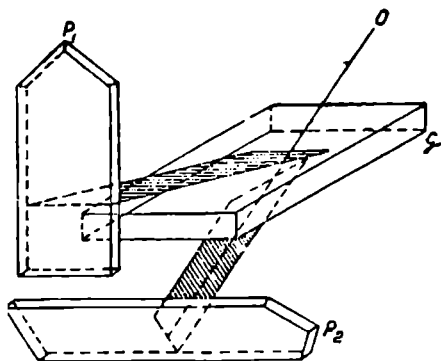
ის მნიშვნელობა, რომელიც ტურმალინმა მოიპოვა ოპტიკურ ცოდნათა განვითარების ისტორიაში, მდგომარეობდა იმაში, რომ ის შეიქმნა მარტივ იარაღად დაპოლარებული და ბუნებრივი სხივების გასარჩევად.

§ 24. სინათლის პო- მინიდან ანარეკლი ან გარდატეხილი სინათლის ანა-
ლარიზაცია მინის სა- ლიზმა ტურმალინის ფირფიტის შემწეობით გამოარკვია,
შუალეებით რომ ორივე სხივის კონა, როგორც ანარეკლის ისე გარ-
დატეხილისაც, ნაწილობრივ დაპოლარებულია.
იმ მდებარეობაში, რომელიც [ნაჩვენებია ნახ. 52 ტურმალინის ფირფიტა არ

უშვებს ანარეკლ სხივების მეტ ნაწილს. თუ ტურმალინის ფირფიტას შევაბრუნებთ 90° -ით, მაშინ ყველა ანარეკლი სხივები გაივლიან მასში. ეს გვიჩვენებს, რომ ანარეკლი სხივების ნაწილმა შეიძინა დაპოლარებული სხივების თვისებები და, რომ მათ მხოლოდ ტურმალინის განსაზღვრულ მდგომარეობაში შეუძლიათ მასში გასვლა.

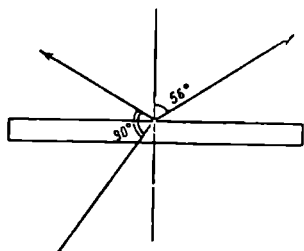
აღმოჩნდა, რომ მინით გარდატეხილი სხივები აგრეთვე ნაწილობრივ დაპოლარებული არიან.

თუ ტურმალინის ფირფიტას დავაყენებთ ისე, როგორც ნახ. 52-ზე არის ნაჩვენები, გარდატეხილი სხივების მეტი ნაწილი მასში არ გაივლის. საკმარისია ტურმალინის ფირფიტა შევაბრუნოთ 90° -ით, რომ გარდატეხილმა სხივებმა მთლიანად გაიარონ მასში.



ნახ. 52.

ამ მოვლენის დაწვრილებითმა გამოკვლევამ გამოარკვია, რომ სრული დაპოლარება მიღწეული იქნება მაშინ, როდესაც ანარეკლი და გარდატეხილი სხივების კონების მიერ შექმნილი კუთხე უდრის 90° -ს. ამ დროს, სინათლის დაცემის



ნახ. 53.

კუთხის ტანგენსის სიდიდე უდრის იმ ნივთიერების გარდატეხის მაჩვენებელს, რომელიც არეკლავს და გარდატეხს სინათლეს. მინისათვის სრული პოლარიზაცია იწყება მაშინ, როდესაც სინათლე მასზე 56° -ის კუთხით ეცემა. დაცემის ამგვარი კუთხის დროს, ანარეკლი და გარდატეხილი სხივები ჰქმნიან ურთიერთ შორის სწორ კუთხეს და 56° -ის ტანგენსი უდრის $1,4$ -მინის გარდატეხის მაჩვენებელს (ნახ. 53).

ეს მოვლენები აღმოაჩინა და შეისწავლა

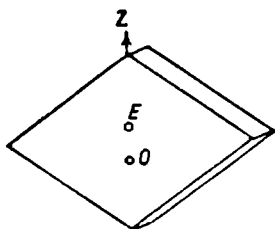
Brewster-მა, რის გამოც მის მიერ შემჩნეულ წესიერებებს უწოდებენ ბრიუსტერის კანონს.

§ 25. სინათლის პოლარიზაცია ისლანდიურ შპატის საშუალებით

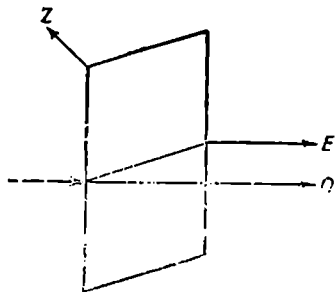
მას შემდეგ, რაც ტურმალინის საშუალებით გამოკვლეული იქნა მინის მიერ ანარეკლი და გარდატეხილი სხივების თავისებური თვისებები, დაიბადა ისლანდიურ შპატში განვლილი და იქ ორმაგად გარდატეხილი სხივების თვისებების გამოკვლევის სურვილი. ამ

მიმართულებით წარმოებულმა პირველივე ცდებმა გამოარკვიეს, რომ ორივე სხივი, ჩვეულებრივი (O) და არაჩვეულებრივი (E), წარმოადგენენ სავსებით დაპოლარებულ სხივებს. ავიღოთ ისლანდიური შპატი და გავატაროთ

ნასში სინათლე. დაცემული სხივების კონა ისლანდიურ შპატში გაიყოფა ორ კონად—ჩვეულებრივ და არაჩვეულებრივ სხივებად (ნახ. 54 და 55).



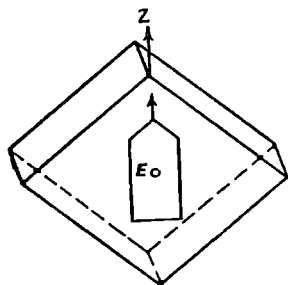
ნახ. 54.



ნახ. 55.

საკმარისია ამ სხივების გატარება ტურმალინში, რომ დავინახოთ ის განაკუთრებული თვისებები, რომლებიც სხივებმა შეიძინეს ისლანდიურ შპატში გასვლის შემდეგ.

თუ ტურმალინის ფირფიტას ისე დაეაყენებთ, რომ მისი მთავარი ოპტიკური კვეთის სიბრტყე ისლანდიური შპატის მთავარი ოპტიკური კვეთის სწვრივი იყოს (ნახ. 56), მაშინ, ორი სხივიდან ტურმალინის ფირფიტაში გაივლის მხოლოდ არაჩვეულებრივი სხივი.



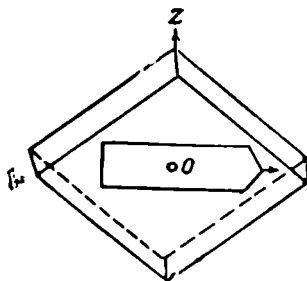
ნახ. 56.

ამ შემთხვევაში, ტურმალინის ფირფიტის მთავარი ოპტიკური ღერძის მიმართულება შეუთავსდება რომბის ბლაგვი კუთხეების შემაერთებელ ხაზს. თუ ტურმალინის ფირფიტას შევებრუნებთ 90° -ით ისე, რომ მისი ღერძი რომბის მახვილი კუთხეების შემაერთ-

ებელი ხაზის სწვრივი იყოს, ტურმალინში გაივლის () სხივი (ნახ. 57).

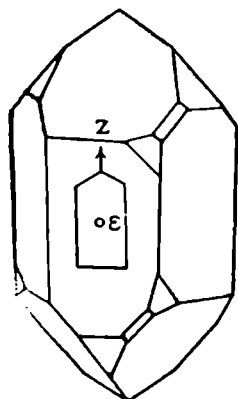
ამგვარად ირკვევა, რომ ისლანდიურ შპატში წარმოშობილი ორივე სხივი O და E წარმოადგენდნენ მთლიანად დაპოლარებულ სხივებს და, რომ ტურმალინის ფირფიტის შემწეობით შესაძლებელია განეასხვავოთ O სხივი E სხივისაგან.

მსგავსმა გამოკვლევებმა დაამტკიცეს, რომ კვარციც, ცირკონიც და სხვ. ერთღერძიანი კრისტალები ამჟღავნებენ ამავე მოვლენებს.

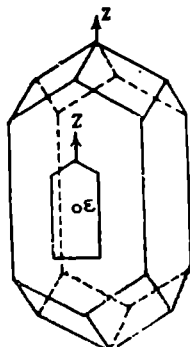


ნახ. 57.

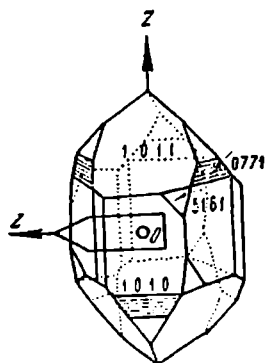
თუ ტურმალინის ფირფიტის და გამოსაკვლევი ერთლერძიანი კრისტალის მთავარი ოპტიკური კვეთები ერთმანეთს ემთხვევიან (ნახ. 58, 59), მაშინ F სხივი გაივლის.



ნახ. 53.



ნახ. 59.



ნახ. 60.

თუ მათი მთავარი ოპტიკური კვეთების სიბრტყეები ურთიერთ მართობული არიან, მაშინ ტურმალინის ფირფიტაში გაივლის ჩვეულებრივი O სხივი (ნახ. 60, რ1).

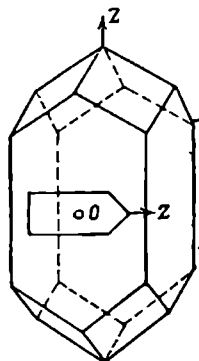
26. ტალღები წყლის ზედაპირზე

ასეთია ფაქტები. ვცადოთ გავერკვიოთ მათში. ამ მიზნისათვის ჩვენ უნდა გავეცნოთ ტალღებრივი მოძრაობის თავისებურებებს.

ჩვენ ვიცით, რომ ბგერა წარმოადგენს მოხმაურე სხეულის რხევის შედეგს და ჩვენ უშუალოდ შეგვიძლია შევიგრძნოთ დოლის ან ზარის მიერ გამოშვებული ხმების რხევა. ჩვენ ვიცით აგრეთვე, რომ ჰაერი წარმოადგენს იმ ნივთიერებას, რომელიც გადმოგვცემს სხეულის რხევას. ბგერათა მოვლენების შესწავლამ გამოარკვია, რომ ეს გადაცემა წარმოებს ტალღებრივი მოძრაობის შემწეობით.

ჩვენ ყველა, კარგად ვიცნობთ წყლის ზედაპირზე ტალღებს. წარმოვიდგინოთ, რომ ვიმყოფებით დაწყნარებული ტბის ნაპირზე. თუ ჩვენ წყალში გადავისვრით ქვას და ყურადღებით ვაღვწევთ თვალს იმ მოვლენებს, რომლებიც მოხდება ქვის წყლის ზედაპირთან შეხების მომენტში, შევამჩნევთ, რომ პირველად წყალი განიღვენება ნაპირებისაკენ ქვის დაცემის ადგილიდან.

იმ მომენტში, როდესაც ქვა ჩადის წყალში, ჩასვლის ადგილზე წარმოიშობა ჩაღრმავება. მაგრამ, რადგანაც წლის ზედაპირი ისწრაფვის კვლავ დაუბ-



ნახ. 61.

რუნდეს თავის პირვანდელ, თარაზულ მდგომარეობას, ამიტომ ქვით ნაპირები-საკენ განდევნილი წყალი ისწრაფვის უკან ჩაღრმავებული ადგილის შესავსებად. წყლის ნაწილაკები ყოველი მხრიდან მიისწრაფიან ჩაძირულ ქვისაკენ. იძენენ კინეტიურ ენერჯიას და ამ ენერჯიის წყალობით განაგრძობენ გზას, რის შედეგად წყალი შემაპუნდება ზევით და ქვის ჩაძირვის ადგილზე წარმოიშობა პატარა გორაკი.

შემდეგ წყლის ნაწილაკები კვლავ განაგრძობენ უკან თავის გზას, მაგრამ მაინც ცილდებიან თავის წონასწორობის მდგომარეობას და ტბის ზედაპირზე ხელახლა ჩნდება ჩაღრმავება. მაგრამ ესე იგი უკვე ისე ღრმად არის. ამალღების და ჩაღრმავების ეს პროცესი მრავალჯერ მეორდება და თანდათან ნელდება, სანამ სულ მთლად არ შეწყდება იმ წერტილების მოძრაობა, სადაც ქვა დაეცა. ასეთ წინ და უკან მოძრაობას უწოდებენ რხევით მოძრაობას.

ამგვარად, ჩვენ იმ დასკვნამდე მივყავართ, რომ ტალღები წარმოიშვებიან წყლის იმ წერტილიდან, რომელიც რაიმე გარეშე სხეულით მოყვანილია რხევით მოძრაობაში.

§ 27. ტალღების და იმის გასაშუქებლად. თუ რა ნიშნები ახასიათებენ მახასიათებელი ნიშნები ტალღებს, წარმოვიდგინოთ, რომ ტალღების რიგი გაიყინა და გამაგრდა. ნახ. 62-ზე მრუდზე წარმოადგენს ამ გვარი ზედაპირის კვეთს. დაკვირვება გვიჩვენებს, რომ ჩვენი მრუდის ზოგიერთი ნაწილი პირვანდელ დონეს აცილებულია, სხეები კი, ამის საწინააღმდეგოთ, დაწეულია. ანალღებულ ნაწილებს ჩვენ ვუწოდებთ ქედს, ხოლო დაწეულს უბეს.



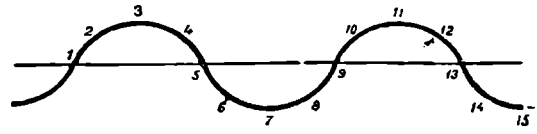
ნახ. 62.

თარაზულ ზედაპირიდან ქედის სიმაღლე უდრის მის ქვევით მდებარე უბის სიღრმეს. ამ სიმაღლეს უწოდებენ ტალღის ამპლიტუდს. ორი მსგავსი მდებარეობის წერტილთა შორის მანძილს უწოდებენ ტალღის სიგრძეს. მაგ., მანძილი 3 და 11; 5 და 13; 1 და 9 შორის და სხვ.

მრხველადი წერტილის მდებარეობა იწოდება მის ფაზად. ერთნაირ ფაზებს წარმოადგენენ 1 და 9; 2 და 10; 3 და 11; 5 და 13. მოპირდაპირე ფაზები: 1 და 5; 2 და 6; 3 და 7; 4 და 8; 9 და 13.

მოპირდაპირე ფაზები ერთმანეთისაგან ნახევარი ტალღით არიან დაშორებული (ნახ. 63).

თუ ამ განმარტებებს გამოვიყენებთ დიდი და პატარა ქვით წარმოშობილი ტალღების ჰაგალითზე, დავინახავთ, რომ პირველის მიერ შექმნილი ტალღა როგორც ამპლიტუდი, აგრეთვე



ნახ. 63.

სიგრძე მეორისაზე მეტია. ამგვარად, თუ ტალღების სიგრძეს და ამპლიტუდს დაეკვირდებით, შეგვიძლია ვიმსჯელოთ იმ მღვლეარების სიდიდებზე, რომელმაც შექმნა ტალღები. შემდეგ, იმ მიმართულებაზე დაკვირვებით, რომლითაც მიდიან ტალღები, ჩვენ შეგვიძლია ერთგვარი წარმოდგენა ვიქონიოთ ტალღების წარმოშობ წყაროს ადგილმდებარეობის შესახებ.

§ 28. **ტალღებრივი** დაევალოთ ტბის ზედაპირზე პატარა ნაფოტი, განე-
მობრაობა დევნოთ იგი ნაპირიდან რაც შეიძლება შორს და დაეკვირდეთ, როგორ გაიბრუნენ ტალღები მის ქვეშ. ჩვენ შევამჩნევთ, რომ ტალღების წინმსვლელობა არ წაიტაცებს ნაფოტს, არამედ იგი მხოლოდ აიწევა, ან დაიწევა იმისდა მიხედვით, თუ როგორ გაიბრუნენ მის ქვეშ ტალღები.

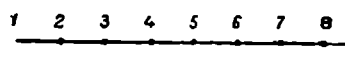
ნაფოტი გვიჩვენებს წყლის იმ ნაწილაკების მოძრაობას, რომელთაც იგი ეხება. აქედან დავასკვნით, რომ წყლის ნაწილაკები ტალღასთან ერთად წინ კი არ მიდიან არამედ ტალღების გარბენისას მხოლოდ ზევით და ქვევით ირბევიან.

ეს გარემოება საშუალებას გვაძლევს გავერკვიოთ ტალღების მოძრაობის ნეჟანიზმში.

წარმოვიდგინოთ წყლის წუნარი ზედაპირი.

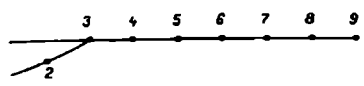
მისი ნაწილაკები დაკავშირებული არიან დრეკადი ძალებით და იმყოფებიან წუნარ მდგომარეობაში. (ნახ. 64).

ნაწილაკების რიგის მართობი მიმართულებით თუ გამოვიყვანთ პირველ ნაწილაკს სიწყნარის მდგომარეობიდან, შექიდიულების ძალები მეორე ნაწილაკსაც აიძულე-
ბენ გაჰყენენ პირველს.



ნახ. 64.

რადგანაც შექიდიულების ძალები დრეკად ძალებს წარმოადგენენ, მოძრაობის გადაცემას დასკირდება განსაზღვრული დრო და მეორე ნაწილაკი მიჰყვება პირველს მცირეოდენი ჩამორჩენით. ამიტომ, როდესაც პირველი ნაწილაკი უკვე მიაღწევს თავის უშორეს მდებარეობას, მეორე ჯერ არ იქნება იქამდე მისული, მესამე მიჰყვება მეორეს და ასე შემდეგ (ნახ. 65).

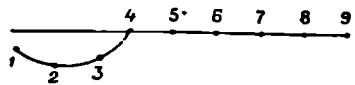


ნახ. 65.

როდესაც პირველი ნაწილაკი მიაღწევს უქიდიურეს დაშორებას, იგი შეჩერდება და იმ მომენტშივე დაბრუნდება უკან ძველი გზით. მეორე ნაწილაკი კი მიაღწევს თავის უშორეს მდებარეობას იმ მომენტში, როდესაც პირველი დაიწყებს ზევით სვლას.

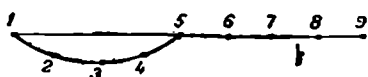
მესამე ნაწილაკი თავის მხრივ უჩემოვრებს იმავეს და ასე შემდეგ (ნახ. 66).

ამგვარად, ჩვენ ვხედავთ, რომ ერთი მეორეს მიყოლებით ნაწილაკები მიაღწევენ თავის უშორეს მდებარეობას. ტალღის ქედი მთელი რიგის გასწვრივ თითქოს გადადის ერთი ნაწილაკიდან მეორეზე. ნახ. 67 ვაზოსახავს ნაწილაკების მდებარეობას



ნახ. 66.

იმ მომენტში, როდესაც პირველი ნაწილაკი დაბრუნდება მოძრაობის დასაწყის წერტილში.

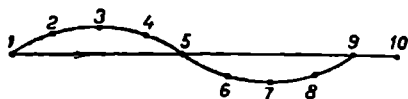


ნახ. 67.

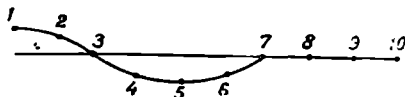
ამას იმეორებენ მომდევნო ნაწილაკებიც და ერთი მეორეს მიყოლებით იკავებენ უდიდესი გადანაცვლების მდებარეობას (ნახ. 68), რის შემდეგაც ნაწილაკები ისევ დაიწყებენ დაბრუნებას წონასწორობის მდგომარეობისაკენ.

ის მდებარეობა, რომელსაც ამ დროს ნაწილაკები დაიკავებენ, გამოსახულია ნახ. 69-ზე.

ეხლა პირველი ნაწილაკი იმყოფება იმავე მდებარეობაში, რომელშიაც იგი მოძრაობის დასაწყისში იყო. მან შეასრულა სრული რხევა.



ნახ. 69.



ნახ. 68.

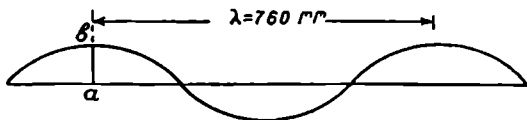
თუ მას ხელს არაფერი არ უშლის, იგი კვლავ განიმეორებს ზემოაღწერილ მოძრაობას, რომელიც გრძელდება იქამდის, სანამ არ დაიღვეა მისი ენერჯია.

§ 29. რხევის პერიოდი

ხშირად, იმის ნაცვლად, რომ ნაჩვენები იყოს ერთი წუთის განმავლობაში წარმოებული ოხვეათა რიკევი, უფრო მოსახერხებელია იმ დროს ცოდნა, რომელიც ესაჭიროება ერთი სრული რხევის შესრულებას.

იმ დროს, რომლის განმავლობაში ნაწილაკი შეასრულებს ერთ სრულ რხევას, ეწოდება რხევის პერიოდი.

ერთიმეორისაგან ტალღები ტალღის სიგრძით და ამპლიტუდის სიდიდით განირჩევიან. ნახ. 70 და 71-დან ჩანს, რომ ერთი და იმავე ამპლიტუდების მქონე ტალღებს სხვადასხვა სიგრძე აქვთ. ნახ. 71 და 72 დან-კი ცხადია, რომ ერთი და იმავე სიგრძის ტალღებს სხვადასხვა ამპლიტუდები აქვთ.

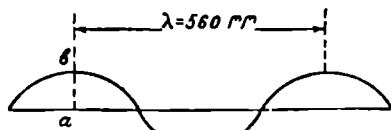


ნახ. 70.

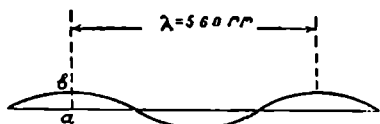
§ 30. სამუაროხეთერი ტალღებრივ რხევათა ელემენტების ზოგადი გაცნობის შემდეგ დავუბრუნდეთ სინათლის გავრცელების მოვლენებს.

ნიუტონის დროს, ზეჩვიდმეტე საუკუნის მეორე ნახევრის დასაწყისში, მეცნიერებაში უკვე დამყარდა შეხედულება, რომ ბგერა არის ჰაერის, წყლის ან სხვა რაიმე ნივთიერების ტალღებრივი რხევის შედეგი.

ბგერისა და სინათლის გავრცელების მოვლენათა შორის შემჩნეული იყო დიდი მსგავსება. ამიტომ, ბუნებრივი იყო ჰიუგენსის სურვილი სინათლის მოვლენებში ტალღებრივი რხევის თვალსაზრისით აეხსნა, მაგრამ, რადგანაც სინათლე დიდი სისწრაფით ვრცელდება და არც ერთს ჩვენს მიერ ცნობილ ნივთიერებას არ შეუძლია ისეთი სწრაფი მოძრაობის გადაცემა, ჰიუგენსი იძულებული იყო შეეტანა მეცნიერებაში ჰიპოტეზი განსაკუთრებული ნივთიერების, სამყაროს ეთერის არსებობის შესახებ. ამ ეთერით გავსილია მთელი სამყაროს სივრცე. ის ყველგან მოიპოვება, ყოველი სხეულის გარედ და შიგნით, პლანეტთა შორის სივრცეში და უჰაერო არეში, სხეულში, სამყაროს ყოველ ნივთიერებაში. ატომთა შორისი სივრცეც ამოვსილია ეთერით. თითოეული ატომი შემოხვეულია ეთერით ისე, როგორც დედამიწა და მასზე მყოფი ყოველი სხეული ჰაერით.



ნახ. 71.



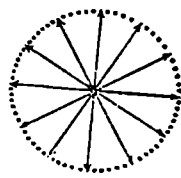
ნახ. 72.

ვრცელდება და არც ერთს ჩვენს მიერ ცნობილ ნივთიერებას არ შეუძლია ისეთი სწრაფი მოძრაობის გადაცემა, ჰიუგენსი იძულებული იყო შეეტანა მეცნიერებაში ჰიპოტეზი განსაკუთრებული ნივთიერების, სამყაროს ეთერის არსებობის შესახებ. ამ ეთერით გავსილია მთელი სამყაროს სივრცე. ის ყველგან მოიპოვება, ყოველი სხეულის გარედ და შიგნით, პლანეტთა შორის სივრცეში და უჰაერო არეში, სხეულში, სამყაროს ყოველ ნივთიერებაში. ატომთა შორისი სივრცეც ამოვსილია ეთერით. თითოეული ატომი შემოხვეულია ეთერით ისე, როგორც დედამიწა და მასზე მყოფი ყოველი სხეული ჰაერით.

§ 31. სინათლის ტალღებრივი გავრცელების თეორია ჩვენ უკვე ვიცით, რომ ბგერა ვრცელდება ჰაერის ტალღებრივი რხევით, ასევე, სინათლაც ვრცელდება ეთერში წარმოშობილ ტალღებრივ რხევათა საშუალებით. ეთერის რხევითი მოძრაობა აღიზიანებს ჩვენი თვალის ნერვებს და ჩვენში სინათლის შეგრძნებას წარმოშობს.

ზუსტ გამოკვლევათა საშუალებით დამტკიცდა, რომ ეთერის ნაწილაკები სინათლის მოძრაობის მიმართულების მართობად, — სინათლის სხივის ნართობად ირხვეიან. ბუნებრივ სინათლეში, რომელიც მოდის ჩვენთან ნზისაგან, ან სხვა რომელიმე სინათლის წყაროდან, ეთერის რხევა ხდება სხივის მიმართულების მართობად ყოველ შესაძლებელ სიბრტყეში (ნახ. 73).

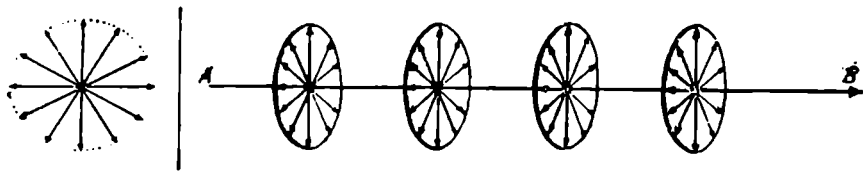
ამგვარად თუ სინათლე ვრცელდება A წერტილიდან B-ს მიმართულებით, ეთერის ნაწილაკები ირხევიან ამ მიმართულების მართობად ყოველ შესაძლებელ სიბრტყეში (ნახ. 74 და 75).



ნახ. 73.

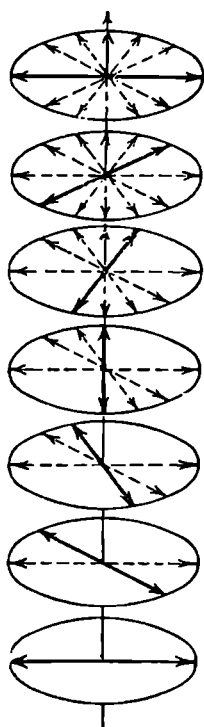
თუ ეთერის რხევის სიბრტყეები სწრაფად ცვლიან თავის მდებარეობას სივრცეში, ასეთი სინათლის ტალღებს ჩვენ ბუნებრივ სინათლეს ვუწოდებთ.

§ 32. სინათლის ორ- როდესაც რომელიმე ჰექსაგონალური ან კვადრატუ-
მაგი გარდატეხა ლი სინგონიის კრისტალში, სადაც ატომები განლაგებული
არაა თანაბარ და შკაფიოდ გარკვეულ მანძილებზე, შევა
ბუნებრივი სინათლე, იგი განიცდის გარკვეულ ცვალებადობას. კრისტალში
ეთერის ნაწილაკებს შეუძლიათ აწარმოონ თავისი რხევა მხოლოდ კრისტალის



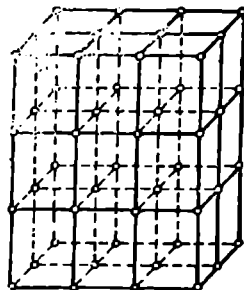
ნახ. 74.

ატომთა შორის სივრცეში. ატომები დალაგებულია რიგებად. კრისტალში შკაც-
რი წესიერებაა დაცული და ეთერის რხევა იძულებულია ამ წესს დაემორჩი-
ლოს. აქ ეთერის ნაწილაკს შეუძლია მხოლოდ ორ სიბრ-
ტყეში აწარმოოს თავისი რხევა: 1) ატომთა რიგთშო-
რისებში მთავარი ღერძის გასწვრივ და 2) ატომთა
რიგთშორისებში მთავარი ღერძის მართობად (ნახ. 76).



ნახ. 75.

ეთერის დრეკადობა ამ
ორი მიმართულებით თანა-
ბარი არ არის, ამიტომ რხე-
ვითა გავრცელების სიჩქარეც
ამ ორ, ურთიერთ მართობ
სიბრტყეში თანაბარი არ
იქნება. ჩვენ ვიცით, რომ
სინათლის სიჩქარის შეცვ-
ლას თან სდევს სინათლისმი-
მართულების შეცვლაც (იხ.
§ 16.), ე. ი. სხივის გარდა-
ტეხა. ამ შემთხვევაში სხი-
ვის გარდატეხა იქნება არა
მარტივი, არამედ ორმაგი.



ნახ. 76.

კრისტალში შესული სინათლე დაიშლება ორ ტალღად.
ერთი ტალღა შექმნილია ატომთა რიგთშორისებში შეე-
ული ღერძის გასწვრივ. ეს რხევა შექმნის Extraordi-
naire (არაჩვეულებრივ) სხივს.

ეთერის რხევა ატომთა რიგთშორისებში მთავარი
ღერძის მართობად შექმნის ჩვეულებრივ — Ordinaire
სხივს. ასე იყოფა ბუნებრივი სინათლე ჰექსაგონალური
ან კვადრატული სინგონიის კრისტალში. კრისტალში

ადგილი არ არის ეთერის უწყობრივო რხევისათვის.

კრისტალურ ნივთიერებაში ატომების კანონზომიერი განლაგების გამო,

ბუნებრივი სინათლისთვის დამახასიათებელი ეთერის უწყსრივო რხევები, კრისტალში შესვლისას ემორჩილებიან კრისტალური ნივთიერების აღნაგობას და ორ, ურთიერთ მართობ სიბრტყეში ლაგდებიან.

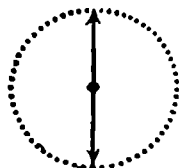
ამ რხევათა გავრცელების არათანაბარ სიჩქარეს მოსდევს სინათლის გარკება, დაშლა, Ordinaire და Extraordinaire სხივებად. ხდება სხივის ორმაგი გარდატეხა. ამ ორი სხივის რხევის სიბრტყეები ურთიერთ მართობნი არიან.

§ 33. განსხვავება ჩვენ დავინახეთ, რომ სინათლე, ჰექსაგონალურ ან ბუნებრივ და და: კვადრატული სინგონიის კრისტალში გავლის შემდეგ, პოლარებულ სი: განიციდის თავისებურ ცვალებადობას და იყოფა ორ ნათლეს შორის (E და O) სხივად.

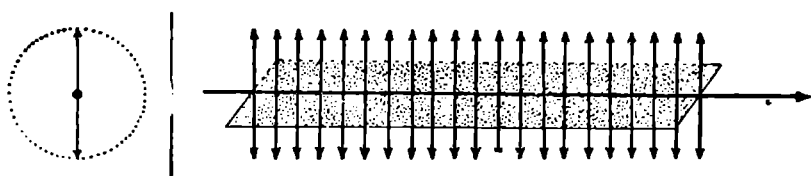
ტურმალინის საშუალებით გამოკვლევამ აღმოაჩინა, რომ ორივე სხივი (O და E) სრულიად დაპოლარებულია (იხ. § 25).

ახლა, ჩვენ შეგვიძლია დავადგინოთ განსხვავება ბუნებრივ და დაპოლარებულ სხივებს შორის.

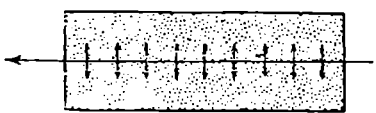
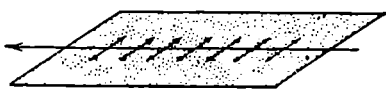
დაპოლარებული სხივი ეთერის იმ რხევებისაგან შედგება, რომლებიც სხივის მიმართულების მართობულნი არიან და მხოლოდ ერთ სიბრტყეში ხდებიან (ნახ. 77, 78, 79, 80).



ნახ. 77.



ნახ. 78.



ნახ. 79, 80.

ისეთი რხევებისაგან, რომლებიც

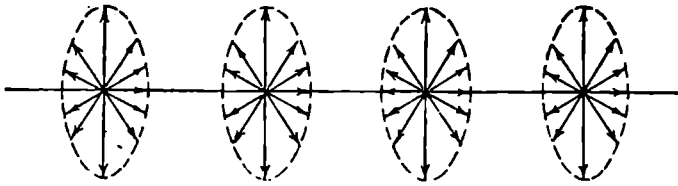
თუ ეთერის რხევა სხივის მიმართულების ყოველ შესაძლებელ მართობ სიბრტყეში ხდება, სინათლეს ბუნებრივს ვუწოდებთ (ნახ. 81).

ამრიგად, დაპოლარებული სინათლე თავისი კონსტრუქციით ბუნებრივ სინათლეზე გაცილებით მარტივია.

დაპოლარებული სინათლე შედგება ისეთი რხევებისაგან, რომლებიც სხივის მიმართულების მართობ, ერთ სიბრტყეში ხდებიან.

ბუნებრივი სინათლე კი შედგება

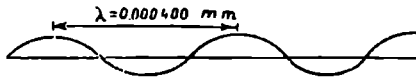
ისეთი რხევებისაგან, რომლებიც ყოველი შესაძლებელი მიმართულებით



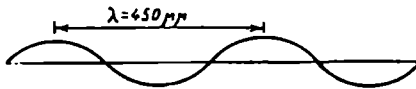
ნახ. 81.

§ 34. თეთრი და მონოქრომატული სინათლე ჩვენ ვიცით, რომ სინათლე შეიძლება სხვადასხვა გვარი იყოს: დღის თეთრი სინათლე, წითელი სინათლე, მწვანე, ყვითელი, ლურჯი, იისფერი და სხვა. მათ შორის განსხვავება იმაში მდგომარეობს, რომ სხვადასხვა ფერის სინათლე სხვადასხვა სიგრძის სინათლის ტალღებს წარმოად-

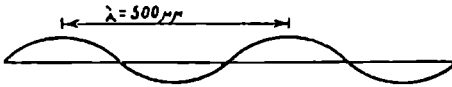
ნახ. 82.



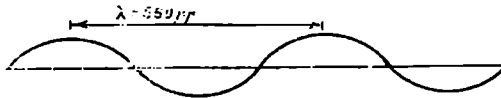
83.



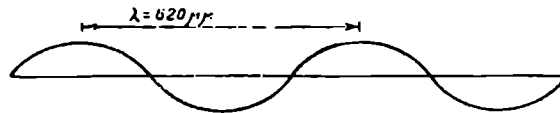
84.



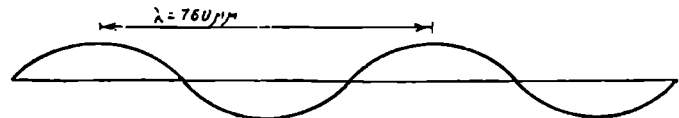
85.



86.



87.



გენს. ასე მაგ., წითელი სინათლის ტალღის სიგრძე იისფერი სინათლის ტალღის სიგრძეზე თითქმის ორჯერ მეტია და, თუ ნახ. 87-ზე გამოსახულია წითელი სინათლის ტალღის სიგრძე, ნახ. 82 იისფერი სინათლის ორჯერ უფრო ნაკლები ტალღის სიგრძეს გამოსახავს.

სინათლის ტალღებს ძლიერ მცირე სიგრძეები აქვთ. ისინი მილიმიკრონებით, მილიმეტრის შემოლიონედი ნაწილებით, იზომებიან. სხვადასხვა ფერის სინათლის ტალღის სიგრძეებს დახლოვებით შემდეგი მნიშვნელობა აქვთ:

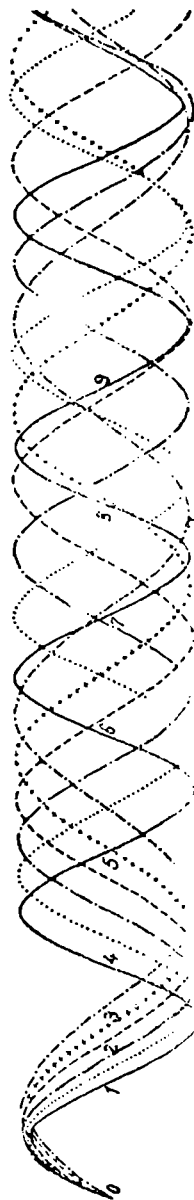
წითელი სინათლის ტალღის სიგრძე..	0.000.760 მ. მ.
ნარიჩხისფერი „	0.000.620 მ. მ.
ყვითელი	... 0.000.560 მ. მ.
მწვანე	... 0.000.500 მ. მ.
ლურჯი	... 0.000.450 მ. მ.
იისფერი	... 0.000.400 მ. მ.

ამრიგად, ჩვენ ვხედავთ, რომ სხვადასხვა ფერებს სხვადასხვა ტალღის სიგრძის სინათლის ტალღები შეესაბამება. ნახ. 82—87 გვაძლევს ექვსი შემდეგი ფერის: იის, ლურჯი, მწვანე, ყვითელი, ნარიჩხის და წითელი სინათლის ტალღათა სიგრძის შედარებას.

აღენიშნოთ, რომ სინათლის ტალღები ძლიერ მცირე ზომისა არიან. ერთ მილიმეტრში მოთავსებულია 2500 ლურჯი, 2000 მწვანე და 1500 წითელი ტალღა. სინათლის ინტენსივობა ანპლიტუდის სიდიდეზეა დამოკიდებული. რაც უფრო მეტია ანპლიტუდი, მით უფრო მეტია სინათლის სიკაშკაშე. შთაბეჭდილების სიძლიერე, რომელსაც სინათლის ტალღები ჩვენი ხედვის ორგანოზე ახდენენ, ე. ი. სინათლის ინტენსივობა ანპლიტუდის კვადრატის ტოლია.

ერთი გარკვეული ტალღის სიგრძის მქონე სინათლე „მონოკრომატულ სინათლედ“ იწოდება, რადგან იგი ერთ რომელიმე ფერად არის შეფერილი. დღის თეთრი სინათლე რთულ სინათლეს წარმოადგენს, რომელიც წითელი, ნარიჩხისფერი, მწვანე, ლურჯი და იისფერი სინათლის ტალღების ნარევის წარმოადგენს (ნახ. 88).

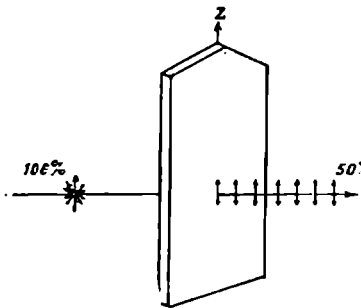
საერთო შთაბეჭდილება, რომელსაც ეს ტალღები ახდენენ ჩვენ თვალზე, თეთრ სინათლედ იწოდება.



ნახ. 88.

§ 35. მოვლენები, რომელთაც ტურმალინიში სინათლის გასვლის დროს აქვთ ადგილი

რივ სხივებად. ჩვეულებრივ სხივს ტურმალინის ნივთიერება შთანთქავს არაჩვეულებრივი კი თავისუფლად გამოდის.



ნახ. 89.

§ 36. სინათლის გასვლა მეორე ტურმალინიში

ტურმალინიდან გამოსული სინათლე დაპოლარებულია. მისი რხევა ხდება ერთ სიბრტყეში. რხევის სიბრტყე ტურმალინის მთავარი ოპტიკური კვეთია. მთავარ კვეთში მდებარეობს მთავარი ღერძი Z და მოთავსებულია E სხივი. ნახ. 90-ზე მთავარი კვეთი შეთავსებულია ნახაზის სიბრტყესთან (ნახ. 90).

თუ ტურმალინის ნეოპენი ფირფიტას დაეყენებთ პირველის სწვრივად, ამით შევთავსებთ მათი მთავარი ღერძის სწვრივ ატომთა რიგთშორისებსაც. E სხივის ტალღები რხევა საცვებით თავისუფლად გაივლის მეორე ტურმალინიში. ტალღები რხევის სიბრტყე აქაც იგივეა, ეს Z ღერძის სწვრივი რიგთშორისების სიბრტყეა. ახსენი ადარაფერი იცვლება და სხივი თავისუფლად გადის მეორე ტურმალინიში.

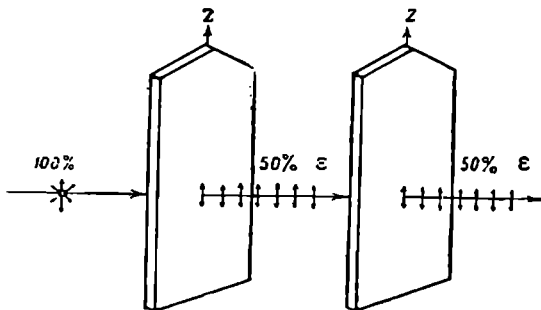
ნოვამბრით ოდნავ მეორე ტურმალინი ისე, რომ მათი ოპტიკური ღერ-

ესლა ვისარგებლოთ გარკვეული სიმბოლოებით, რომლითაც დაპოლარებულ სინათლეს ბუნებრივისაგან გავარჩევთ და შევიტანოთ გარკვეულობა იმ ნახაზებში, რომლებიც ტურმალინით სინათლის დაპოლარების მოვლენას გამოსახავენ. ბუნებრივი სინათლე ტურმალინიში გასვლისას ორდება O ჩვეულებრივ და E არაჩვეულებრივ სინათლეში ეთერის ნაწილაკთა რხევა ყველა შესაძლებელ სიბრტყეში წარმოებს. ეს ისრების კონით აღვნიშნოთ. ტურმალინიდან გამოსული არაჩვეულებრივი სხივი უკვე დაპოლარებულია. აღვნიშნოთ ეს ერთ სიბრტყეში, E სხივის მართობი ისრებით (ნახ. 89).

ტურმალინის მიერ ჩვეულებრივი სხივის შთანთქმა შესაძლოა გამოვხატოთ პროცენტული შეფარდებით ტურმალინიში შესულ ბუნებრივი სხივისა (100%), ტურმალინიდან გამოსულ E სხივთან (50%) (იხ. ნახ. 89).

თავისებური მოვლენები, რომელთაც აქვთ ადგილი ტურმალინის მეორე ფირფიტაში სინათლის გავლის დროს, გასაგები ხდება.

ტურმალინიდან გამოსული სინათლე დაპოლარებულია. მისი რხევა ხდება ერთ სიბრტყეში. რხევის სიბრტყე ტურმალინის მთავარი ოპტიკური კვეთია. მთავარ კვეთში მდებარეობს მთავარი ღერძი Z და მოთავსებულია E სხივი. ნახ. 90-ზე მთავარი კვეთი შეთავსებულია ნახაზის სიბრტყესთან (ნახ. 90).

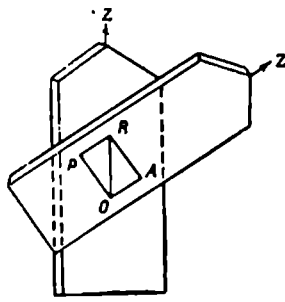


ნახ. 90.

ძები კუთხეს ჰქმნიდნენ. ამ ორი ტურმალინის მთავარი კვეთები, ანუ ის რიგთშორისები, რომელშიაც E სხივის რხევები ხდება, შეთავსებული არ იქნებიან.

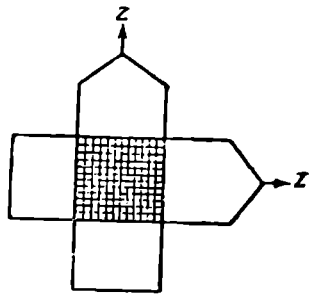
E სხივი მიუახლოვდება მეორე ტურმალინს და შივ გაორდება. ის დაიშლება რხევათა ორ რიგად. ეთერის რხევათა ნაწილი გაჩნდება ატომთა რიგთშორისებში მთავარი ღერძის სწვრივად, ნაწილი კი ატომთა რიგთშორისებში მთავარი ღერძის მართობად. უკანასკნელი წარმოშობენ ჩვეულებრივ O სხივს და შთაინთქმებიან ტურმალინის მიერ, რადგანაც გადაიქცევიან სითბოს რხევებად. ტურმალინი ოდნავ გათბება, O სხივი კი შივ დარჩება. ტურმალინიდან გამოვა მხოლოდ სინათლის ნაწილი მთავარი ღერძის სწვრივი E სხივის რხევათა სახით.

91 ნახაზზე OR ხაზით აღნიშნულია პირველი ტურმალინიდან გამოსული სხივის რხევათა მიმართულება. OP ხაზით კი რხევათა მიმართულება მთავარი ღერძის მართობად, ე. ი. მეორე ტურმალინის O სხივის რხევები, რომლებიც შთანთქმა ტურმალინმა. ტურმალინიდან სხივის რხევები გამოდინან OA ხაზის მიმართულებით, ე. ი. რხევები ატომთა რიგთშორისებში მთავარი ღერძის სწვრივად.



ნახ. 91.

ეს რხევები ჰქმნიან ტურმალინის მეორე ფირფიტის E სხივს. მეორე ტურმალინიდან გამოსულ სინათლის რაოდენობა დამოკიდებულია ტურმალინთა მთავარი ღერძებს შორის შექმნილი კუთხის სიდიდებზე. რაც უფრო პატარაა ეს კუთხე და ტურმალინების მდებარეობა სწვრივს უახლოვდება, მით მეტი სინათლე გამოვა მეორე ტურმალინიდან. რაც უფრო დიდია Z ღერძების მიერ შექმნილი კუთხე, რაც უფრო მკრთალ უახლოვდება ეს კუთხე 90°-ს, მით სინათლე ნაკლებია.



ნახ. 92.

როდესაც კუთხე უდრის 90°-ს, ანუ ტურმალინები გადაჯვარდინებული არიან, სინათლეს სრულიად არ შეეძლია მეორე ტურმალინში გავიდეს. ამ შემთხვევაში, პირველი ტურმალინის მთავარი ღერძის სწვრივი ატომ-

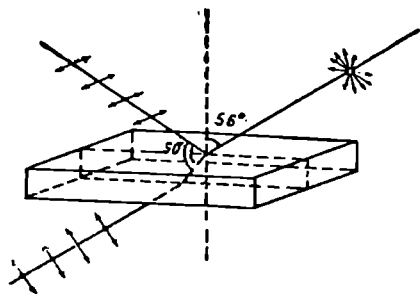
თა რიგთშორისები შეთავსებული არიან მეორე ტურმალინის მთავარი ღერძის მართობ ატომთა რიგთშორისებთან (ნახ. 92).

პირველი ტურმალინის E სხივის ტალღებრივი რხევის მიმართულება შეთავსდება მეორე ტურმალინის O სხივის ტალღებრივ რხევასთან. პირველი ტურმალინის E სხივი. მეორე ტურმალინში O სხივად გადაიქცევა, სხივის ტალღები სითბოს ტალღებად გადაიქცევიან და ზეელი სინათლე მეორე ტურმალინით შთაინთქება.

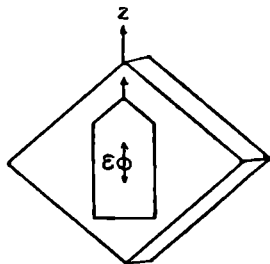
§ 37. სინათლის და-
პოლარება მინით და
ჰექსაგონალური და
კვადრატული სინ-
გონის კრისტალუ-
ბით

ზემოთ ნაუქვამი იყო, რომ, თუ ბუნებრივი სინათლე
მინას 56° -ის კუთხით დაეცა, როგორც ანარეკლი აგ-
რთვე გარდატეხილი სხივების სრული პოლარიზაცია
ხდება (იხილეთ § 24).

ნახაზზე ამ მოვლენას აღენიშნავეთ შემდეგნაირად:
ბუნებრივი სხივი, რომელიც მინას 56° -ის კუთხით



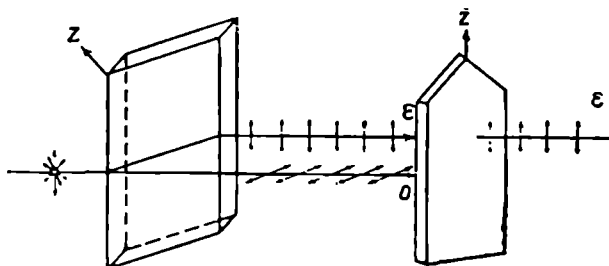
ნახ. 93.



ნახ. 94.

დაეცა, აღვჭურვოთ სხვადასხვა მხრივ მიმართული ისრებით, დაპოლარებული
სხივები-კი ორ სიბრტყეში განლაგებული ისრებით აღენიშნოთ. ანარეკლი
სხივის სიბრტყე გარდატეხილი სხივის რხევის სიბრტყის მართობია.

ყოველივე ეს წარმოდგენილია 93 ნახაზზე. ტურმალინის საშუალებით
აღმოჩენილი იყო, რომ სხივები კვადრატული ან ჰექსაგონალური სინგონის
კრისტალში გავლის შემდეგ სრულიად დაპოლარებული ხდებიან.

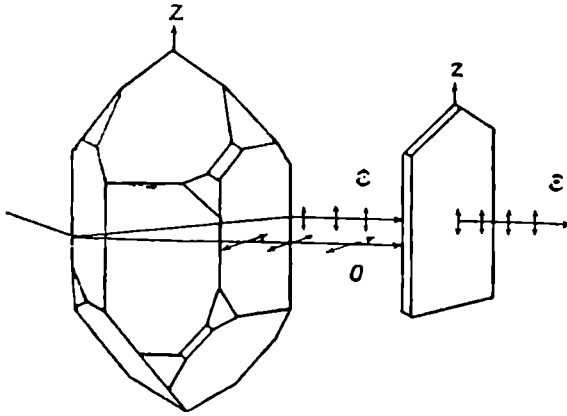


ნახ. 95.

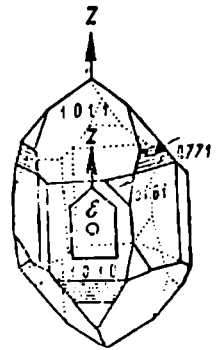
ნახ. 94 და 95 გვიჩვენებენ, რომ I_x სხივი გადის ტურმალინში იმ შემ-
თხვევაში, როდესაც უკანასკნელის და ისლანდიური შპატის მთავარი ოპტი-
კური კვეთების სიბრტყეები შეთავსებული არიან. აქედან დასკვნა, რომ ისლან-
დიურ შპატში E სხივის რხევები მთავარი ოპტიკური კვეთის სიბრტყეში წარ-
მოებს. ასეთივე სურათია კვარცში და ცირკონში (ნახ. 96, 97, 98).

მოვებრუნოთ ტურმალინის ფირფიტა 90° -ით, დავინახავეთ, რომ ტურ-
მალინი E სხივს შთანთქავს, ხოლო O სხივს გაატარებს.

ნახ. 99, 100 და 101-ზე წარმოდგენილია იგივე მოვლენა ისლანდიურ შპატში, კვარცში და ცირონში.



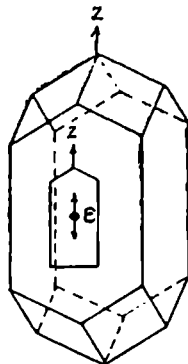
ნახ. 96.



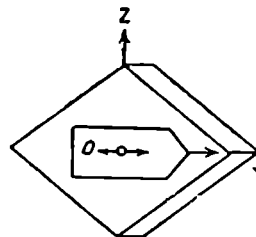
ნახ. 97.

ამრიგად, ტურმალინის საშუალებით გამოიკვება, რომ კვადრატული და ჰექსაგონალური სინგონიის კრისტალებში E სხივის რხევა წარმოებს მათი მთავარი ოპტიკური კვეთის სიბრტყეში, O სხივის რხევა-კი მთავარი კვეთის სიბრტყის მართობად.

§ 38. სინათლის გავრცელების ტალღებში ორმაგი გარდატეხის მოვლენებმა ჩაუყარეს საფუძველი სინათლის ტალღებრივ თეორიას. ეს თეორია შექმნილი ჰიუგენსის მიერ სავსებით ხსნის ორმაგი გარდატეხის მოვლენებს.

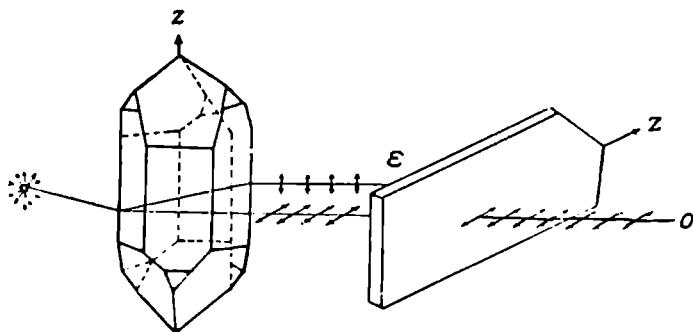


ნახ. 98.

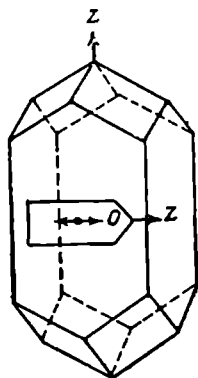


ნახ. 99.

ამის გარდა, ამ თეორიამ საშუალება მოგვცა წინასწარ გაგვეთვა-
ლისწინებია რიგი შესაძლებელი მოვლენებისა, რომელნიც მხოლოდ შემ-
დეგ იქნენ აღმოჩენილი და მრავალი კვლევა-ძიებით დამტკიცებული.



ნახ. 100.



ნახ. 101.

ამგვარად, სინათლის ტალღებრივი რხევის თეორია, გამოთქმული პირველად ჰიუგენსის მიერ 1690 წ., გან-
ვითარებული შემდეგ ტომას იუნგის და ოგიუსტენ
ფრენელის მიერ, შეიქნა მეცნიერულად ჩამოყალიბებულ
სინათლის ფიზიკურ თეორიად.

ამ თეორიის საშუალებით სინათლის ყველა, ჩვენ
მიერ ცნობილი, თვისებები შეიძლება ახსნილი იქნას.

მისი დადებითი მხარე ისაა, რომ მან საშუალება მოგ-
ვცა სინათლის მოვლენები მექანიკის კანონებით გამო-
გვეხატა.

ჩვენს შემდეგ ამოცანას შეადგენს ზოგიერთი ოპტი-
კური ხელსაწყოების გაცნობა, რომლითაც იკვლევენ
მინერალებს დაქანებს დაპოლარებულ სინათლეში.

დაპოლარებული სინათლის გატარების დროს კრის-
ტალურ ნივთიერებებში შეგვხვდება მრავალი თავისებური მოვლენა, ჩვენ
შევისწავლით მათ და დავინახავთ, როგორ მარტივად და ადვილად ხსნის ამ
მოვლენებს სინათლის ტალღებრივი თეორია.

მეოთხე მეთადინეობა

§ 39. სრული შინა-განი არეკვლა

პოლარიზაციის მოვლენების გამოსაკვლევად პირველ ხანებში სარგებლობდნენ ტურმალინიდან დამზადებული ფირფიტებით. მაგრამ ტურმალინით სარგებლობა უხერხულობას კბადებდა, რადგანაც იგი ყოველთვის შეფერილია მწვანე ან წაბლის ფერად.

საკირო შეიქნა ისეთი ხელსაწყოთა გამოგონება, რომლითაც შესაძლებელი გახდებოდა სინათლის დაპოლარება და, რომელსაც ექნებოდა ტურმალინის ყველა ღირსება მის ნაკლთა გამოკლებით. თავისთავად დაიბადა ამ მიზნისათვის ისლანდიური შპატის გამოყენების აზრი. იგი უაღრესად გამჭვირვალეა და აქვს ორმაგი გარდატეხის არაჩვეულებრივი ძალა, რომელიც შესამჩნევია შეუიარაღებელი თვალისთვისაც-კი.

ამ ორმა გარემოებამ შეაჩერა ფიზიკოსების ყურადღება ამ მინერალზე, მიუხედავად იმისა, რომ ისლანდიურ შპატში ერთდროულად ორი სხივის გაჩენა ხშირად უხერხულობას ბადებდა.

მართალია, დიაფრაგმის საშუალებით (ნახ. 102), შესაძლებელია ერთ-ერთი სხივის მოცილება, მაგრამ ამ შემთხვევაში კრისტალის მეტი ნაწილი გამოუყენებელი რჩება.

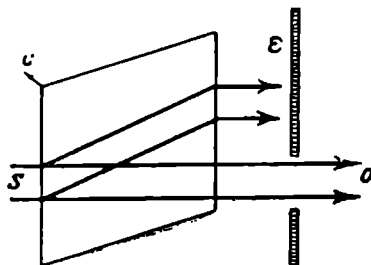
დაისვა საკითხი ერთ-ერთი სხივის მოშორების შესახებ.

ეს ამოცანა ბრწყინვალედ გადასწყვიტა 1828 წ. ინგლისელმა ფიზიკოსმა ნიკოლმა. ნიკოლს დაებადა აზრი ამ მიზნისათვის ესარგებლა სრული შინაგანი არეკვლის მოვლენით.

თავის დროზე კეპლერმა შეამჩნია, რომ განსაზღვრულ პირობებში სინათლის სხივი მინიდან ჰაერში ვერ გადადის და მთლიანად აირეკლება შინის შიგნითა ზედაპირიდან.

ჩვენ ვიცით, რომ, როდესაც სინათლის სხივი ჰაერიდან დახრილად შედის წყალში, იგი უახლოვდება მართობს. პირიქით, თუ სინათლის სხივი წყლიდან ჰაერში გადადის, მაშინ მართობისაგან განზე გადისრება და ბრუნდება იმავე გზით უკან.

4. კრისტალთა ოპტიკა.

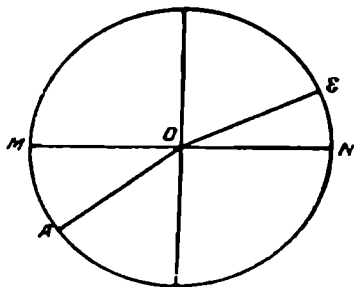


ნახ. 102.

ამაში მდგომარეობს უკუქცევის პრინციპი, რომელსაც ექვემდებარებიან ყველა ოპტიკური მოვლენები.

103 ნახაზზე EOA ხაზი გამოსახავს ჰაერიდან წყალში მიმავალ სხივის გზას. თუ სინათლის წყაროს მოვითავსებთ A წერტილში, მაშინ სინათლის სხივი წყალში წავა AO ხაზის მიმართულებით, O წერტილში AO სხივი წყლიდან გადადის ჰაერში, რის გამოც მისი გზა იხრება და მიემართება უკვე OE ხაზით.

განვიხილოთ უკუქცევის პრინციპის შედეგები. თუ სინათლის წყაროს,

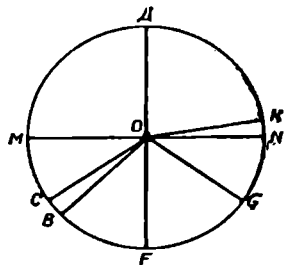


ნახ. 103.

ჰაერსა და წყლის განმსაზღვრავ MN ზედაპირთან ძალიან ახლოს, მაგ. K წერტილში მოვითავსებთ (ნახ. 104), მაშინ სინათლის სხივი წყალში შესვლამდე თითქმის სრიალებს მის ზედაპირზე; O წერტილში გარდატეხის შემდეგ იგი წავა OB ხაზის მიმართულებით პირიქით, თუ სხივი მოდის B წერტილიდან, იგი წავა BOK ხაზით და წყლიდან გამოსვლისას აგრეთვე თითქმის გასრიალდება მის ზედაპირზე. იბადება საკითხი, რა მოხდება მაშინ, თუ სინათლის წყაროს C წერტილში მოვითავსებთ და

სხივს ვაიძულებთ წავიდეს CO მიმართულებით.

ირკვევა, რომ, როდესაც სხივი O წერტილში წყლის ზედაპირს მიაღწევს, იგი წყლიდან სრულებით არ გამოვა, არამედ მთლიანად აირეკლება წყლის ქვედა ზედაპირიდან და მიდის OG მიმართულებით (ნახ. 104). წყლის ქვედა ზედაპირზე სინათლის არეკლის კანონები სავსებით ისეთივეა, როგორც ზედაპირზე. დაცემის კუთხე COF უდრის GOF არეკლის კუთხეს (ნახ. 104). სრული არეკლება სწარმოებს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც სინათლის სხივი მეტად გარდამტეხ გარემოდან ისწრაფვის შევიდეს ნაკლებ გარდამტეხ გარემოში. ასეთ შემთხვევაში, თუ დახრის კუთხე საკმაოდ სიდიდისაა სრული შინაგანი არეკლება ყოველთვის შესაძლებელია. ამგვარად, სრული შინაგანი არეკლება შეიძლება განვახორციელოთ, თუ ვაიძულებთ სინათლეს გადავიდეს წყლიდან ჰაერში, მინიდან ჰაერში ან წყალში და სხე.



ნახ. 104.

კუთხე, რომელიც გვიჩვენებს იმ საზღვრებს, რომლის ფარგლებშიც ხდება სრული შინაგანი არეკლება, ზღვრულ კუთხედ იწოდება. (კუთხე COF ნახ. 104-ზე).

იგი მცირდება გარდატეხის მაჩვენებლის გადიდების მიხედვით. წყლისათვის იგი უდრის— $48^{\circ} 30'$, მინისათვის— $38^{\circ} 41'$, ალმასისათვის კი მხოლოდ $23^{\circ} 42'$ შეადგენს.

გარდატეხის მაჩვენებელი: წყლისა—1,33, მინის—1,57—1,75, ალმასისა—2,41.

ამგვარად, სრული შინაგანი არეკლების კუთხე სხვადასხვა არის სხვადასხვა ნივთიერებისათვის.

რაც უფრო დიდია ნივთიერების გარდატეხის მაჩვენებელი, მით უფრო ნაკლებია მისი სრული შინაგანი არეკლების კუთხე.

§ 40. ნიკოლის ისლანდიურ შპატში წარმოშობილი ორი სხივიდან, ჩვეულებრივ სხივს აქვს უცვლელი გარდატეხის მაჩვენებელი, რომელიც უფრო დიდია არაჩვეულებრივი სხივის გარდა-

ტეხის ინდექსზე. ნიკოლი შეუდგა მისი თვისებების შესწავლას და აწარმოვა განსაკუთრებული გამოკვლევები. ისლანდიურ შპატზე იგი სთლიდა ხელოვნურ წახნაგებს, სცვლიდა მათი დახრის კუთხეს, სხვადასხვა დახრით ატარებდა სინათლეს და სცდილობდა შეემჩნია ჩვეულებრივი სხივის სრული შინაგანი არეკლის მომენტი. ცდებმა უჩვენა, რომ, როდესაც ისლანდიურ შპატში ჩვეულებრივი სხივი შიგნიდან 68° -ის კუთხით ადგება წახნაგს, მას არ შეუძლია უკვე იქიდან გარეთ გამოსეულა და მთლიანად აირეკლება წახნაგის შინაგანი ზედაპირიდან. ამგვარად სრული შინაგანი არეკლის საშუალებით შესაძლებელი გახდა ერთ-ერთი სხივის მოშორება.

ნიკოლმა აიღო ისლანდიური შპატის ნაქერი, გამოტეხა მისგან ტკეჩადობის რომბოედრი და ისე წაუთალა ერთი წახნაგი, რომ წახნაგებს შორის მდებარე კუთხე 68° -ის ტოლი შეიქნა. ბუნებრივ წახნაგებს შორის კი კუთხე 71° -ის ტოლია. შემდეგ, ამგვარად დამზადებული წახნაგის მართობულად გათალა ახალი წახნაგი და ასე განახორციელა ყველა აუცილებელი პირობა ჩვეულებრივი სხივის სრული შინაგანი არეკლისათვის.

როდესაც ნიკოლმა ეს მოვლენა საესეებით შეისწავლა, მან ააგო საპოლარიზაციო პრიზმა.

ისლანდიური შპატის ტკეჩადობის კრისტალს დამზადებულს ისე, რომ მისი სიგრძე $3\frac{1}{2}$ ჯერ მეტი იყოს სიგანეზე, მოკლე წახნაგებს უთლიან იმგვარად, რომ მახვილი კუთხე უდრიდეს 68° და ბლაგვი კი 112° -ს.

შემდეგ, კრისტალს ხელოვნური წახნაგების და მოპირდაპირე რომბული წახნაგების ბლაგვ კუთხეებზე გამავალი სიბრტყის მართობად გახერხავენ.

განახერხ სიბრტყეებს ზედმიწევნით მოლესავენ და კანადის ბალზამით მიაწებებენ (ნახ. 105).

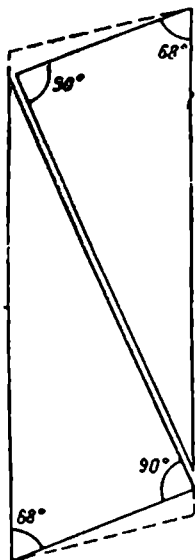
ქვედა, ხელოვნურ, წახნაგიდან კრისტალში შესული ბუნებრივი სინათლე იყოფა O და E სხივებად (ნახ. 106).

იმ შემთხვევაში, თუ E სხივი კრისტალში სიგრძის ვასწვრივ გაივლის, მისი გარდატეხის მაჩვენებელი იქნება 1,52. ჩვეულებრივი სხივისთვის გარდატეხის მაჩვენებელი იქნება 1,65. ეს სიდიდე მუდმივია და არ არის დამოკიდებული მიმართულებისაგან. კანადის ბალზამის გარდატეხის მაჩვენებელი კი უდრის 1,54.

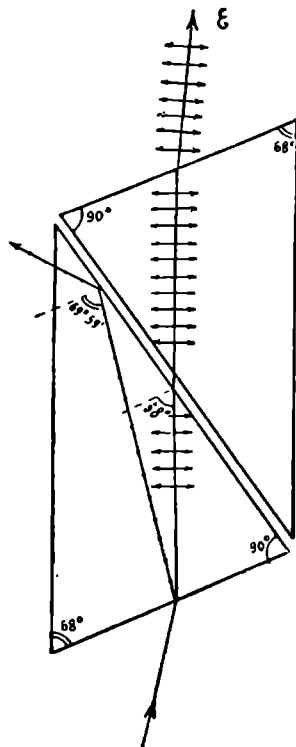
ჩვეულებრივი სხივი კანადის ბალზამის ფენთან მოდის $69^\circ 59'$ -ის კუთხით. როდესაც 1,65-ის ტოლი გარდატეხის მაჩვენებლის მქონე ჩვეულებრივი სხივი,

1,54-ის ტოლი გარდატეხის მაჩვენებლის მქონე გარემოში შედის, მაშინ, მისი სრული შინაგანი არეკლების კუთხე $68^{\circ} 12'$ -ს უდრის.

ამგვარად, O სხივი ადგება კანადის ბალზამის ფენის ისეთი კუთხით, რომელიც სკარბობის სრული შინაგანი არეკლების ზღვრულ კუთხეს და ამიტომ იგი ვერ შესძლებს კანადის ბალზამში შესვლას. იგი განიცდის სრულ შინაგან არეკლვას და გადის გან'ზე. ასე ხდება ჩვეულებრივი სხივის სრული იხოლაცია.



ნახ. 105.



ნახ. 106.

არაჩვეულებრივი სხივი, რომელიც მიდის კრისტალის სიგრძის სწვრივად, ადგება კანადის ბალზამის ფენის 68° -ის კუთხით. მისი გარდატეხის მაჩვენებელი უდრის 1,52-ს, ე. ი. უფრო ნაკლებია, ვიდრე კანადის ბალზამის გარდატეხის მაჩვენებელი (1,54) და, ამიტომ თავისუფლად გადის ბალზამში ნიკოლის პრიზმის ზედა ნახევრისაკენ. ნიკოლის პრიზმიდან გამოდის მხოლოდ ერთი, არაჩვეულებრივი სხივი; როგორც ჩვენ უკვე ვიცით მისი რხევა წარმოებს მთავარი ოპტიკური კვეთის სიბრტყეში. მთავარი ოპტიკური კვეთი სკრის რომბოედრის მცირე წახნაგებს მოკლე დიაგონალის გასწვრივ (ნახ. 108).

ამ სიბრტყეს ნიკოლის მთავარი კვეთი ეწოდება. 106 ნახაზზე იგი თანხვედბა ნახაზის სიბრტყეს.

§ 41. ანალოგია ნიკოლის პრიზმა წარმოადგენს ისეთ ხელსაწყოს, ტურმალინთან რომელიც სინათლის დაპოლარების საშუალებას გვაძლევს. მას აქვს ტურმალინის ყველა ღირსება და არ მოე-

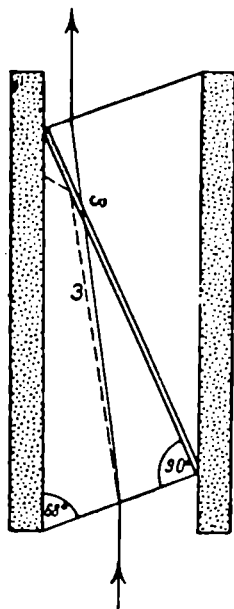
პოვება არც ერთი მისი ნაკლი.

ნიკოლის პრიზმა, ანუ უბრალოდ ნიკოლი (როგორც მას ხშირად უწოდებენ), ტურმალინის მსგავსად, უშვებს მხოლოდ ერთ სხივს, არაჩვეულებრივს. ტურმალინის ნივთიერებას აქვს ჩვეულებრივი სხივის ტალღებრივი რხევის შთანთქმის და დაკავების უნარი. ნიკოლის პრიზმა მოწყობილია ისე, რომ იგი არეკლვით იშორებს ჩვეულებრივ სხივს.

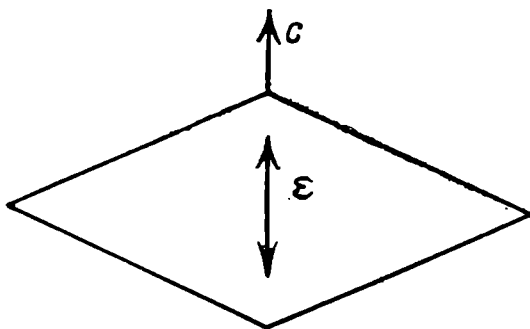
ტურმალინში გადის მხოლოდ არაჩვეულებრივი სხივი და მისი რხევა წარმოებს მთავარი ოპტიკური კვეთის სიბრტყეში (ნახ. 109).

ნიკოლიც, მხოლოდ ერთს, არაჩვეულებრივ სხივს უშვებს, რომლის რხევაც აგრეთვე მთავარი კვეთის სიბრტყეში ხდება (ნახ. 110).

ტურმალინში შესვლისას ბუნებრივი სხივი იყოფა ორ ნახევრად. მის ერთ ნახევარს, ჩვეულებრივ სხივს, ტურმალინი შთანთქავს, მეორე ნახევარი კი (არაჩვეულებრივი სხივი) მასში გადის.



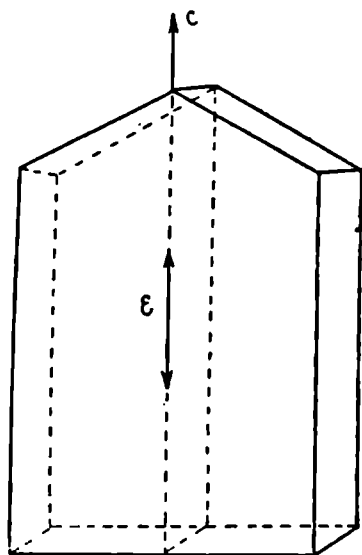
ნახ. 107.



ნახ. 108.

ნიკოლის პრიზმა, მასში შესული სხივების ერთ ნახევარს (O სხივს) უკუაუღლებს, ხოლო მეორე ნახევარს, არჩვეულებრივ სხივს ატარებს.

ამგვარად, ნიკოლის პრიზმა ტურმალინის ანალოგიურია. ნიკოლში გასულ სინათლეს აქვს დაპოლარებული სინათლის თვისებები. ამ სინათლის რხევის სიბრტყე სავსებით გარკვეულია, ეს სიბრტყე ნიკოლის მთავარი კვეთია.



ნახ. 109.

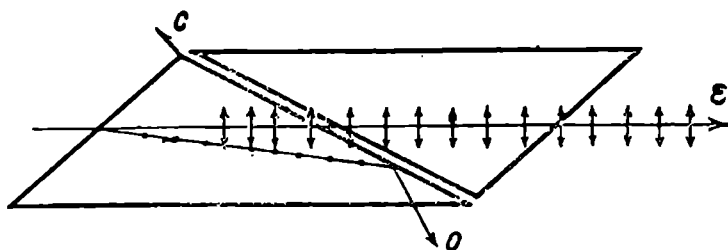
მიერ გატარებული სინათლის ნაწილი (ნახ. 112). სინათლის რაოდენობა დამოკიდებულია დახრის კუთხისგან.

ტურმალინის ნაკლი იმაში მდგომარეობს, რომ მასში გასულ სინათლეს იგი ანიკებს მუქ-მწვანე ან წაბლისფერს.

ნიკოლის პრიზმის ღირსებას წარმოადგენს მისი სრული გამჭვირვალობა და სინათლის უფერულობა.

§ 42. სინათლის ჩვენ უკვე დავინახეთ გასვლა ორ (§ 23), რომ ტურმალინიკოლში ნის მიერ დაპოლარებული სინათლე იძენს განსაკუთრებულ თვისებებს, რომელნიც ნათლად ჩანან ტურმალინის მეორე ფირფიტაში სინათლის გასვლის დროს. სინათლე სავსებით გადის მეორე ტურმალინში, თუ მათი ოპტიკური ღერძები და, მაშასადამე, მათი მთავარი კვეთები სწვრივი არიან (ნახ. 111).

თუ ტურმალინების ოპტიკური ღერძები ურთიერთ რაიმე კუთხით არიან დახრილნი, მაშინ მეორე ტურმალინში გადის მხოლოდ პირველი ტურმალინის



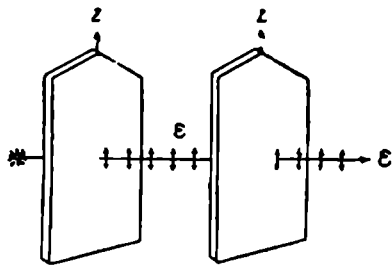
ნახ. 110.

თუ ტურმალინების ოპტიკურ ღერძთა შუა მდებარე კუთხე— α უდრის 90° -ს, მაშინ სინათლე სრულებით არ გადის (ნახ. 114).

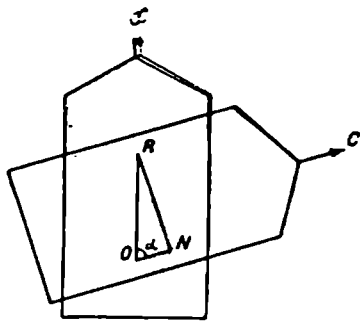
მსგავს მოვლენებს ვხედავთ ჩვენ სინათლის გასვლის დროს ორ ნიკოლში. პირველ ნიკოლში შესული ბუნებრივი სინათლე გაიყოფა ორ თანასწორ ნაწილად: O და E სხივებად.

სინათლის ნახევარი O სხივის სახით აირეკლება, ნახევარი კი E სხივის სახით გაივლის მასში.

პირველი ნიკოლის მიერ გატარებული და დაპოლარებული სინათლე წელიანად გაივლის მეორე ნიკოლსაც მაშინ, როდესაც მათი მთავარი კვეთები სწორივე არიან (ნახ. 113).



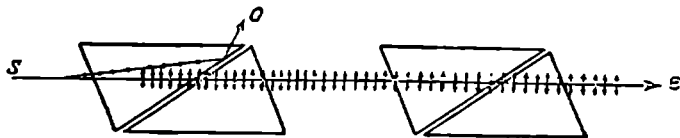
ნახ. 111.



ნახ. 112.

ნიკოლების მიერ გატარებული E სხივის რხევები სწარმოებენ მთავარი კვეთის სიბრტყეში (ნახ. 115).

თუ ნიკოლების მთავარი ოპტიკური კვეთები ერთმანეთთან რაიმე კუთხეს ქმნიან, მაშინ, მეორე ნიკოლში პირველი ნიკოლის მიერ გატარებული სინათლის მხოლოდ ნაწილი გადის.

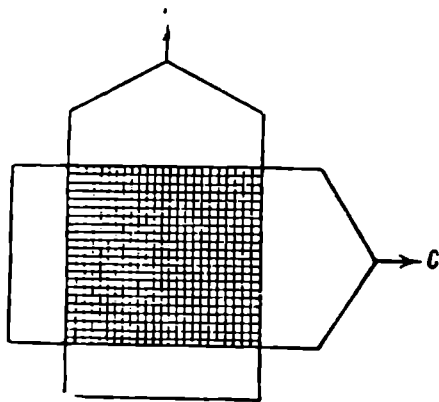


ნახ. 113.

მეორე ნიკოლი სინათლის რხევას ჰყოფს პარალელოგრამთა კანონის ძალით ორ ON და OM საკრებად. OM საკრები ისლანდიური შპატის რომბოედრის (რომლისაგანაც დამზადებულია ნიკოლის პრიზმა) მცირე წახნაგების გრძელი დიაგონალის სწვრივია. O სხივის რხევა სწორედ ამ მიმართულებით სწარმოებს. როდესაც OM რხევა ნიკოლის პრიზმის ორი ნახევრის გაყოფ ზედაპირამდე მიაღწევს, მაშინ იგი აირეკლება კანადის ბალზამის ფენისაგან და განზე წავა. რხევები ON გაივლიან კანადის ბალზამს, შევლენ ნიკოლის პრიზმის მეორე ნახევარში და აქედან მიაღწევენ დამკვირვებლის თვალს (ნახ. 116).

მეორე ნიკოლის მიერ გატარებული სინათლის რაოდენობა დამოკიდებულია ნიკოლების მთავარი კვეთების მიმართულებათა მიერ შექმნილ α კუთხის სიდიდეზე.

რაც უფრო მეტად უახლოვდება ეს კუთხე 90° -ს, მით უფრო ნაკლებია გეორე ნიკოლის მიერ გატარებული სინათლის რაოდენობა.



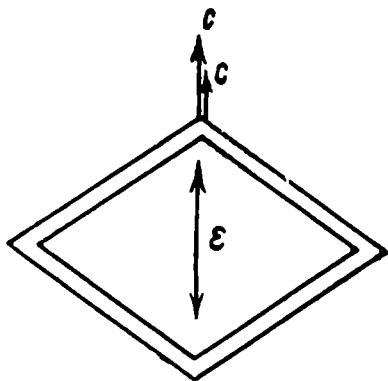
ნახ. 114.

რისკოპები“, გაუმჯობესებული იქნენ. სინათლის დამაპოლარებელი ტურმალინის ფიფიტის ნაცვლად, შემოღებული იქნა ნიკოლის პრიზმები და ამას მოჰყვა დაპოლარებული სინათლის თავისებურ თვისებათა გამოყენება პრაქტიკული მიზნებისათვის.

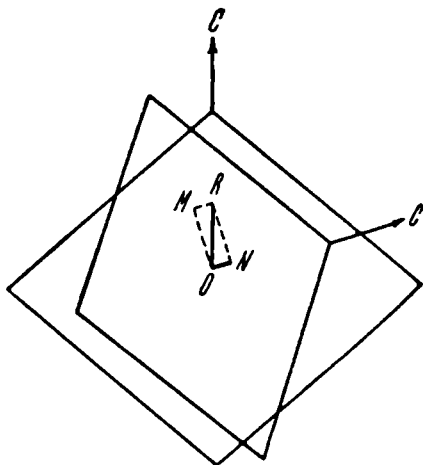
როდესაც α კუთხე უდრის 50° -ს, ე. ი., როდესაც ნიკოლები გადაჯვარედინებული არიან, პირველი ნიკოლის მიერ დაპოლარებული სინათლე სრულებით ვეღარ გაივლის მეორე ნიკოლში (ნახ. 117 და 118).

§ 43. ორთო- მას შემდეგ, სკოპი რაც ნიკოლმა აღმოაჩინა თავისი პრიზმა და ფიზიკოსებს მიეცათ ასეთი უნაკლო პოლარიზატორი, დაიწყო ოპტიკის სწრაფი განვითარება.

მალუსის, არაგოს და ბრიუსტერის შრომებით შექმნილი საპოლარიზაციო ხელსაწყოები — „პოლა-



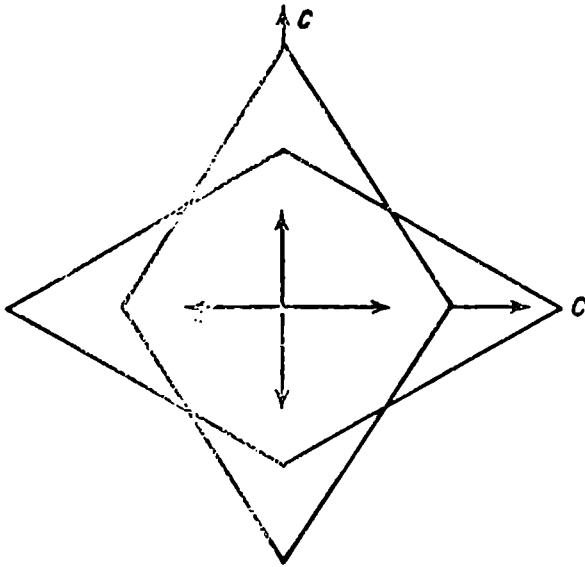
ნახ. 115.



ნახ. 116.

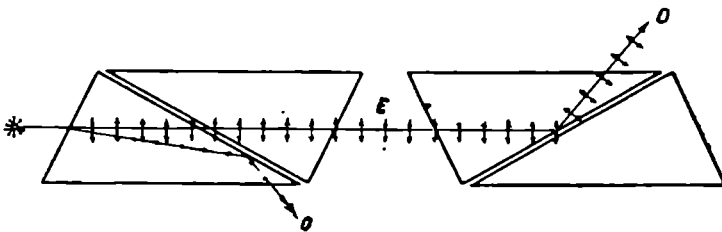
უველაზე მარტივ ამგვარ ხელსაწყოს წარმოადგენს „ორთოსკოპი“. ნახ. 119 გვაძლევს მის სქემას.

ორთოსკოპი წარმოადგენს შტატივს, რომელზედაც მიმაგრებულია სარკე და ნიკოლის ორი პრიზმა. მრგვალი, მბრუნავი მაგიდა ნებას გვაძლევს ვცვალოთ გამოსაკვლევი საგნის მდებარეობა. ნიკოლის ქვედა პრიზმას უწოდებენ „პო-ლარიზატორს“. იგი აპოლარებს სინათლეს. ბუნებრივ სინათლეს ხდის უფ-



ნახ. 117.

რო მარტივად—დაპოლარებულად. ზედა ნიკოლს კი უწოდებენ „ანალიზატორს“. მისი საშუალებით ჩვენ შეგვიძლია ვიცნოთ და ანალიზი გაუქეთოთ სინათლეს. მის ზევით მოთავსებულია ოკულარი ორი ურთიერთ მართობი ძაფით, რომლის შემწეობითაც ზუსტად ვაყენებთ გასასინჯ საგანს. ნახ.

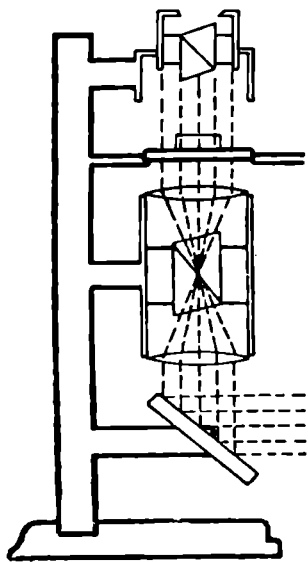


ნახ. 118.

119-ზე ჩანს, რომ გამოკვლევა სწარმოებს დაპოლარებული სინათლის სწვრივი სხივებით. სახელი „ორთოსკოპი“ აქედან წარმოსდგა. ორთოს—პირდაპირი, სკოპეო—ვისინჯავ, ე. ი. ხელსაწყო, რომელიც საშუალებას გვაძლევს გავსინჯოთ საგანი სინათლის პირდაპირ სხივებში.

გაუმჯობესებულმა პოლარიზაციულმა ხელსაწყომ ზუსტი დაკვირვების შესაძლებლობა შექმნა. აღმოჩენა ერთიმეორეს მოჰყვა და ინგლისელი და ფრანგი ფიზიკოსების შრომებით აღიმართა კრისტალთა ოპტიკის მწყობრივ შენობა.

§ 44. **ქრომატული პოლარიზაცია** 1812 წ. არაგომ აღმოაჩინა „ქრომატული პოლარიზაცია“ მოვლენა, ანუ თავისებური შეფერვის წარმოშობა თხელ ფირფიტებში, როდესაც მათ პოლარისკოპში, გადაჯვარდინებულ ტურმალინებით ეიხილავთ. ამ აღმოჩენის შემდეგ, მკვლევარების აზრი დაადგა ახალ ნაყოფიერ გზას.



ნახ. 119.

ხელსაწყოს მაგიდაზე მოთავსებული და დაპოლარებულ სინათლეში განხილული კრისტალის ფირფიტა იჩენს საყურადღებო თავისებურებას. გადაჯვარდინებული ნიკოლების დროს ვამჩნევთ ოთხ განსაზღვრულ მდებარეობას, როდესაც ფირფიტა სრულებით ბნელია—ე. წ. „ჩაქრობის ოთხ მდებარეობას“, რომლებიც კრისტალის გეომეტრიულ შობაზელობასა და სიმეტრიასთან განსაზღვრულ დამოკიდებულებაში იმყოფებიან.

სხვა მდებარეობაში კრისტალის ფირფიტა იფერება ზოგჯერ ძალიან ქაშკაშა ფერებად. ამგვარი შეფერვის წარმოშობა დამოკიდებულია კრისტალის ფირფიტაში სინათლის ორმაგ გარდატეხისაგან და, ამავე ფირფიტაში წარმოშობის შემდეგ, ანალიზატორში გასული ჩვეულებრივი O და არაჩვეულებრივი X სხივების ტალღების შეკრებისაგან. ქრომატული პოლარიზაცია ემჩნევა ნხოლოდ ორმაგი გარდატეხის უნარის მქონე კრისტალებს.

§ 45. **პოლარიზაციული მიკროსკოპი.** 1836 წელს ტალბოტმა დაუყენა ნიკოლი ჩვეულებრივი მიკროსკოპი. რიგ მიკროსკოპს და ამგვარად იგი მინერალების შესასწავლ ხელსაწყოდ გარდაიქცა. მიკროსკოპი, რომელსაც მინერალოგები და პეტროგრაფები ხმარობენ, იმით განირჩევა ჩვეულებრივი მიკროსკოპისაგან, რომ მისი საშუალებით კვლევა სწარმოებს დაპოლარებულ სინათლეში. ნიკოლის ორი პრიზმა ასეთი მიკროსკოპის აუცილებელ ნაწილს წარმოადგენს. ერთი მათგანი დამაგრებულია მიკროსკოპის მაგიდის დაბლა და მისი დანიშნულებაა მოაწესრიგოს სინათლის რხევები, რაც შეიძლება გამარტოვოს ივინი, აიძულოს მათ ერთ სიბრტყეში, ნიკოლის მთავარი კვეთის სიბრტყეში რხევა. ამ პრიზმას ეწოდება პოლარიზატორი, რადგანაც იგი აპოლარებს სინათლეს.

პოლარიზაციული მიკროსკოპის პოლარიზატორი დამაგრებულია მაგიდის ქვეშ ისე, რომ მისი მთავარი კვეთის სიბრტყე სწერივია დამკვირვებლისადმი. ამით

მიღწეულია განსაზღვრული გარკვეულობა. დამკვირვებელმა დანამდვილებით იცის იმ სიბრტყის მდებარეობა, რომელშიაც სწარმოებს ქვედა ნიკოლში გასული და, მაშასადამე, დაპოლარებული სინათლის ტალღების რხევა.

„პოლარიზაციული მიკროსკოპის მაგიდა“ წარმოადენს წრეს, რომელიც შეიძლება ეაბრუნოთ მიკროსკოპის ცენტრში გაძაღალ ლერძის გარშემო. იგი დაყოფილია გრადუსებად და აღქურველია ნონიუსით.

ზემოთ, მიკროსკოპის ტუბუსში, მოთავსებულია მეორე ნიკოლი, რომელსაც ჰქვია ანალიზატორი.

მისი მთავარი კვეთის სიბრტყე დაყენებულია პოლარიზატორის მთავარ კვეთისადმი მართობულად. შევწიოთ ანალიზატორი მიკროსკოპის ტუბუსში, ნიკოლები „გადაჯვარედინებულნი“ იქნებიან, პოლარიზატორიდან განოსული სინათლის რხევები შევლენ ანალიზატორში და აქ დაიწყებენ რხევას ჩვეულებრივ ოსხივის სიბრტყეში. მივლენ თუ არა კანადის ბალზამთან მოხდება მათი სრული შინაგანი არეკლევა და ისინი განზე განიდევნებიან, ხოლო პრიზმის გაწავებული ზედაპირი შთანთქავს მათ. მთელი სინათლე აირეკლება და ანალიზატორის ზედა ნახევარში აღარ გადავა. გადაჯვარედინებული ნიკოლების დროს მიკროსკოპის ხედვის არე საეესებით ბნელია.

ორივე ნიკოლი—პოლარიზატორი და ანალიზატორი იმავე დანიშნულებას ასრულებენ, რასაც ტურმალინის ორი ფირფიტა. როდესაც მათ ისე დავაყენებთ, რომ რხევის მიმართულებები, რომელსაც ისინი უშვებენ ურთიერთ სწვრივი არიან, მაშინ სინათლე თავისუფლად გაივლის; ხოლო, თუ მათი მთავარი კვეთის სიბრტყეები ერთმანეთისადმი მართობი იქნებიან—ნიკოლები გადაჯვარედინებული არიან—მაშინ წარმოიშობა სიბნელე.

§ 46. ჩაქრობა გადაჯვარედინოთ ნიკოლები, მოვათავსოთ მიკროსკოპის მაგიდაზე კვადრატული ან ჰექსაგონალური სინგონიის რაიმე კრისტალის თხელი ფირფიტა და შევიყვანოთ იგი ხედვის არეში. ბნელ ფონზე მკათიოდ გამოისახება ჩვენი ფირფიტა შეღებილი რაიმე გარკვეულ ფერად. დაპოლარებული სინათლე, რომელსაც არ შეუძლიან გაიაროს ჯვარედინი ნიკოლების სისტემაში, უეცრად იძენს ამ თვისებას, როდესაც ნიკოლთა შორის ერთდღობიანი კრისტალის ფირფიტას ვათავსებთ. ეცადოთ გავარკვიოთ, რაშია აქ საქმე.

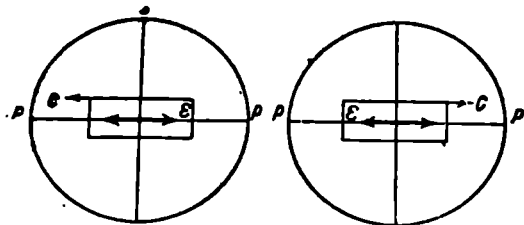
ეაბრუნოთ მიკროსკოპის მაგიდა. სრული მობრუნების დროს სინათლე ოთხჯერ ჩაქრება—სინათლე ოთხჯერ იქნება უკუგდებული ანალიზატორის მიერ. გავიმეოროთ ეს ცდა კიდევ და ზუსტად აღვნიშნოთ ის მდგომარეობანი, როდესაც ფირფიტა „ქრება“.

ცდისათვის აღებულ ფირფიტას აქვს წაგრძელებული სწორკუთხედის მოკვანილობა. მისი გრძელი გვერდი, მთავარი C ლერძის სწვრივია. ჩვენ უკვე ვიცით, რომ არაჩვეულებრივი E სხივის რხევათა მიმართულება მთავარი ლერძის სწვრივია, ჩვეულებრივი O სხივისა-კი მისდამი მართობია. მაგიდის ბრუნვის დროს ფირფიტის გრძელი გვერდები ორჯერ სწვრივი არიან პოლარიზატორის მთავარი კვეთის სიბრტყისა და ორჯერ-კი მართობული.

არაჩვეულებრივი E სხივის მიმართულება თურმე ორჯერ არის პოლარიზატორის რხევათა მიმართულების სწვრივი. ნახ. 120-ზე წრე გამოსახავს ნიკო-

როსკოპის მხედველობის არეს. PP ხაზი ნიშნავს პოლარიზატორის რხევათა მიმართულებას. ისარი და ასო C აღნიშნავენ კრისტალის მთავარი ოპტიკური ღერძის მიმართულებას. ნათლად ჩანს, რომ პოლარიზატორიდან გამოსული რხევების მიმართულება ემთხვევა გამოსაკვლევი კრისტალის არაჩვეულებრივი E სხივის რხევათა მიმართულებას.

„ჩაქრობის“ მოვლენის სქემა ასეთია: პოლარიზატორიდან გამოსული, PP რხევის მიმართულების მქონე, დაპოლარებული სინათლე აღწევს კრისტალის



ნახ. 120.

ფირფიტას და თავისუფლად, თავისი ძალის შეუმცირებელივ, გადის მასში არაჩვეულებრივი E სხივის სახით. განაგრძობს რა შემდეგ გზას, E სხივი აღწევს ანალიზატორს. ნიკოლები გადაჯვარედინებული არიან; ანალიზატორი ისეა დაყენებული, რომ მასთან მისული E სხივების რხევები მისი მთავარი კვეთის მართობი არიან.

ჩვენ უკვე ვიცით, რომ ნიკოლის მთავარი კვეთისადმი მართობი მიმართულება არის მასში წარმოშობილი O სხივების რხევათა მიმართულება.

ამგვარად, პოლარიზატორის არაჩვეულებრივი (E) სხივები, რომლებიც კრისტალის ფირფიტაშია E სხივების სახით გადიან, ანალიზატორში ჩვეულებრივ (O) სხივებად გარდიქცევიან. როდესაც ისინი ანალიზატორში კანადის ბალზამს ნიაღწევენ, განიცდიან სრულ შინაგან არეკლვას და განზე განიდევნებიან. ანალიზატორის ზედა ნახევარში სინათლეს არ შეუძლია შევიდეს და კრისტალის ფირფიტა ბნელდება — იგი „ქრება“.

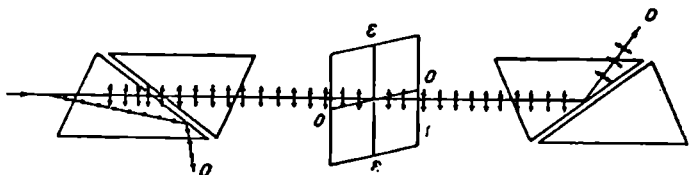
კრისტალის ფირფიტა ჩაქრობის მდგომარეობაში იქნება ყოველთვის, როდესაც მისი C ღერძი პოლარიზატორის რხევათა მიმართულების სწვრივია. გადაჯვარედინებულ ნიკოლებში გასინჯვის დროს იგი გვეჩვენება საყვებით ბნელად. ნახ. 121 და 122 გვაძლევენ ამ მოვლენის სქემას.

§ 47. ჩაქრობის მოვლენები გადაჯვარედინებულ ნიკოლებში კრისტალის ფირფიტის მობრუნების დროს ჩვენ განვიხილეთ ჩაქრობის ორი მდგომარეობა გამოსახული ნახ. 120-ზე, როდესაც პოლარიზატორიდან გამოსულმა სინათლემ განვლო ფირფიტა მისი მთავარი ანუ C ღერძის სწვრივად, ე. ი. E სხივების სახით. კრისტალის ფირფიტის ორი სხვა მდებარეობა, როდესაც ფირფიტაში თავისუფლად გასულ დაპოლარებულ სინათლეს აუ შეუძლია შეიქრას ანალიზატორში, გამოსახული არის ნახ. 123-ზე.

მოვლენათა მსვლელობა აქ ასეთია: ბუნებრივი სინათლე პოლარიზატორში შესვლის დროს გაიყო ორად. პოლარიზატორმა გაუშვა სხივების ნახევარი (E სხივები) და ეთერის ნაწილაკები მოიყვანა რხევაში PP მიმართულებით. სინათლის რხევები მიადგნენ ფირფიტას. მათი რხევის მიმართულება მართობია

კრისტალის ფირფიტის მთავარი ღერძისა. ხდება გარდაქმნა--პოლარიზატორის E სხივები იქცევიან კრისტალის O სხივებად (ნახ. 124).

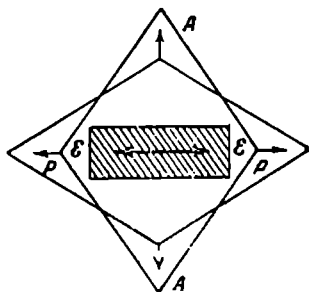
კრისტალის ფირფიტაში თავისუფლად გასვლის შემდეგ, ისევ იმავე სიბრტყეში მრხევალი O სხივები აღწევენ ანალიზატორს. მათი რხევათა მიწაო-



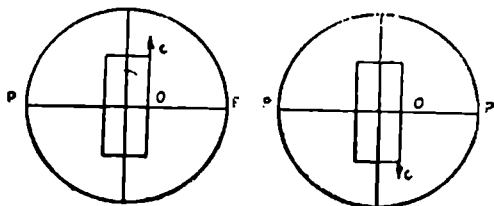
ნახ. 121.

თულება ემთხვევა ანალიზატორის O სხივების რხევათა მიმართულებას. ნიაღწევენ რა კანადის ბალზამის ფენს, ისინი განიღვებებიან და სინათლე ქრება.

როდესაც ერთღერძიანი კრისტალის ფირფიტა ისეა დადებული, რომ მისი ღერძი პოლარიზატორის PP რხევისადმი მართობია, ჯვარედინ ნიკო-

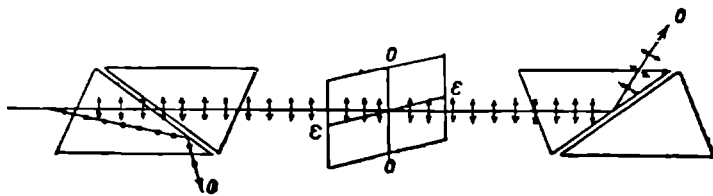


ნახ. 122.



ნახ. 123.

ლების დროს, იგი გვეჩვენება ბნელად. ქვედა ნიკოლის მიერ დაპოლარებული და თავისუფლად და განუყოფელად კრისტალის ფირფიტაში გასული სინათლეს, მთლიანად იჭერს ანალიზატორი. ფირფიტა „ქრება“.



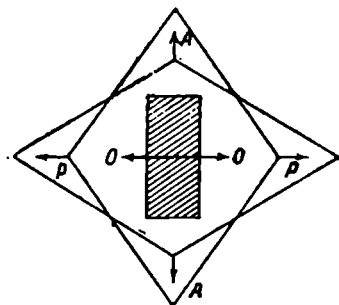
ნახ. 124.

ნახ. № 124 და 125 გვაძლევენ ამ მოვლენების სქემას.

ავილოთ წაგრძელებული ხუთკუთხედის სახის მუყაოს ნაქერი და ამოეკრათ მასში ორი ერთმანეთისადმი მართობი ნაპრალი. ამ ნაპრალების მიმართულება

გამოსახავს O და E სხივების რხევის მიმართულებებს. გაავლოთ ქაღალდზე თარაზული სწორი ხაზი და აღენიშნოთ იგი PP ასოებით. ეს ხაზი გამოსახავს პოლარიზატორის რხევათა მიმართულებას. ჩვენ რომ მუყაოს ბრუნვა დავეწყოთ, შევამჩნევთ, რომ ნაპრალები PP ხაზს ოთხჯერ შეუთავსდებიან (ნახ. 126).

ეს მცირე ცდა თვალსაჩინოთ გვიჩვენებს თუ რათ ვამჩნევთ სწორედ ოთხ ჩაქრობის მდგომარეობას. ფირფიტის ჩაქრობა ხდება მაშინ, როდესაც მისი რხევის ორი მიმართულებიდან, ერთი რომელიმე ემთხვევა პოლარიზატორის რხევის მიმართულებას.



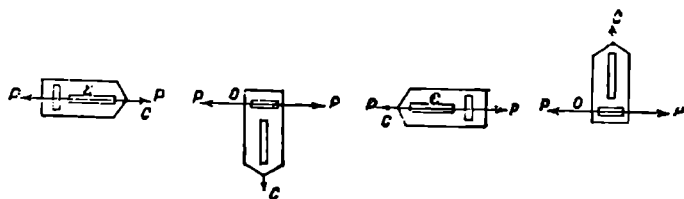
ნახ. 125.

ამ გვარად, ჩაქრობის მიმართულებების აღნიშვნით, ჩვენ იმავე დროს განვსაზღვრავთ კრისტალის ფირფიტაში სინათლის რხევების მიმართულებას.

§ 48. მოვლენები, დასასრულს განვირომელთაც ადგილი ხილოთ სამი ნახაზი. აქვთ გადაჯვარედირომლებიც გამოსახნებულ ნიკოლებში ვენ სინათლის კრისტაკრისტალის ფირფიტის ფირფიტაში გასეტის 360° -ით შობრუნებას მდებარეობის დროს.

დავეყენოთ ფირფიტა ისე, რომ მისი მთავარი C ღერძი მართობი იყოს მასში გამავალი დაპოლარებული სხივის რხევათა მიმართულებისადმი. ნახ. 127-ზე ჩანს, რომ პოლარიზატორიდან გამოსული სინათლე სულ მთლიანად, თავისუფლად გადის კრისტალის ფირფიტაში. გამავალი დაპოლარებული სინათლის რხევათა მიმართულება ამ შემთხვევაში ემთხვევა ფირფიტის O სხივის რხევათა მიმართულებას.

ფირფიტა რომ 90° -ით შევბრუნოთ, დავინახავთ, რომ მოვლენა იმავე სახით მიმდინარეობს. განსხვავება მხოლოდ იმაში მდგომარეობს, რომ გამავალი, დაპოლარებული სინათლის რხევათა მიმართულება ემთხვევა ფირფიტის E სხივის რხევათა მიმართულებას (ნახ. 128).

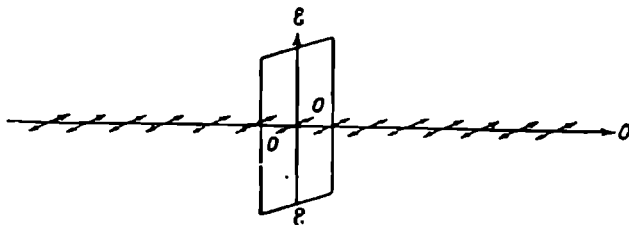


ნახ. 126.

ნახ. 129 გამოსახავს ფირფიტის მდებარეობას მაშინ, როდესაც მასში შესაძლებელ რხევათა მიმართულებიდან არც ერთი არ ემთხვევა დაპოლარებული სინათლის რხევის მიმართულებას. ამ შემთხვევაში ხდება სინათლის ორად გაყოფა.

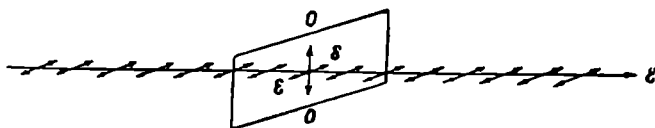
ფირფიტიდან გამოდის ორი E და O სხივი.

ამ ორი სხივის რხევათა მიმართულებები ერთმანეთისადმი ნართობი არიან. გადავაჯვარედინოთ ნიკოლები, მოვათავსოთ მიკროსკოპის მაგიდაზე ერთ-ღერძიანი კრისტალის ფირფიტა და ვაბრუნოთ მაგიდა. აღენიშნოთ ჩაქრობის



ნახ. 127.

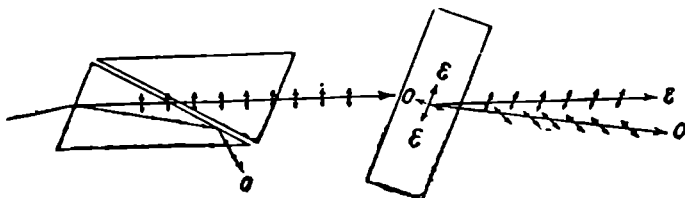
ოთხი გარკვეული მდგომარეობა, როდესაც ფირფიტა სულ ბნელი ჩანს. ფირფიტის გეომეტრიული შოხაზლობანი ამ შემთხვევაში ოკულარის ძაფების სწერივია (ნახ. 130, 132, 134, 136). როგორც კი გამოვიყვანთ ფირფიტას ჩაქრობის



ნახ. 128.

მდგომარეობიდან, ჩვენ შევამჩნევთ. რომ იგი ამა თუ იმ ფერს მიიღებს, რომელსაც ჩაქრობის შემდეგ მომენტამდე ინარჩუნებს.

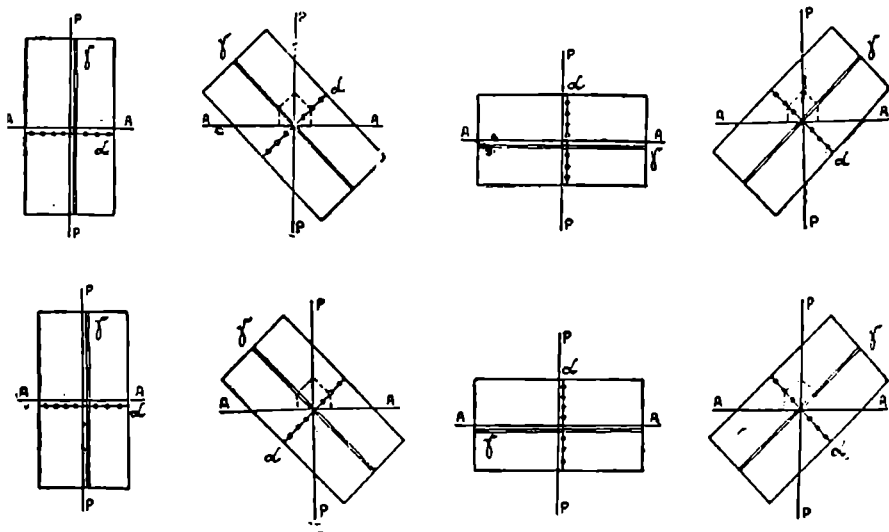
ფირფიტის ჩაქრობა იმ მომენტებში ხდება, როდესაც პოლარიზატორიდან გამოსული მთელი სინათლე გაუორებლად და თავისუფლად გადის კრისტალის



ნახ. 129.

ფირფიტაში და მთლიანად უკუიქცევა კანადის ბალზამის შრით ანალიზატორში (შეადარეთ 127 და 128 ნახაზები 121 და 124 ნახაზებს). კრისტალის ფირფიტის ყოველ სხვა მდგომარეობისას პოლარიზატორიდან გამოსული სინათლე ორდება არაჩვეულებრივ და ჩვეულებრივ სხივებად (იხ. ნახ. 129).

კრისტალურ ფირფიტაში ორმაგი გარდატეხის და ფირფიტაში ჩვეულებრივ და არაჩვეულებრივი სხივების ტალღების შეკრების გამო, რომლებიც ფირფიტაში წარმოშობის შემდეგ ანალიზატორში გადაიან, გვაქვს ფირფიტის შეფერვა ამა თუ იმ ფერად. ეს მოვლენა შემჩნეული იყო ჯერ კიდევ 1812 წელში არაგოს მიერ, რომელმაც მას „ქრომატული პოლარიზაცია“ უწოდა. როგორც ზემოთ (§ 44) არის აღნიშნული, ქრომატულ პოლარიზაციას ადგილი აქვს მხოლოდ იმ კრისტალებში, რომელთაც სინათლის ორმაგი გარდატეხა ახასიათებთ. კუბური კრისტალები, თუ მათ ჯგერედნი ნიკოლებში ვათვალიერებთ, მაგიდის ბრუნვისას მუდამ დაბნელებულნი არიან. ისინი მუდამ ჩაქრობის მდგომარეობაში რჩებიან 130, 132, 134 და 136 ნახაზებზე ნაჩვენებია ერთლერძიანი კრისტალების ჩაქრობის სხვადასხვა მდგომარეობა. მათ შორის მოთავსებულ 131, 133, 135 და 137 ნახაზებზე კი მდგომარეობა, როდესაც ანალიზატორი სინათლის მაქსიმალურ რაოდენობას უშვებს, რის გამოც ფირფიტა ინტენსიურად არის შეფერილი. მოყვანილ ნახაზებზე აღნიშნულია მაგიდის 360°-ით მობრუნების დროს სხვადასხვა მდგომარეობა (0°, 45°, 90°, 135°, 180°, და ა. შ.). როგორც ნახაზებიდან ჩანს ბრუნვა საათის ისრის მოწინააღმდეგე მიმართულებით ხდება.



ნახ. 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137.

არაჩვეულებრივი სხივის რხევის მიმართულება ნაჩვენებია ორი ახლოს გავლებული სწვრივი ხაზის საშუალებით, რომლის შიგნით მორიგეობენ ბნელი და ნათელი ჟღნები. ჩვეულებრივი სხივის რხევის მიმართულება ხაზითაა ნაჩვენები, რომელზედაც წერტილები არიან დასმული. პოლარიზატორიდან და ანალიზატორიდან გამოსული სინათლის რხევები უერთიერთ მართობი PP და AA ხაზებითაა ნაჩვენები. ეს ხაზები ჰიუგენსის ოკულარის ძაფებს ემთხვევიან.

მხსოთე მეცადინეობა

§ 49. სინათლის გას- ეხლა, ჩვენთვის აუცილებელია გავერკვიოთ იმ ს- ვლა კრისტალის ფირ- კითხში. თუ რათ წარმოიშეგება კრისტალის თხელი ფიტაში ფირფიტის შეფერვა, როდესაც კრისტალს ვსინჯავთ ჯვარედინ ნიკოლებით.

დაუბრუნდეთ ნახ. 119 და განვიხილოთ, თუ რა ემართება იმ სხივებს, რომლებიც ქვევიდან კრისტალის ფირფიტასთან მოდიან. ყოველი მათგანი კრისტალის ფირფიტაში შესვლისთანავე იყოფა ჩვეულებრივ და არაჩვეულებრივ სხივებად. რადგან სინათლის სხივები კრისტალის ზედაპირს მართობულად ეცემიან, ამიტომ კრისტალში წარმოშობილი ჩვეულებრივი სხივები წავლენ იმავე გზით, მიმართულების შეუცვლელად. არაჩვეულებრივი სხივები კი, პირიქით, ამ შემთხვევაშიაც გადახრებიან დაცემული სხივების მიმართულებისაგან და მათი მიმართულება კრისტალში სხვა იქნება. ხაზები AG, BH, CJ, და DK გვიჩვენებენ ამ გზის მიმართულებას (ნახ. 138).

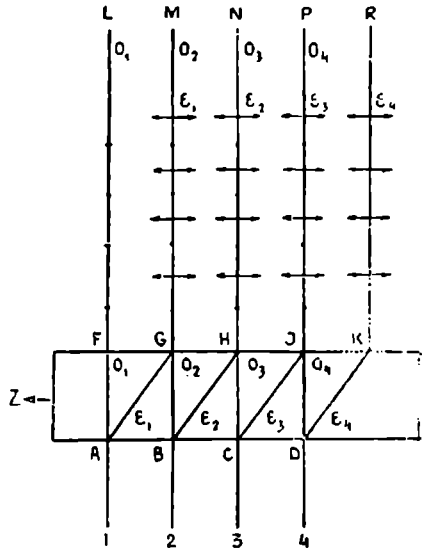
თვითეული წარმოშობილი სხივი შემდეგნაირად აღვნიშნოთ:

- O_1, O_2, O_3 და O_4
 E_1, E_2, E_3 , და E_4

კრისტალის ფირფიტიდან გამოსვლის შემდეგ არაჩვეულებრივი სხივები შეიცვლიან თავის გზას და გაჰყვებიან GM, HN, JP, KR, ხაზებს. FL ხაზს მიჰყვება ერთი ჩვეულებრივი სხივი—№ 1.

KR ხაზზე მიდის აგრეთვე ერთი არაჩვეულებრივი სხივი № 4, შუა GM, HN, JP ხაზებზე ვრცელდება უკვე ორ-ორი სხივი— O_2 და E_1 ; O_3 და E_2 ; O_4 და E_3 .

ჩვენი ერთღერძიანი კრისტალის ფირფიტა გამოჭრილია მისი მთავარი ღერძის სწორივად. ამ ღერძის მიმართულება ნახ. 138 აღნიშნულია ისარიით და Z ასოთი.



ნახ. 138.

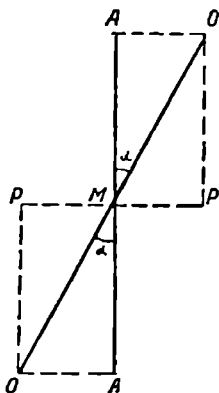
ჩვენ ვიცით (იხ. მეცადინეობა პირველი, § 13), რომ კრისტალის მთავარ ღერძზე და არაჩვეულებრივი სხივის მიმართულებაზე გაყვანილ სიბრტყეს ეწოდება კრისტალის მთავარი ოპტიკური კვეთი.

სინათლის რხევები, რომლებიც არაჩვეულებრივ სხივებს იძლევიან, ყოველთვის მთავარ ოპტიკურ კვეთში ხდებიან.

განსახილავ შემთხვევაში ნახაზის სიბრტყე წარმოადგენს მთავარ კვეთს, რადგანაც მასში თავსდება მთავარი Z ღერძიც და არაჩვეულებრივი სხივებიც. ამიტომ რხევათა ეს მიმართულება ისრებით აღვნიშნოთ.

ჩვეულებრივი სხივები თავიანთ რხევებს ასრულებენ მთავარი კვეთისაღმის მართობ სიბრტყეში. ამიტომ ჩვენ იძულებული ვიქნებით F'L, GM, HN და JP ხაზებზე ეს რხევები წერტილებით აღვნიშნოთ.

GM, HN, და JP შუა ხაზებზე ერთდროულად მიიზის ორი ტალღა— O_2 , O_3 , და O_4 და E_1 , E_2 , E_3 სხივებისა. რადგანაც ამ ტალღების რხევათა სიბრტყეები ურთიერთ მართობი არიან, ამიტომ ორივე ტალღა ისე მიიზის, რომ ისინი არც ირევიან და არც ინტერფერობენ ერთმანეთთან. კრისტალის ფირფიტის და ანალიზატორის შუა სივრცეში ინტერფერენცია არ არის. ჩვეულებრივი და არაჩვეულებრივი სხივების ტალღები ისე მიიზიან, რომ არც ერთდებიან და არც ერთმანეთზე მოქმედობენ.



ნახ. 139.

§ 50. ჩვეულებრივი ამ ფაქტის გაცნობის სხივის გასვლა ანა- შემდეგ განვიხილოთ თუ რა ლიზატორში ემართებათ ამ სხივებს, როდესაც ისინი შევლენ ნიკოლის ზედა პრიზმაში, ანუ ანალიზატორში.

ჩვენ ვიცით, რომ ნიკოლის პრიზმა ისეა მოწყობილი, რომ მას შეუძლია გაატაროს სინათლის რხევები მხოლოდ ერთი მიმართულებით—თავისი მთავარი ოპტიკური კვეთის მიმართულებით. ნახ. 139-ზე ეს მიმართულება აღნიშნულია AA ხაზით. სხივი № 2 (O_2) ადგება ანალიზატორის მთავარ კვეთს და ამ დროს, მისი რხევათა OO მიმართულება ქმნის AA-სთან რიამე აკუთხეს. O_2 სხივი ანალიზატორში შესვლისას განიცდის ორმაგ გარდატეხას და იყოფა ორ სხივად—იმ ისლანდიურ შპატის ჩვეულებრივ და არაჩვეულებრივ სხივე-

ბად, რომლიდანაც დამზადებულია ნიკოლის პრიზმა—ანალიზატორი. MP რხევანი წარმოშობენ ანალიზატორის ჩვეულებრივ სხივს. MA რხევანი-კი არაჩვეულებრივ სხივს (ნახ. 139).

ამგვარად, ჩვენი კრისტალის O_2 სხივი ანალიზატორში დაიშლება რხევათა ორ MP და MA სისტემად.

MP რხევები აღწევენ კანადის ბალზამის შრეს, განიცდიან აქ სრულ შინაგან არეკლვას და განზე განიტყორცნებიან. MA რხევანი კი თავისუფლად გადიან კანადის ბალზამით ანალიზატორის ზედა ნახევარში და შემდეგ აღწევენ დამკვირვებლის თვალს.

ამგვარად, კრისტალის ფირფიტაში წარმოშობილი O_2 სხივი ანალიზატორში გასვლის დროს დაიშლება MP და MA რხევის მქონე ორ რხევად და ჰკარგავს თავისი ენერჯიის ნაწილს (MP რხევებს). დანარჩენი ნაწილი კი ანალიზატორიდან გამოსვლისას იცვლის რხევის MO მიმართულებას MA-ზე. O_2 სხივი იქცევა ანალიზატორის არაჩვეულებრივ სხივად და ანალიზატორიდან გამოსვლის შემდეგ შედგება სინათლის იმ რხევათაგან, რომელთაც ადგილი აქვთ ანალიზატორის მთავარი კვეთის სიბრტყეში.

§ 51. არაჩვეულებრივი სხივის გასვლა ანალიზატორში

შეუდგეთ ეხლა არაჩვეულებრივ № 1 სხივთან დაკავშირებული მოვლენების განხილვას. იმავე გზით მიმავალი, როგორც O_2 სხივი, ის უახლოვდება ანალიზატორს და ამასთან მისი რხევათა სიბრტყე ჰკმნის ანალიზატორის მთავარ კვეთთან კუთხეს $(90^\circ - \alpha)$ ნახ. 140.

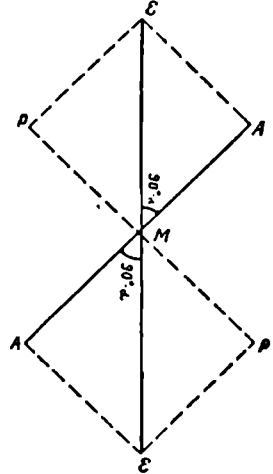
ანალიზატორში შესვლისას E_1 სხივი იყოფა ორ სხივად: ანალიზატორის ჩვეულებრივ და არაჩვეულებრივ სხივებად. MP რხევები წარმოშობენ ჩვეულებრივ სხივს, MA რხევები კი არაჩვეულებრივს.

ჩვენი კრისტალის არაჩვეულებრივი სხივი № 1 ანალიზატორში ორ სხივად გარდაიქმნება; ერთი მათგანი აღწევს კანადის ბალზამის ფენს და განზე გადისხრება, მეორე, რომელიც ანალიზატორის არაჩვეულებრივ სხივს წარმოადგენს თავისუფლად გადის კანადის ბალზამში.

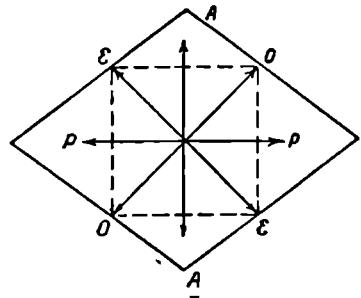
ამგვარად, არაჩვეულებრივი № 1 სხივის მიერ განცდილი ცვლილებანი ანალოგიურია იმ ცვლილებებთან, რომელთაც ჩვენ ვამჩნევთ კრისტალის ფირფიტის ჩვეულებრივ № 2 სხივს. ანალიზატორში გასვლის დროს, E სხივი ჰკარგავს თავისი ენერჯიის ნაწილს (MP შემადგენელს) და რხევათა მიმართულებას იცვლის MA-დ.

ჩვენი კრისტალის არაჩვეულებრივი № 1 სხივი იქცევა ანალიზატორის არაჩვეულებრივ სხივად. ანალიზატორიდან გამოსვლის დროს იგი შედგება ანალიზატორის მთავარი კვეთის სიბრტყეში წარმოებული სინათლის რხევათაგან (ნახ. 141).

ამგვარად, ჩვეულებრივი და არაჩვეულებრივი სხივების ორთავე თანწყობას, რომლებიც კრისტალის ფირფიტიდან გამოსვლის დროს ორ, ურ-



ნახ. 140



ნახ. 141.

თიერთ მართობ სიბრტყეში წარმოებულ რხევათაგან შედგებოდნენ, ეხლა, ანალიზატორში გასვლის შემდეგ, თავიანთი რხევანი ერთ სიბრტყეში აქვთ.

მათი რხევათა სიბრტყე — ანალიზატორის მთავარი კვეთის სიბრტყეა. ანალიზატორში გავლის შემდეგ ჩვეულებრივი და არაჩვეულებრივი ტალღების ორივე თანწყობას თავიანთი რხევები ერთსა და იმავე სიბრტყეში აქვთ. გარდა ამისა ისინი ერთი მიმართულებით მოძრაობენ. ამიტომ წარმოიქმნება ამ ორი ტალღის შეერთების — დაპოლარებული სინათლის ინტერფერენციის მოვლენა.

§ 52. ხინათლის ტალღათა ინტერფერენცია როდესაც ერთნაირი ტალღის სიგრძის და რხევათა ერთნაირი ფაზის მქონე ორი ტალღა განიჩქევა ერთ-

მანეთისაგან მხოლოდ რხევათა ამალიტულით, ადგილი აქვს შემდეგ მოვლენებს:

თუ ამგვარი ტალღები ერთ და იმავე ხაზზე მოძრაობენ, მაშინ a ნაწილაკი ერთდროულად წარტაცებული იქნება ორი ტალღისებური მოძრაობით (ნახ. 142).

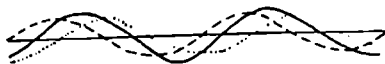
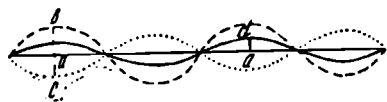
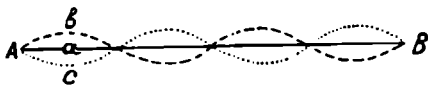
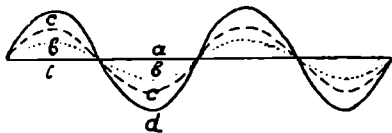
თუ b არის ის წერტილი, სადამდისაც a ნაწილაკი გადისრებოდა ერთი ტალღის საშუალებით და c ის წერტილი, სადაც იგი იქნებოდა იმავე დროს მარტო მეორე ტალღის ზეგაეღენით, მაშინ, ნამდვილად, იგი გადაადგილდება d წერტილამდე. ამასთანავე $ad = ab + ac$.

ამის გამო ორი ტალღის შეჯამებული ეფექტი წარმოშობს ერთ ტალღას. ტალღის სიგრძე და რხევათა ფაზები ისეთივე იქნება, როგორც წყმადგენელი ტალღების, მაგრამ ინტენსივობა (ანუ ამალიტუდა) გაცილებით მეტი იქნება.

ტალღების ისეთ შეერთებას, რომელიც წარმოშობს ახალ ტალღებს, ეწოდება ინტერფერენცია.

ენახოთ ეხლა რა შედეგს გვაძლევს ერთნაირი ამალიტუდის და სიგრძის მქონე, მაგრამ $\lambda/2$ ფაზით განსხვავებული ტალღების შეერთება (იხ. ნახ. 143).

ნაწილაკი a , სავსებით ერთნაირად და ერთდროულად წარტაცებული მოპირდაპირე b და c მიმართულებით, იძულებული იქნება უძრავად დარჩეს.



ნახ. 142 143 144 145a.

ეს დასკვნა სწორია AB ხაზზე მდებარე ყველა წერტილისთვის. ორი ტალღა სპობს ერთმანეთს.

ცდებმა გვიჩვენებს, რომ სავსებით ერთნაირი სიგრძის და ამპლიტუდის მქონე სინათლის ორი ტალღა, ხაზზე გადაადგილების დროს, სრულიად სპობენ ერთმანეთს, თუ ისინი ნახევარი ტალღის ფაზით განსხვავდებიან.

ერთი რომელიმე განსახვრკული ტალღის სიგრძის მქონე სინათლე ყოველთვის შეღებლია რაიმე ფერად და მონოქრომატულად იწოდება.

ბუნუნის ნათურაზე გახურებული ლითონის მარილები წარმოშობენ წითელი ფერის ერთგვაროვან მონოქრომატულ სინათლეს.

მისი ტალღის სიგრძე $\lambda = 0,000671$ მმ.

ნატრიუმის და ტალიუმის მარილები გვაძლევენ ყვითელ და მწვანე მონოქრომატულ სინათლეს. მათი ტალღის სიგრძეები ასეთია: ნატრიუმის $\lambda = 0,000589$ მმ და ტალიუმის— $0,000535$ მმ.

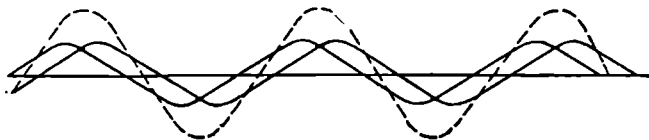
როდესაც მიიღებენ მონოქრომატული სინათლის სავსებით ერთმანეთის მსგავს ტალღების ორ თანწყობას, ხელოვნურად იწვევენ ერთი ტალღის დაგვიანებას. ბიადწევს თუ არა მათი ფაზათა სხვაობა ნახევარ ტალღას ($\lambda/2$), ხდება ამ ტალღების სრული ინტერფერენცია და სინათლე ქრება.

ორი ტალღის ურთიერთჩაქობა იმ შემთხვევაშიც წარმოიშობა, როდესაც ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან არა მხოლოდ ნახევარი ტალღის ფაზით, არამედ ერთნახევრით, ორნახევრით და ა. შ.

ნახ. 144 ნაჩვენებია ორი, არათანაბარი ამპლიტუდის და ნახევარი ფაზით განსხვავებული ტალღის ინტერფერენციის შედეგი. ასეთი ორი ტალღის შეკრება ანელებს სინათლეს. რეზულტატური ტალღის ამპლიტუდი შესაქრებ ტალღათა აბ და აც ამპლიტუდების სხვაობას უდრის:

$$ad = ab - ac$$

ნახ. 145a გვიჩვენებს ორი, ერთნაირი ამპლიტუდის და მეოთხედი ტალღის სიგრძით განსხვავებული ტალღების ინტერფერენციას. ნახ. 145b-ზე ნაჩ-



ნახ. 145b.

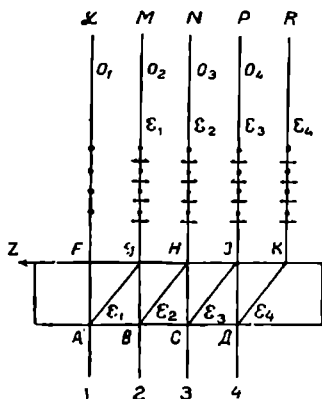
ვენებია ორი თანაბარ ამპლიტუდისანი ტალღა, რომელთა ფაზათა სხვაობა ტალღის სიგრძის მერვედს ($\lambda/8$) უდრის.

§ 53. O და E სხივე-შევაჩეროთ ჩენი ყურადღება 146 ნახაზზე და შევების სვლათა სხვაობა დართო ერთმანეთს O₂ და E₁ სხივების მიერ განვლოლ მანძილთა სიგრძეები. ნათლად ჩანს, რომ E₁ სხივის ვზა გაცილებით უფრო გრძელია. მაშინ, როდესაც B წერტილში წარმოშობი-

ლი ჩვეულებრივი № 2 სხივი BGM ხაზს მიჰყვება, არაჩვეულებრივი № 1 სხივი თავის გზას იწყებს A წერტილიდან და მოძრაობს AG ხაზზე. G წერტილში ის უერთდება O_2 სხივის, წარმოშობს რხევებს ნახაზის სიბრტყეში და მასთან ერთად მიჰყვება ერთ GM ხაზს.

ამიტომ, ფირფიტიდან გამოსვლის შემდეგ, E_1 სხივი მიემართება O_2 სხივის უკან. ამ ორი, O_2 და E_1 სხივის რხევათა სიბრტყეები ურთიერთ მართობული არიან. ეს გარემოება არ იძლევა იმის საშუალებას, რომ ორი ტალღისებური მოძრაობა შეერთდეს და, ამიტომ

თვითეული მათგანი ერთმანეთის დამოუკიდებლად უახლოვდება ანალიზატორს, O_2 სხივი უფრო ადრე, E_1 კონტა გვიან.



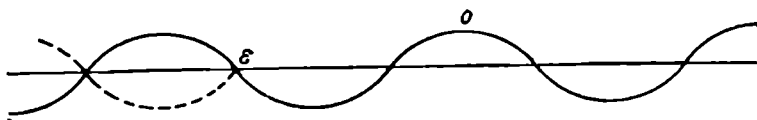
ნახ. 146.

ანალიზატორში თვითეული მათგანი იყოფა ორ სხივად — ანალიზატორის ჩვეულებრივ და არაჩვეულებრივ სხივებად. ორივე ჩვეულებრივი სხივი გადაიხრება განზე, ხოლო ორი არაჩვეულებრივი-კი (E_1 და O_2 -სგან წარმოშობილი) გამოდის ანალიზატორიდან. მათი რხევა ერთ სიბრტყეში ხდება — ანალიზატორის მთავარი კვეთის სიბრტყეში.

ესლა უკვე შესაძლებელია ორი ტალღისებური მოძრაობის შეერთება. მაგრამ E_1 სხივი უფრო გვიან შევიდა ანალიზატორში და ამიტომ უფრო გვიანაც გამოვა.

რაც უფრო მსხვილია ფირფიტა, რაც უფრო ძლიერია მისი ორმაგი გარდატეხა, მით მეტი მანძილით ჩამორჩება ერთი სხივი მეორეს. ეს მანძილი იზომება მილიმეტრის მემილიონედ ნაწილებით. სიმარტივისათვის მას ტალღის სიგრძის საშუალებით გამოხატავენ.

ნახ. 147-ზე ჩანს, რომ E_1 სხივი რჩება O_2 -ს ტალღის სამი მეოთხედით. მათი რხევის ფაზების განსხვავება იქნება $\frac{3}{4}\lambda$.



ნახ. 147.

§ 54. მოვლენები, რომლებსაც ვამჩნევთ ჯგარედინ ნაკადებსა და მინერალის ფირფიტაში სინათლის ვახვლის დროს

ორი, E_1 და O_2 ტალღისაგან შემდგარ რეზულტატურ ტალღას სხვადასხვა სახე აქვს, მდგომარეობის მიხედვით რომ ეს მოვლენა ვაეაპარტივოთ, ვისარგებლოთ მარტივი მონოქრომატული სინათლით.

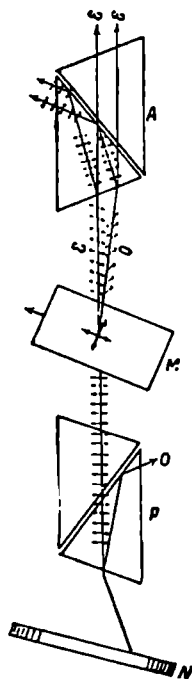
ანალიზატორი შეიძლება დაიდგას ორნაირად: ისე, რომ მისი მთავარი კვეთის სიბრტყე პოლარიზატორის

სწერივი იყოს—„ნიკოლები სწერივია“ (Nic ||); ან მასთან მართობი—„ნიკოლები ჯვარდინია“ (Nic⊥).

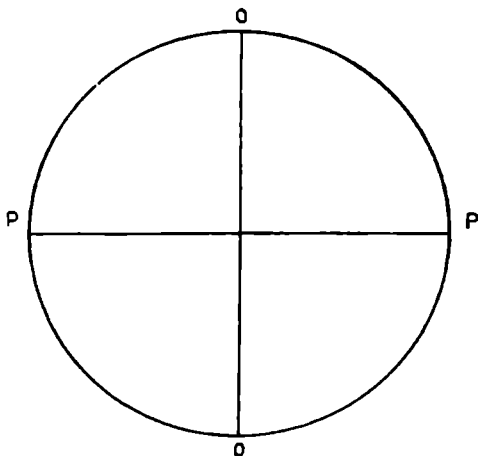
განვიხილოთ ჯერ ის მოვლენები, რომლებიც შეიძლება ჯვარდინ ნიკოლების დროს შევამჩნიოთ.

თუ ჩვენ მოვათავსებთ ერთდერძიან (კვადრატულ ან ჰექსაგონალურ) მინერალს ჯვარდინ ნიკოლთა შორის, მაშინ სინათლე, რომელიც გადის პოლარიზატორში, მინერალში და ანალიზატორში, 3-ჯერ განიცდის ორმაგ გარდატეხას და დაპოლარებას.

სარკიდან არეკლის შემდეგ (ნახ. 148) სინათლის სხივი შედის ქვედა ნიკოლში, სადაც ის პირველად განიცდის ორმაგ გარდატეხას და სავსებით პოლარდება.



ნახ. 148.



ნახ. 149.

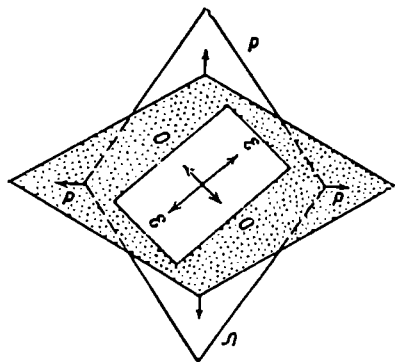
E სხივი ირხევა პოლარიზატორის მთავარი კვეთის სიბრტყეში, რომელიც ნახ. 148-ზე ქალაღის სიბრტყეს ემთხვევა.

O სხივი ირხევა ნახაზის სიბრტყის მართობულად.

O სხივის რხევანი აღნიშნულია წერტილებით. ნახაზ 149-ზე, რომელიც მიკროსკოპის ხედვის არეს წარმოადგენს, PP ხაზით E სხივის რხევის მიმართულებაა ნაჩვენები, ხოლო OO კი პოლარიზატორის ჩვეულებრივი სხივის რხევის მიმართულებას აღნიშნავს.

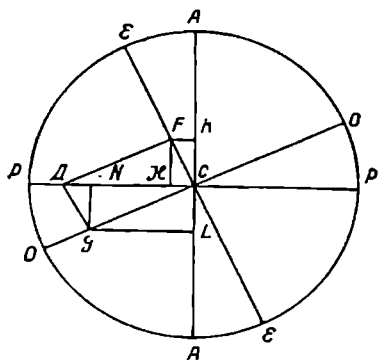
O სხივი სავსებით აირეკლება ბალზამის შრიდან და პოლარიზატორიდან მხოლოდ E სხივი გამოდის. პოლარიზატორში გასული სინათლე მინერალის ფირფიტისაკენ მიიმართება. როცა სხივი მინერალს (M) მიაღწევს იგი განიცდის, რიგით უკვე მეორეს, ორმაგ გარდატეხას და გაიყოფა ამ მინერალ-

ლის O და E სხივებად. ნახ. 148-ზე ჩანს, თუ როგორ გაორდებიან ფირფიტის შიგნით პოლარიზატორიდან— P გამოსული ერთგვაროვანი რხევები. შემდგომ, A ანალიზატორისაკენ უკვე ორი ტალღა მირბის. მათი რხევათა მიმართულე-ბა ურთიერთ მართობი ისრებითაა ნაჩვენები. ზინერალში წარმოშობილი O და E სხივები ორ, ურთიერთ მართობ სიბრტყეში ირხევა. ეს რხევები ნახ. 150-ზე EE ასოებით არიან აღნიშნული.



ნახ. 150

ზებითაა აღნიშნული. ზემო ნიკოლში ჩვეულებრივ— O^0 სხივს, რომელიც მინერალის O სხივისაგან წარმოსდგა, CN ხაზით აქვს ვიბრაციის (რხევის) მიმართულება. მეორე ჩვეულებრივი O^e სხივი, რომელიც მინერალის E სხივისაგან წარმოსდგა, იმავე სიბრტყეში ირხევა. მისი მიმართულება და ამპლიტუ-



ნახ. 151.

სიბრტყეში აქვთ და ისინი ერთი მიმართულებით მირბიან. ჩვენ კი ვიცით, რომ ორი დაპოლარებული სხივი, რომლებიც ერთი მიმართულებით მირბიან, მხოლოდ მაშინ ინტერფერირობენ, როცა მათი რხევის სიბრტყეები თანხვე-

O სხივის რხევა OO მიმართულებით ხდება.

ორივე სხივი არა თანაბარი სისწრაფით ისწრაფვის ანალიზატორისაკენ, სადაც ხდება მათი, თვლით უკვე ნესამე, ორმაგი გარდატეხა და თვითეული O და E სხივისაგან ჩვენ ვღებულობთ ორ-ორს, — ანალიზატორის ორ არაჩვეულებრივს და ორ ჩვეულებრივ სხივს: E^0 , E^e , O^0 , O^e (ნახ. 148).

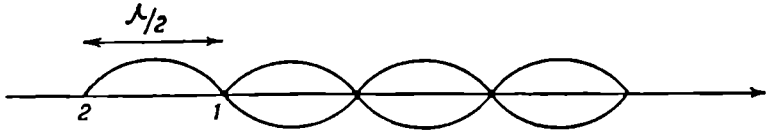
ნახ. 151-ზე CD ხაზი პოლარიზატორიდან გამოსული E სხივის რხევის მიმართულებას გვიჩვენებს. O და E სხივების რხევა ერთიგვარისადმი სწორი კუთხით ხდება და CG , CF ხაზების სიდიდე CH ხაზითაა ნაჩვენები. ორივე O^0 და O^e სხივი ზემო ნიკოლში აირეკლება კანადის ბალზამის შრიდან და მათი CN და CH რხევები მოიხსობა.

არაჩვეულებრივ E^0 სხივს, რომელიც მინერალის O სხივისაგან წარმოსდგა, რხევები CL ხაზის მიმართულებით აქვს (ნახ. 151). E^e სხივის რხევები კი, რომელიც მინერალის E სხივისაგან წარმოსდგენს, CK ხაზით არიან აღნიშნული.

ორივე არაჩვეულებრივი E^0 და E^e სხივი ვადის ანალიზატორში. ეხლა, სინათლის ამ ორ E^0 და E^e ტალღას რხევა ერთ

ბა. ამ შემთხვევაში ეს სწორედ ასე ხდება. E^0 და F' ტალღები იკრიბება ანუ ინტერფერირობენ. ინტერფერენციის შედეგი-კი დამოკიდებულია აღმოცენილ ფაზათა სხვაობისაგან, ანუ იმისაგან, თუ რამდენად დაშორდება ერთი სხივი მეორეს.

§ 55. ინტერფერენცი- მონოქრომატულ სინათლეში ინტერფერენცია ახდენს ის მოვლენები მონოქ- სინათლის ინტენსივობის ცვლილებას, რომელიც ორ რომატულ სინათლეში ფაზათაშორის განსხვავებაზეა დამოკიდებული. მონო- ქრომატული სინათლის ორი ტალღის უბრალო შეკ- რების დროს შეიძლება მივიღოთ სინათლის სრული ინტერფერენცია, ანუ მოსპობა, თუ ფაზები ნახევარი ტალღის სიგრძით განსხვავდებიან (ნახ. 152).



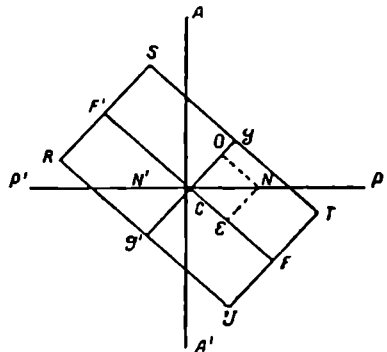
ნახ. 152.

მაგრამ, როდესაც მონოქრომატული სინათლე ჯვარედინ ნიკოლებსა და შათ შუა მოთავსებული მინერალის შლიფში გადის, სინათლის მოსპობა ხდება მაშინ, როდესაც ფაზათა სხვაობა უდრის ტალღის ერთ სიგრძეს, ან ორს, სამს და ა. შ. ტალღათა სიგრძეებს.

ამაში აუცილებელია გავერკვეთ. ნახ. 153-ზე PP' ხაზი წარმოადგენს იმ სინათლის რხევის მიმართულებას, რომელიც ქვედა ნიკოლში ანუ პოლარიზატორში გავიდა. სინათლის $RS'TU$ მინერალის ფირფიტაში გასვლის შემდეგ, რომელშიაც რხევის სიბრტყეები $F'E'$ დი GG' ხაზებითაა ნაჩვენები, ხდება სინათლის გაორება.

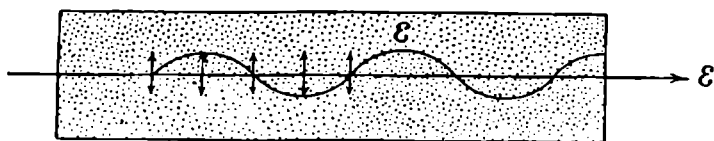
დაპოლარებული სინათლის რხევა, რომელიც ქვედა ნიკოლიდანაა მოსული, CN და CN' მიმართულებებით ხდება. წერტილი N ტალღის ქედის მდებარეობას გვიჩვენებს, N' კი მისი უბისას. მინერალში სინათლის გაორებისას ხდება ამ რხევათა ორ შესაკრებ CO და CE რხევებად დაშლა. CE ხაზი მინერალის არაჩვეულებრივი სხივის რხევათა ამპლიტუდს გამოსახავს; CO —ჩვეულებრივი სხივის რხევის ამპლიტუდს. E გვიჩვენებს არაჩვეულებრივი სხივის ტალღის ქედის მდებარეობას, O -კი, ჩვეულებრივი სხივის ტალღის ქედისას.

თუ მინერალიდან გამოსვლის შემდეგ ამ ორი ტალღის ფაზათა სხვაობა ტალღის სიგრძეს ან მთელ ტალღათა რიცხვს (λ , 2λ , 3λ) უდრის, ჩვეულებ-

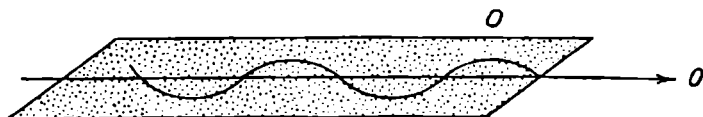


ნახ. 153.

რევი სხივის ტალღა მის O ქედში იქნება მაშინ, როდესაც არაჩვეულებრივი სხივის ტალღა აგრეთვე თავის E ქედშია (ნახ. 154 და 155).

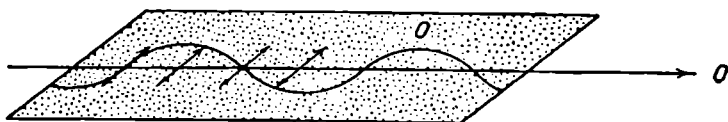


ნახ. 154.

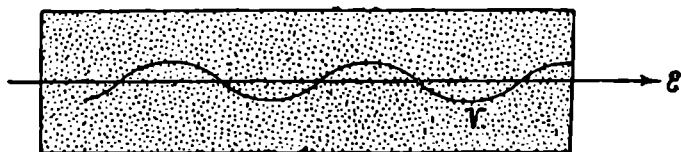


ნახ. 155.

თუ კი მინერალში გასვლისას მინერალის არაჩვეულებრივი და ჩვეულებრივი სხივის ფაზათა სხვაობა ნახევარ ტალღას (ან ნახევარ ტალღათა კენტოიცხეს) აღწევს, ჩვეულებრივი სხივის ტალღა O ქედში იქნება მაშინ, როდესაც არაჩვეულებრივი სხივის ტალღა V უბეშია (ნახ. 156 და 157.).



ნახ. 156.



ნახ. 157.

ზედა ნიკოლში შესვლისას, რომელსაც უნარი აქვს გაატაროს მხოლოდ ის რხევები, რომლებიც AA სიბრტყეში ხდება, თვითეული ტალღა ორათ იყოფა.

მინერალის O და E სხივიდან, ანალიზატორში ოთხი ტალღა წარმოსდგება: ორი ჩვეულებრივი და ორი არაჩვეულებრივი. ჩვეულებრივი O^u და O^v

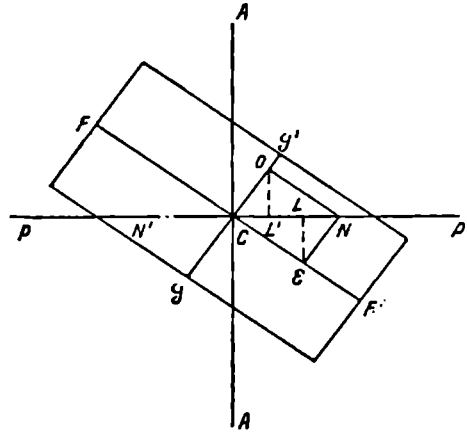
სხივების ტალღები ანალიზატორის მთავარი კვეთის მართობ რხევათაგან შედგებიან. ნახ. 158-ზე ამ რხევათა მიმართულება CL და CL' არის ნაჩვენები. ასეთ მდგომარეობას ექნება ადგილი, თუ მინერალის (O) და E ტალღების ფაზათა სხვაობა ტალღების სიგრძეს უდრის.

O° და O' სხივები კანადის ბალზამის შრეს რომ მიალწევენ, სავსებით აირეკლებიან და შთაინთქმებიან ანალიზატორის კედლების მოშავებული ზედაპირით. სხვა ორი E° და E' სხივის ტალღა მთავარ AA კვეთში ირხევა და თავისუფლად გადის ანალიზატორში.

ნახ. 159-ზე CX და CY -ით ნაჩვენებია ის შესაქრებები, რომლებიც ჰქმნიან ანალიზატორის E° და E' სხივის ორ ტალღას. ასეთ მდგომარეობას მაშინ ექნება ადგილი, თუ მინერალის O და E სხივის ტალღათა ფაზები განირჩევიან ერთი ტალღის სიგრძით ან ტალღათა სიგრძის მთელი რიცხვით, ე. ი., თუ მინერალში გასვლისას ერთი სხივი მეორეს λ , 2λ , 3λ და ა. შ. ჩამორჩება.

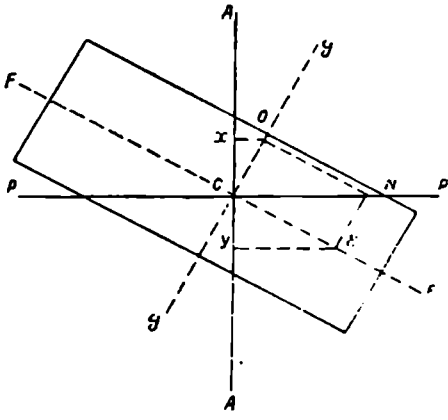
ნახ. 159-ზე ნათლად ჩანს, რომ ეს ორი CX და CY შესაქრები თანაბარია და ურთიერთ წინააღმდეგ მიმართული. ამიტომ, ანალიზატორის ეს ორი E° და E' ტალღა ერთმანეთს მოსპობს.

მონოქრომატული სინათლის გამოყენების დროს ამ ორი ტალღის შეკრების შედეგი სიბნელე იქნება (ნახ. 160).



ნახ. 158.

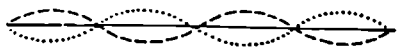
ერთი ტალღის სიგრძით ან ტალღათა სიგრძის



ნახ. 159.

§ 56. ნახევარი ფაზით თუ მინერალში გასვლისას O და E ტალღების ფაზათა განსხვავებულ ტალღათა სხვაობა ნახევარ ტალღას ან ნახევარ ტალღათა კენტრალათა ინტენზიტეტი რიცხვს აღწევს, ან სხვა სიტყვებით, თუ ერთი სხივი მეორეს $\lambda/2$ -ით—ნახევარ ტალღით ჩამორჩება, ამ ტალღების ფაზათა შორის შემდეგი დამოკიდებულება იქნება: როდესაც CG სიბრ-

ტყევი მრხვევადი ჩვეულებრივი სხივის ტალღა მის O ქედშია, არაჩვეულებრივი სხივის ტალღა, რომლის რხევა FF' სიბრტყეში ხდება, მის V უბეში იქნება. ზემო ნიკოლში გასვლისას, მათგან ანალიზატორის ორი E და E' ტალღა წარმოსდგება, რომელთა რხევა მთავარ AA' კვეთში ხდება. თვითნული მათგანი CX ხაზითაა აღნიშნული და ერთი მიმართულებით მოქმედებს (ნახ. 161).

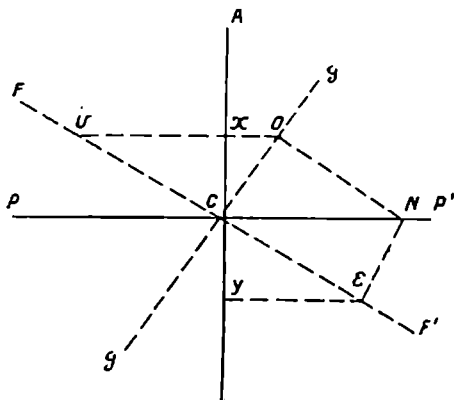


ნახ. 160.

ამის გამო რეზულტატურ ტალღას $2CX$ -ის ტოლი გაორკეცებული ამპლიტუდი და ოთხჯერ მეტი ინტენსივობა ექნება (ნახ. 162).

თუ მინერალში გასვლისას მასში წარმოშობილი ერთ-ერთი O ან E სხივი მეორეს ნახევარ ტალღაზე მეტი და მთელ ტალღაზე ნაკლები მანძილით ჩამორჩება, მაშინ ასეთი ტალღები ანალიზატორში გასვლისას AA' სიბრტყეში სხედასხევა შესაკრებებს მოგვცემენ. ამ ტალღათა შეკრებისაგან წარმომდგარ ტალღას რაიმე რეზულტატური ამპლიტუდი ექნება, რომლის სიდიდე აღნიშნულ ზღვრებში (ნულიდან $2 CX$ -დე) იცვლება.

§ 57. ფაზათა შექცევა- ამრიგად, მონოქრომატული სინათლის ჯვარედინ ნიკოლში და ერთ ლერძიან მინერალის ფირფიტაში გასვლისას, ადგილი აქვს სინათლის ინტენსივობის შემდეგ ცვლილებას:



ნახ. 161.

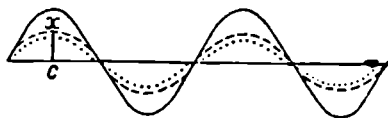
1. თუ მინერალიდან გამოსვლის შემდეგ ერთი წარმომდგარი სხივი მეორეს ნახევარი ტალღით ჩამორჩა, მაშინ, ანალიზატორში გასვლისას, ამ ორი ტალღის შეკრების შედეგი ორმაგი ამპლიტუდის და ოთხჯერ მეტი ინტენსივობის მქონე ტალღა იქნება.

2. თუ მინერალში წარმომდგარი ერთ-ერთი სხივი, O ან E, ჩამორჩება მეორეს მთელი ტალღის ტოლი მანძილით, მაშინ, ანალიზატორში გასვლისას ეს ტალღები სპობენ ერთიმეორეს და ინტერფერენციის შედეგად სიბნელე

გვექნება. რეზულტატური ტალღის ამპლიტუდი ნულის ტოლია. ეს მოვლენები ანალიზატორის მიერ ე. წ. ფაზათა „შექცევის“ (renversement) შედეგია, რომელსაც ადგილი აქვს მაშინ, როდესაც ნიკოლები ჯვარედინია. პოლარიზატორიდან მოსული E სხივის რხევები, რომლებიც MP მიმართულებით ხდებიან, მინერალში იშლებიან რხევებად ME და MO მიმართულებით. მათგან, MO ანალიზატორში დაიყვანება რხევებად MF მიმართულებით, ME კი რხევებად მოპირდაპირე — MD მიმართულებით (ნახ. 163).

მიღებულ ორ ტალღას ჩხევის ერთნაირი ამპლიტუდი აქვს $-MD = MF$. მხოლოდ ეს რხევები მოპირდაპირე მხრით არიან მიმართულნი, ანუ სხვა სიტყვებით, ამ ტალღების ფაზათა სხვაობა ნახევარი ტალღა არის. მინერალის ორი დაპოლარებული O და E სხივი, რომელთა ჩხევა ორ ურთიერთმართობ სიბრტყეში ხდებოდა და, რომელიც ანალიზატორის საშუალებით ერთ AA' სიბრტყეში არიან დაყვანილი, ჰქმნიან ორ სხვადასხვა მხრით მიმართულ ტალღას.

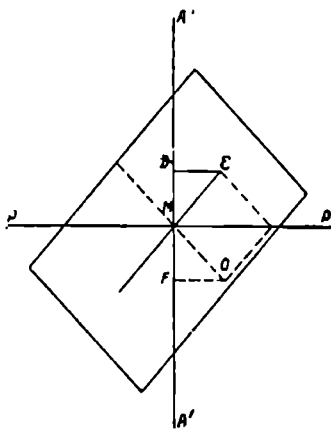
ამრიგად, ანალიზატორი ჰქმნის ნახევარ ტალღის- $\lambda/2$ ტოლ ფაზათა სხვაობას, რომელიც უნდა მიემატოს მინერალში გასვლისას წარმოშობილ ფაზათა სხვაობას. პირველ შემთხვევაში, ანალიზატორით გამოწვეული ნახევარი ტალღის ტოლი ფაზათა სხვაობა ემატება სინათლის მინერალში გასვლისას შექმნილ ფაზათა სხვაობას და გეძლევეს ერთი სხივის მეორისაგან მთელი ტალღით დაცილებას. ამ ტალღათა შეკოების შედეგი ორმაგი ამპლიტუდის და ოთხჯერ მეტი ინტენსივობის მქონე ტალღა იქნება.



ნახ. 162.

მეორე შემთხვევაში, როდესაც მინერალში წარმოდგარი ერთ-ერთი სხივი, O ან E , მეორეს ტალღის მთელი სიგრძით- λ -ით ჩამორჩება, ფაზათა ამ სხვაობას ანალიზატორში კიდევ ნახევარი ტალღა ემატება.

შედეგად მიღებული ფაზათა სხვაობა (ერთნახევარი ტალღა $\lambda/2$) იწვევს ამ ტალღათა სრულ ინტერფერენციას. რეზულტატური ტალღის ამპლიტუდი უდრის ნულს. ერთი ტალღა სრულიად სპობს მეორეს და ასეთი ტალღების შეკრების შედეგად სრული სიბნელე გვექნება.



ნახ. 163.

3. თუ ფაზათა სხვაობანი ნახევარ ტალღაზე მეტია და ნაკლები ვიდრე ტალღის

მთელი სიგრძე, რეზულტატურ ტალღას, რომელიც ანალიზატორში სინათლის გასვლის შემდეგ წარმოსდგა, ყოველთვის რაიმე ამპლიტუდი ექნება. სხვა სიტყვებით, ანალიზატორში სინათლის გასვლას ექნება ადგილი.

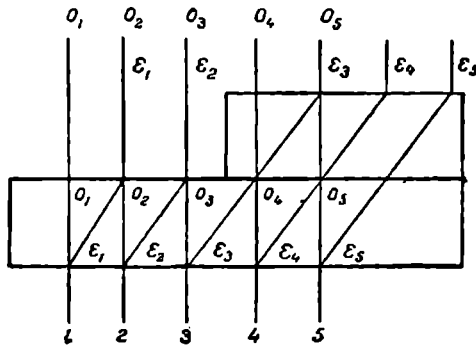
§ 58. ფეოდოროვის ფაზათა სხვაობა, რომელსაც მინერალი წარმოშობს, ქარხის სოლი და ბიოს დამოკიდებულია O და E სხივების სიჭაქრეთა განსხვავებისაგან და მინერალის შიგნით მათ მიერ გასავლელი მანძილის სიგრძისაგან. უკანასკნელი კი ფიქრეტის

სისქესთან ერთად იცვლება. ნახ. 164 ჩანს, რომ E_2 სხივის მიერ განვლილი მანძილი მინერალში მეტია, ვიდრე ასეთივე E_1 -სათვის და, რომ გზის სიგრძის განსხვავება მინერალის ფიქრეტის სხვადასხვა სისქისაგანაა დამოკიდებული. ამასთან დაკავშირებით, E_1 და O_2 სხივების ფაზათა სხვაობა სხვა იქნება, ვიდრე E_2 და O_1 სხივების ფაზათა სხვაობა, რომელიც მინერალში უფრო

გრძელი მანძილის გავლისას მიიღება. თუ E_1 და O_2 სხივებისათვის ფაზათა სხვაობა მეოთხედ ტალღის სიგრძეს— $\lambda/4$ აღწევს, E_2 და O_3 სხივებისათვის იგი ნახევარ ტალღის— $\lambda/2$ -ს ტოლი იქნება.

ამ პრინციპზე აგებული პროფესორ ე. ს. ფეოდოროვის „ქარსის სოლი“.

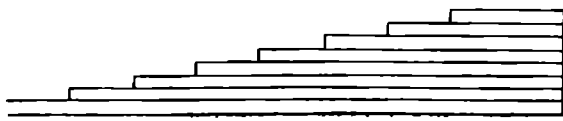
ქარსის სოლი შედგება თეთრი ქარსის—მუსკოვიტის, 16 თხელი ფირფიტისაგან, რომლებიც ისე არიან ერთიმეორეზე დაწყობილი, თითქოს საფეხურებს ჰქმნიანო. თითო ფირფიტა მის ქვედა ფირფიტაზე 2 მმ-ითაა მოკლე და გვადლევს ერთი სხივის მეორისაგან ყვითელი სინათლის ტალღის ერთი მეოთხედით დაცილებას (ნახ. 165).



ნახ. 164.

პიოველი საფეხური $\lambda/4$ -ით ჰქმნის ჩანორჩენას. მეორე $\lambda/2$. მესამე $\lambda/4$, მეოთხე მთელი ტალღით და ა. შ. ამრიგად, სხივები, რომელნიც ჯვარედინ ნიკოლების დროს მეოთხე საფეხურზე გადიან, სპობენ ერთიმეორეს და სოლის ამ ადგილზე დაბნელება გვექნება. მეორე დაბნელებულ ზოლს ექნება ადგილი სინათლის მერვე საფეხურზე გავლისას, როდესაც ფაზათა სხვაობა ორი ტალღის— 2λ ტოლი გახდება. მესამეს—თორმეტი საფეხურის შემდეგ, როდესაც ერთი სხივი მეორეს სამი ტალღით— 3λ ჩამორჩება.

უქანასკნელი ბნელი ზოლი სოლის ბოლოში ჩნდება, როდესაც სინათლის სხივებს ქარსის 16 ფირფიტაში უხდებათ გასვლა და ფაზათა სხვაობა 4λ უდრის.



ნახ. 165.

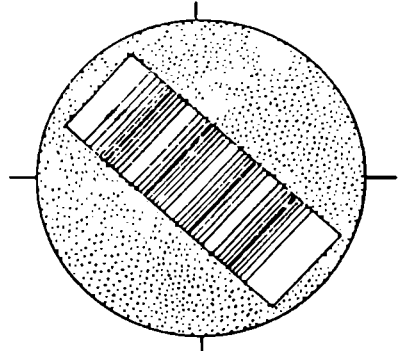
თუ ჯვარედინ ნიკოლებში ქარსის სოლს მიკროსკოპის მაგიდაზე მოვათავსებთ ისე, რომ ნიკოლების მთავარ კვეთებთან 45° კუთხე შექმნას. მივიღებთ ნახ. 166-ზე აღნიშნულ სურათს. ამრიგად, მინერალის

სოლებრივი ფირფიტა ჰქმნის ფაზათა სხვაობას, რომელიც იცვლება ნულიდან (ფირფიტის წვრილი ბოლო) საკირო ზღვრამდე (მეორე ბოლო). ამგვარად, მონოქრომატული სინათლის ხმარების დროს, სოლი თანმიმდევნით მოგვცემს ხან სინათლეს და ხან სიბნელეს მისი თანდათან შეწევისას ჯვარე-

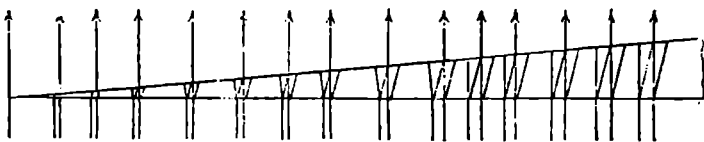
ღინ ნიკოლებს შორის. ნახ. 167-ზე ნაჩვენებია სოლის სისქის და ფაზათა სხვაობას შორის დამოკიდებულება. ფაზათა სხვაობა D აღნიშნულია ხმარებული ონოქრომატული სინათლის ტალღის სიგრძის λ -ას ნაწიერების სახით.

სოლის წვრილ ბოლოში, სადაც გამოსული სხივების ფაზათა სხვაობა ნულს უდრის, ბნელი ზოლი ანალიზატორის მიერ შექმნილ ფაზათა შექცევის წედვგია (იხ. § 57).

ერთგვარი ფაზების და რხევის ურთიერთ მართობი სიბრტყის მქონე ორი დაპოლარებული სინათლის ტალღის ზემო ნიკოლში გასვლის დროს, იქმნება ნახევარი ტალღის $\frac{1}{2}\lambda$ ტოლი ფაზათა სხვაობა; რხევები ერთ სიბრტყეში დაიყვანებიან, ხოლო რხევათა ამპლიტუდები სხვადასხვა მხრით არიან მიმართული და ერთი ტალღა სპობს მეორეს. ჩნდება სიბნელე. როგორც კი სოლიდან გამოსული სხივების ფაზათა სხვაობა მთელი ტალღის ტოლი გახდება, ეს სხივები ხელახლა მოსპობენ ერთი მეორეს და ბნელი ზოლი გაჩნდება. სინათლე გავა მანამდის, სანამ სოლი იმდენად მსხვილი არ გახდება, რომ მისგან გამოსული სხივების ფაზათა სხვაობა 2λ ტოლი შეიქნეს; მაშინ ამ ადგილზე ხელახლა გაჩნდება ბნელი ზოლი.



ნახ. 166.

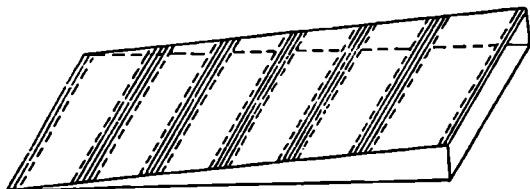


ნახ. 167.

სახოგადოდ, სოლი ბნელი გვეჩვენება იმ ადგილებში, სადაც მისი სისქე იმ ზომისაა, რომ ცდისათვის აღებული მონოქრომატული სინათლის ორი გამოსული სხივი, ტალღის მთელი რიცხვის ტოლი ფაზით განსხვავდება.

ნახ. 168 და 169 გვიჩვენებენ ინტერფერენციის შედეგს ლურჯ და წითელ სინათლეში.

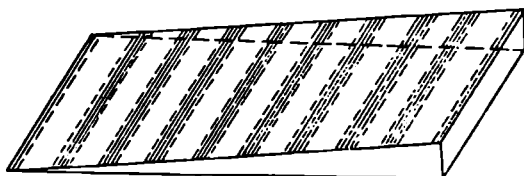
წითელი სინათლის ტალღის უფრო დიდი სიგრძის გამო, ერთი სხივი მეორეს ერთი, ორი, სამი, და ა. შ. ტალღით რომ ჩამორჩეს საჭიროა



წითალი სინათლე

ნახ. 168

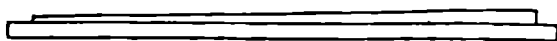
ქარსის ფირფიტების უფრო მეტი რიცხვის გავლა და ამიტომ ბნელი ზოლები ერთმანეთისაგან უფრო მეტ მანძილზე იქნებიან დაცილებული.



ლურჯი სინათლე

ნახ. 169.

ფედოროვის ქარსის სოლის გარდა, მიკროსკოპიულ პრაქტიკაში ხშირად ფრანგი მეცნიერი ბიოს მიერ შემოღებული კვარცის სოლი იხმარება. სოლის მსგავსად გათლილი და კანადის ბალზამის საშუალებით მინაზე დაკრული კვარ-



ნახ. 170.

ცის ფირფიტა (ნახ. 170) მეტად მოსახერხებელია ოპტიკური მუშაობისათვის და საშუალებას იძლევა ისეთივე ინტერფერენციული მოვლენები შევნიშნოთ როგორც ქარსის სოლის ხმარების შემთხვევაში გვეკონდა.

მეექვსე მესაღინეოზა

§ 59. მოვლენები, რო- თეთრი სინათლის გამოყენების დროს ფაზათა
მელთაც ადგილი აქვთ სხვაობა სხვა ერთეულებში იზომება, ვიდრე ტალღის
თეთრი სინათლის ინ- სიგრძე. თეთრ სინათლეს არა აქვს გარკვეული ტალ-
ტერფერენციის დროს ლის სიგრძე, რადგან ის რთული სინათლეა და რამდე-
ნიმე ტალღისაგან შედგება, რომელთა ტალღის სიგრძე
მერყეობს 380—760 მილიმეტრის მემილიონედ ნაწილამდე (ნახ. 171).

ამიტომ, თეთრი სინათლისათვის უფრო მოსახერხებელია ორი სხივის
ფაზათა სხვაობის ჩვენება მილიმეტრის მემილიონედი ნაწილებით, ანუ მილი-
მიკრონებით.

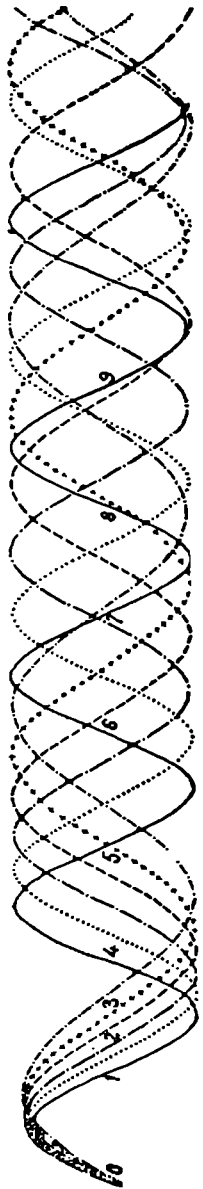
ვნახოთ ეხლა, თუ რა სახე ექნება მინერალის სოლგბრივ ფირფიტას, რო-
დესაც მას ჯვარედინ ნიკოლებში თეთრი სინათლის საშუალებით ვსინჯავთ. ამ
შემთხვევაში სოლი უშვებს ყველა ფერის სინათლეს, გარდა იმისა, რაც ინ-
ტერფერენციით ისპობა. სოლის სხვადასხვა ადგილებში, ორი სხივის ინტერ-
ფერენცია, სპობს სხვადასხვა სიგრძის მქონე ტალღებს, ანუ გარკვეული ფე-
რის მქონე სინათლეს. ზოგი ფერის სინათლეს კი უშვებს და სოლი მრავალ-
ფერად შეფერილი გვეჩვენება. ინტერფერენციის შედეგად მიღებული სინათ-
ლის ფერი სოლის სისქესთან ერთად იცვლება. სოლის სისქის გადიგებასთან
ერთად, ინტერფერენციის შედეგად ხდება ფერების თანმიმდევრობითი ჩაქ-
რობა და სოლის ფერი სხვადასხვა ფერების სერიის შესაბამისად იცვლება.
როდესაც ორი სხივის ფაზათა სხვაობა ორი ტალღის სიგრძეს (2 λ) აღწევს,
ჩნდება ზემოაღნიშნული ფერების მსგავსი ფერების სერია. მსგავს მოვლენას
აქვს ადგილი როდესაც ფაზათა სხვაობა სამი ტალღის სიგრძეს—3λ უღრის.

§ 60. თეთრ და მონო- ეხლა ჩვენ მნიშვნელოვან მომენტს ეუახლოვდებით,
ქრომატულ სინათლე- გავერკვიოთ ნახ. 172-ში. ნახაზზე ნაჩვენებია ეფექტი,
ში ინტერფერენციის რომელსაც მოგვემს სხვადასხვა მონოქრომატულ სი-
შედარება ნათლეში ფაზათა სხვაობა ნულიდან 2000 მილიმიკრო-
ნამდე. თვითეული სინათლის სხივის ტალღის სიგრძის

შემდეგი საშუალო მნიშვნელობა არის აღებული:

იისფერი—410 მკმ, ლურჯი—460 მკმ, მწვანე—510 მკმ, ყვითელი—565 მკმ,
ნარინჯის ფერი—620 მკმ, წითელი—690 მკმ.

ორი ტალღა, რომელნიც მინერალიდან გამოდიან და, რომელთაც რხევის
ერთგვარი ფაზები აქვთ, ზემო ნიკოლში სპობენ ერთიმეორეს და შედეგად სიბ-



ნახ. 171.

ნელე არის. ამიტომ, თვითეული ნაწილის დასაწყისში ნახაზი ბნელი ზოლით იწყება, რომელიც ორი სხივის ინტერფერენციას გვიჩვენებს იისფერ, ლურჯ, მწვანე, ყვითელ და ა. შ. სინათლეში.

იისფერ სინათლეში რიგით მეორე ბნელი ზოლი ჩნდება მაშინ, როდესაც ფაზათა სხვაობა $410 \mu\text{m}$ ან, სხვა სიტყვებით, ამ სინათლის ტალღის სიგრძეს უდრის. მესამე, როდესაც $D=920 \mu\text{m}$ ანუ, როდესაც ფაზათა სხვაობა 2λ უდრის.

თუ ავიღებთ ნახაზის იმ ნაწილს, სადაც ლურჯ სინათლეში ინტერფერენციის შედეგია ნაჩვენები, დავინახავთ, რომ სინათლის მოსპობა ხდება მაშინ, როდესაც ორი სხივის ფაზათა სხვაობა $460 \mu\text{m}$ -ს ანუ ლურჯი სინათლის ტალღის სიგრძეს აღწევს. მესამე ბნელი ზოლი ლურჯ სინათლეში $920 \mu\text{m}$ -ის პირდაპირაა ნაჩვენები, ანუ მაშინ, როდესაც ამ სინათლის ფაზათა სხვაობა 2λ -ს აღწევს.

მწვანე სინათლეში ბნელი ზოლები $510 \mu\text{m}$ და $1020 \mu\text{m}$ წინ არის ნაჩვენები. დ. ა. შ.

ყოველ სინათლეში ინტერფერენცია იწყებს სინათლის მოსპობას მაშინ, როდესაც ორი სხივის ფაზათა სხვაობა ამ სინათლის ტალღის ერთ, სამ და ა. შ. სიგრძის ტოლი გახდება.

როდესაც რთულ, თეთრ სინათლეს იყენებენ, ინტერფერენციის ეფექტი დამოკიდებულია იქისაგან, თუ თეთრი სინათლის ცალკე ნაწილების ფაზათა სხვაობასა და ტალღის სიგრძეს შორის რა დამოკიდებულება იქმნება.

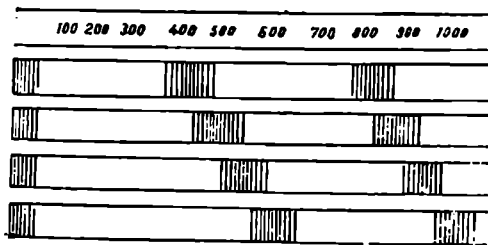
თუ ფაზებში განსხვავება არ არის ($D=0$), ზემო ნიკოლში თეთრი სინათლის ყველა ნაწილი შლის ერთიმეორეს და შედეგად სინნელე გვექნება. ამიტომ ნახ. 173-ის ქვედა ნაწილი, სადაც თეთრი სინათლის ინტერფერენციის შედეგებია ნაჩვენები, აგრეთვე ბნელი ზოლით იწყება. ფაზებში განსხვავების ზრდასთან ერთად მატულობს სინათლის ინტენსივობაც. რკინისებრ შავი ფერი იცვლება მუქი ნაცრისფერით, შემდეგ მოცისფრო—ნაცრისფერით, ღია ნაცრისფერით და ბოლოს თეთრით, ფაზების D სხვაობის ნულიდან $260 \mu\text{m}$ -დე ცვლასთან ერთად.

როდესაც ფაზათა სხვაობა $300 \mu\text{m}$ უდრის, ინტერფერენცია ყვითელ შეფერვას იძლევა, რადგან ყვითელი ფერი ახლოსაა თავის მაქსიმუმთან ($1/2 \lambda$ ყვითელი ფერისთვის); ხოლო იისფერი კი ნაწილობრივ იშლება.

როდესაც $D=400 \mu\text{m}$ იისფერი სინათლე სრულებით მოსპობილია, ხოლო ლურჯი და მწვანე ძლიერ დასუსტებული. ყვითელი ფერის მაქსიმუმი უკვე საკმაოდ გა-

დაცილებულია, მხოლოდ მისი შეღარებით დიდი ინტენსივობის გამო იგი მაინც სკარბობს წითელ სინათლეს.

იმავე მიზეზით, ნარინჯისფერი ჩნდება 450 $\mu\mu$, წითელი კი 530 $\mu\mu$ -ზე. როგორც ნახაზიდან ჩანს, როდესაც ფაზათა სხვაობა 530 $\mu\mu$ უდრის, ლურჯი, მწვანე და ყვითელი ფერი თითქმის მოსპობილია ინტერფერენციით, ხოლო იისფერი და ნარინჯისფერი ძლიერ შესუსტებულია. ამ შემთხვევაში სკარბობს წითელი ფერი და ორი ტალღის შეკრების შედეგი წითელი ინტერფერენციული შეფერვა იქმნება.



ნახ. 172.

როდესაც ფაზათა სხვაობა 575 $\mu\mu$ უდრის ჩნდება იისფერი, რადგან მწვანე ყვითელი და ნარინჯისფერი ნაწილობრივ მოსპობილია ინტერფერენციით, ხოლო ერთად აღებული წითელი და ლურჯი ფერები მხოლოდ ადიდებენ იისფერის ინტენსივობას.

§ 61. ინტერფერენცია - ინტერფერენციით წარმოშობილი ფერები ოთხ რიგში იყოფილი ფერები გად იყოფიან. ფერები შავიდან პირველ იისფერამდე, ცნობილი არიან პირველი რიგის ფერებად.

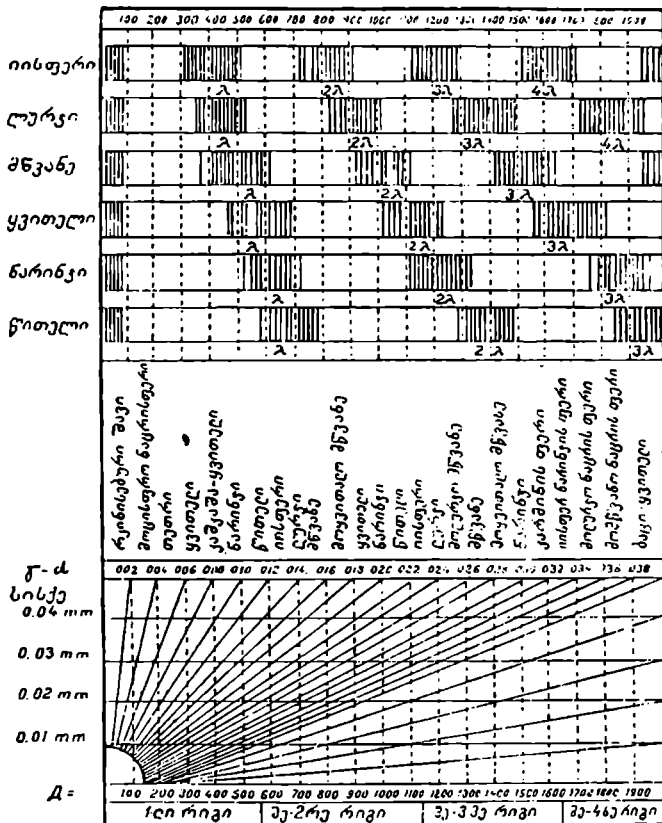
მათი თანმიმდევრობა ასეთია:

	ფაზათა სხვაობა $\mu\mu$ -ში
შავი	0
რკინისებრ-ნაცრისფერი	50
ლავენდისებრ-ნაცრისფერი	100
მოცისფრო-ნაცრისფერი	150
ღია-ნაცრისფერი	200
თეთრი	250
ღია-ყვითელი	300
ყვითელი	350
ნარინჯისფერი	450
წითელი	530
იისფერი	575

პირველი რიგის „ზემო“ ბოლოს იისფერი, მ გ რ ძ ნ ბ ი ა რ ე ფერის სახელს ატარებს, რადგან ამ არეში ფაზათა სხვაობის უმნიშვნელო შეცვლა კი იწვევს შეფერვის მნიშვნელოვან შეცვლას.

ინტერფერენციული ფერების შეცვლის ხასიათზე დაკვირვება გვიჩვენებს, რომ 660 $\mu\mu$ ტოლი ფაზათა სხვაობის დროს ჩნდება ლურჯი

ფერი. 660 μm -ის ორდინატს ზევით, რომ გავყვეთ ყველა ძირითად ფერებზე გავლით ადვილად შევამჩნიეთ რომ ყველა ძირითადი ფერები—ყვითელი, ნარინჯისფერი და წითელი, თითქმის ქრებიან, ხოლო მწვანე და წითელი კი ერთად აძლიერებენ ლურჯ ფერს, რომელიც ახლო თავის მაქსიმუმთან. 750 μm ტოლი ფაზათა სხვაობის დროს, ჩნდება მწვანე ფერი. ყველა ექვს ძირითად ფერისათვის ინტერფერენციის შედეგი რომ გავსინჯოთ, დავინახავთ, რომ იისფერი და წითელი თითქმის მოსპობილია, ხოლო ლურჯი და ნარინჯისფერი კი მხოლოდ აძლიერებენ მწვანე ფერს.



ნახ. 173.

მას რიგით მისდევენ ყვითელი, ნარინჯისფერი და წითელი. იისფერი, რომელიც მიიღება 1125 μm ტოლ ფაზათა სხვაობის (D) დროს, წარმოადგენს მეორე რიგის ფერების ზემო ზღვარს. აქედან ფერები იმავე თანამიმდევ-

რობით მეორედებიან: იისფერი, ლურჯი, მწვანე, ყვითელი, ნარინჯისფერი, წითელი. მესამე რიგის ფერები რამდენადმე უფრო ღია ფერისა არიან, ვიდრე მეორე რიგის ინტერფერენციული ფერები.

მეოთხე რიგში ისინი კიდევ უფრო სუსტი არიან.

მეოთხე რიგის ზემოთ კი, ღია მომწვანო და მოვარდისფრო ნაცრისფერები გვიჩვენებენ გადასვლას უმაღლესი რიგის თეთრი ფერისაკენ, რომელიც ძლივს განიჩქევა ჩვეულებრივი თეთრი სინათლისაგან.

უმაღლესი რიგის ეს თეთრი ფერი ძირითადი ფერების მრავალჯერადი ინტერფერენციის შედეგი არის. ფაზათა სხვაობის ზრდასთან ერთად, ერთი სხივის მეორისაგან ჩამორჩენა თანმიმდევნოთ აღწევს ისეთ მნიშვნელობებს, რომლებიც ყველა ექვსი ძირითადი ფერის ნახევარი ტალღის კენტ მამრავლებს წარმოადგენენ. ასე მაგალითად, თუ ფაზათა სხვაობა 5300 $\mu\mu$ აღწევს, იგი უდრის:

წითელი	ფერის ტალღის სიგრძის —	707 $\mu\mu$	ნახევარს,	აღებულს	15 ჯერ
ნარინჯის	"	623	"	"	17 "
ყვითელი	"	588	"	"	19 "
მწვანე	"	505	"	"	21 "
ლურჯი	"	461	"	"	23 "
იისფერის	"	424	"	"	25 "

ანალიზატორში გასვლისას ხდება ფაზათა შექცევა. ამპლიტუდები ორმაგდებიან და ყველა ექვსი ძირითადი ფერის ინტენსივობა მატულობს. ამ ექვსი ფერის ტალღების შერევა იძლევა ისეთ სინათლეს, რომელიც ძლიერ ჰვავს თეთრ სინათლეს.

§ 62. ინტერფერენციის მოვლენა სწვრივ ნიკოლებში

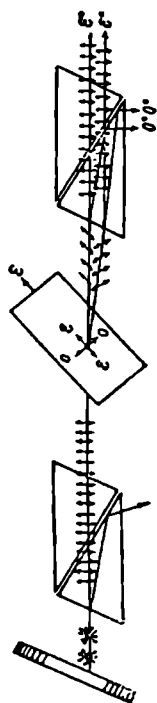
თუ დავაყენებთ ანალიზატორს ისე, რომ მისი მთავარი კვეთი პოლარიზატორის მთავარ კვეთს უთავსდებოდეს—„ნიკოლები სწვრივია“, ინტერფერენციის მოვლენებს შემდეგი ხასიათი ექნებათ.

ნახ. 174-ზე ნაჩვენებია მოვლენები, რომელთაც ადგილი აქვთ სწვრივ ნიკოლებში და მათ შუა მოთავსებული მინერალის ფირფიტაში სინათლის გასვლისას. ამ შემთხვევაშიაც, როდესაც სინათლე თანმიმდევრად პოლარიზატორში, მინერალში და ანალიზატორში გადის, იგი საუჯერ განიკიდის ორმაგ გარდატეხას და ამასთან საუჯერ პოლარდება. ნიკოლში დაპოლარებული სინათლე მინერალში O და E სხივებად იყოფა. თვითეული ამ სხივთაგანი თავის მხრივ ორდება მეორე ნიკოლში. ანალიზატორში აღმოცენილი ოთხი სხივიდან ორი (O⁰ და O¹) უკუივდება. გარედ გამოდის ორი არაჩვეულებრივი სხივი (მინერალის O სხივისაგან წარმოშობილი E⁰ და მინერალის E სხივისაგან წარმოშობილი E¹). მხოლოდ, ამ შემთხვევაში, არ ხდება ფაზათა შექცევა, როგორც ამას ადგილი ჰქონდა ჯვარედინ ნიკოლებში (იხ. § 53).

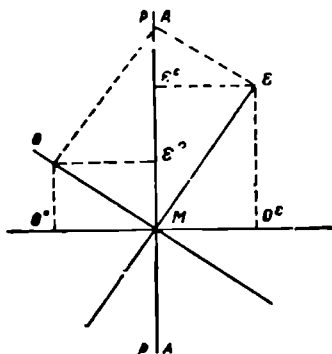
E⁰ და E¹ სინათლის ტალღების ინტერფერენცია სრულიად ნორმალურად ხდება.

ნახ. 175 PP ხაზი (იგივე AA) გვიჩვენებს პოლარიზატორის და ანალიზატორის სინათლის რხევათა მიმართულებას. MO და ME ხაზები კი სინათლის რხევათა მიმართულებებს მინერალში.

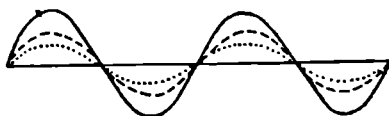
პოლარიზატორიდან გამოსული დაპოლარებული სინათლის MP რხევები მინერალში ME და MO რხევებად ორდებიან. თვითნაირი სხივი, როგორც O (MO რხევები) აგრეთვე E (ME რხევები), ანალიზატორში გასვლისას იცვლის თავის რხევებს და ორდება. MO რხევები იყოფიან რხევებად ორი MO^o და ME^o მიმართულებით. ME რხევები იყოფიან MO^o და ME^o-დ. MO^o და



ნახ. 174



ნახ. 1.5



ნახ. 176

ME^o რხევები უყუიგდებიან კანადის ბალზამის შრიდან. ME^o და ME^o რხევები კი თავისუფლად გადიან ანალიზატორში. ME^o და ME^o ხაზები ანალიზატორიდან გამოსულ რხევათა ამპლიტუდის სიდიდეს და მიმართულებას გამოსახავენ. ნახ. 175-ზე ჩანს, რომ ამპლიტუდები ერთი მხრივ არიან მიმართულნი, ამიტომ, ამ ორი ტალღის შეკრებისას, ადგილი აქვს სინათლის გაძლიერებას. ფაზათა სხვაობა ერთი ტალღის სიგრძეს აღწევს. ორივე ტალღა ერთდროულადაა თავის ქედში (ნახ. 176). ტალღათა შეკრების დროს მათი ამპლიტუდები იკ-

რიბებიან და რეზულტატური ტალღას აქვს გადიდებული ამპლიტუდი და გაცილებით მეტი ინტენსივობა.

სულ სხვა სურათს აქვს ადგილი, როდესაც ფაზათა სხვაობა $\frac{1}{2}\lambda$ -ს უდრის. ნახ. 177-ზე. სწორედ ეს შემთხვევა არის აღნიშნული. არარეზულტებრივი სხივის ტალღა E უბეში არის მაშინ, როდესაც ჩვეულებრივი სხივის ტალღა თავის O ქედშია.

ანალიზატორში გასვლისას ხდება თვითეული ტალღის გაორება MO° ME° და MO° , ME° ოთხი მიღებული ტალღის რხევის მიმართულებებს აღნიშნავენ.

ორი ტალღა უკუტივდება კანადის ბალზამის წრიდან (MO° და MO° რხევანი), ორი ტალღა კი ME° და ME° რხევებით თავისუფლად გამოდის ანალიზატორიდან. ნახ. 177-დან ჩანს, რომ ამ ორი ტალღის რხევის ამპლიტუდები სხვადასხვა ნხრითაა მიმართული და ამიტომ ისინი ანელებენ ერთმანეთს (ნახ. 178).

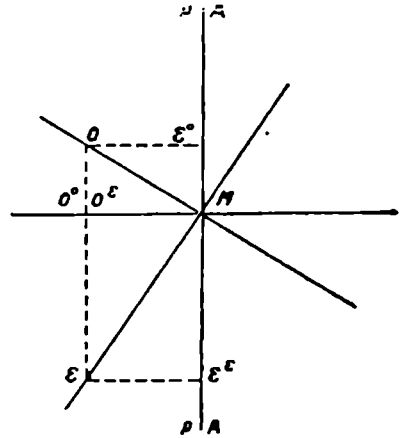
მინერალის ფირფიტის დიაგონალური მდებარეობის დროს, როდესაც მინერალის რხევის მიმართულებანი ანალიზატორის მთავარ კვეთთან 45° უახეს ქნნიან, ამ ტალღების MO° და ME° ამპლიტუდები თანასწორი და მოპირდაპირე არიან (ნახ. 179).

ერთი ტალღა სპობს მეორეს და მონოქრომატულ სინათლეში სიბნელე გვექნება (ნახ. 180).

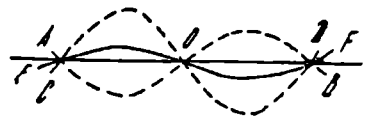
§ 63. ინტერფერენციის მოვლენების შედარება ჯვარედინ და სწვრივ ნიკოლებში

ჯვარედინ და სწვრივ ნიკოლებში ინტერფერენციის მოვლენათა შორის გარკვეული განსხვავება არსებობს. ტალღები, რომლებიც ჯვარედინ ნიკოლებში შეტუჯვის ინტენსივობის გადიდებით ინტერფერობენ (მათი ფაზათა სხვაობა $\frac{1}{2}\lambda$, $\frac{3}{2}\lambda$, და ა. შ. უდ-

რის), სწვრივ ნიკოლებში სუსტდებიან და ქრებიან. λ , 2λ დ. ა. შ. ფაზათა სხვაობის დროს, ჯვარედინ ნიკოლებში სიბნელე გვაქვს. ამის საწინააღმდეგოდ, სწვრივ ნიკოლებში, ამ შემთხვევაში სინათლის გაძლიერება ხდება. ჯვარედინ და სწვრივ ნიკოლებში ინტერფერენციის მოვლენის ეს საწინააღმდეგო ხასიათი თვალსაჩინოებისათვის ტაბულაზე არის მოყვანილი.



ნახ. 177



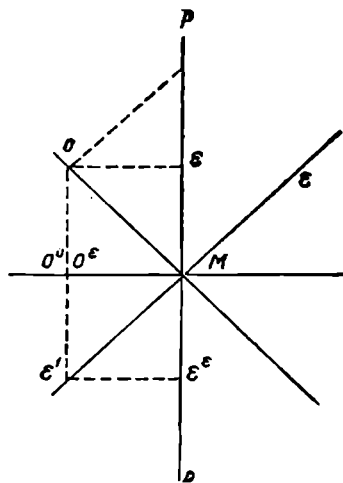
ნახ. 178.

ფახათა სხვაობა	Nic +	Nic II
$D = \frac{1}{2}\lambda, \frac{3}{2}\lambda$	განათების მაქსიმუმი	სინათლის მოსპობა
$D = \lambda, 2\lambda, 3\lambda$	სინათლის მოსპობა	განათების მაქსიმუმი

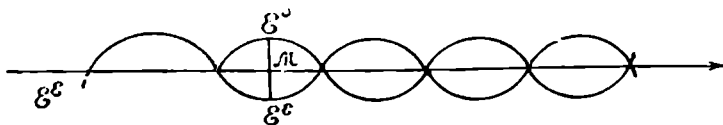
ამ საწინააღმდეგო ხასიათს ადგილი აქვს აგრეთვე ქვედა და ზედა ნიკოლების მთავარი კვეთების მიმართ მინერალის ფირფიტის სხვადასხვა მდებარეობის დროს. ჯვარედინ ნიკოლებში სრულ ჩაქრობას აქვს ადგილი მაშინ, როდესაც E და O სხივების რხევათა მიმართულება პოლარიზატორის რხევის მიმართულებას თანხედება (იხ. ნახ. 122, 125 და 181).

სინათლე, რომელიც მინერალში O ან E სხივების სახით გავიდა, სავსებით აირეკლება ანალიზატორით. სწორივ ნიკოლებში კი პირიქით, სინათლე თავისუფლად გადის და ამიტომ განათების მაქსიმუმი გვაქვს (ნახ. 182).

ჯვარედინ ნიკოლებში, მინერალის ფირფიტის დიაგონალური მდებარეობის დროს, განათების მაქსიმუმს აქვს ადგილი, რადგან ორი ტალღის ამპლიტუდები იკრიბებიან (ნახ. 183 და 184).



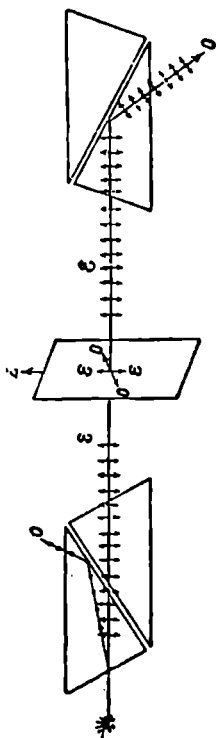
ნახ. 179.



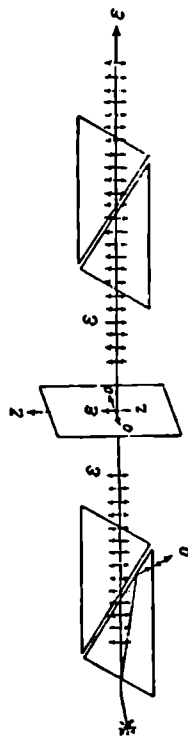
ნახ 180

სწორივ ნიკოლების დროს კი პირიქით, სინათლე ისპობა, რადგან, ამ შემთხვევაში, ორი ტალღის რხევის ამპლიტუდები თანაბარია და სხვადასხვა მხრივ მიმართული (ნახ. 185 და 186). ერთი ტალღა სპოპს მეორეს.

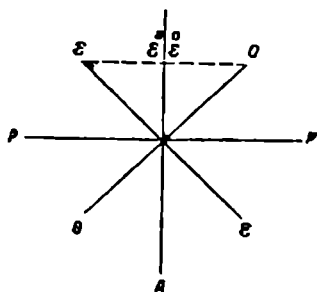
ჯვარედინი და სწვრივი ნიკოლების მოკმედების ეს საწინააღმდეგო ხასიათი, ნათელი წარმოდგენისათვის ტაბულაშია მოყვანილი.



ნახ. 181.

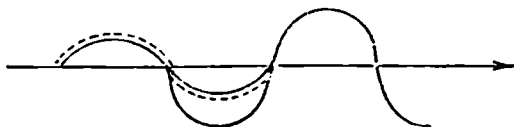


ნახ. 182

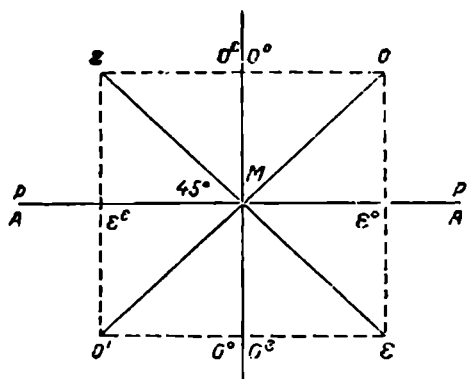


ნახ. 183.

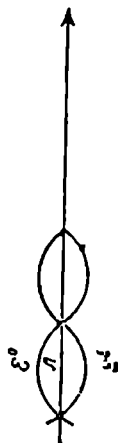
ქვემოთ მოყვანილ ტაბულაზე სრული წარმოდგენისათვის მოცემულია ჯვარედინ და სწვრივ ნიკოლებში ინტერფერენციის შედეგები, ფაზათა სხვაობებისათვის ნულიდან 1125 მილიმიკრონამდე.



ნახ. 184.

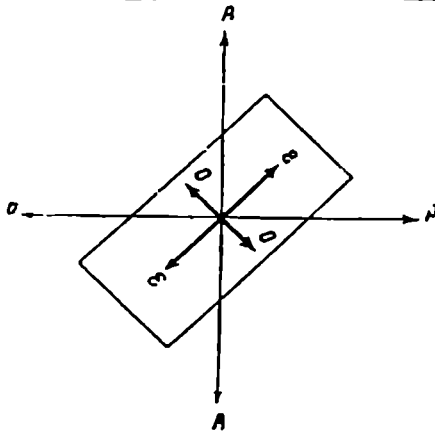
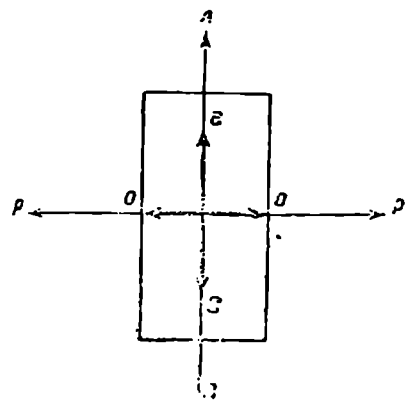


ნახ. 185



ნახ. 166.

	მინერალის მდებარეობა	Nic +	Nic -
<p>მონოკრომატული სინათლე</p> <div data-bbox="220 669 643 1092" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="381 1099 474 1127">ნახ. 187.</p>	<p>ჩაკრობა</p>		<p>განათების მაქსიმუმი</p>

	მინერალის მდებარეობა	Nic +	Nic 1
მონოკრომატული სინათლე	 <p data-bbox="404 574 497 602">ნახ. 188.</p>	განათების მაქსიმუმი	ჩ ა ქ რ ო ბ ა
თეთრი სინათლე	 <p data-bbox="404 1183 497 1211">ნახ. 189.</p>	ჩ ა ქ რ ო ბ ა	წითელი სინათლე

	მინერალის მდებარეობა	Nic +	Nic #
თეთრი სინათლე	<p>ნახ. 190</p>	განათების მაქსიმუმი	დამატებითი შეფერვის მაქსიმუმი

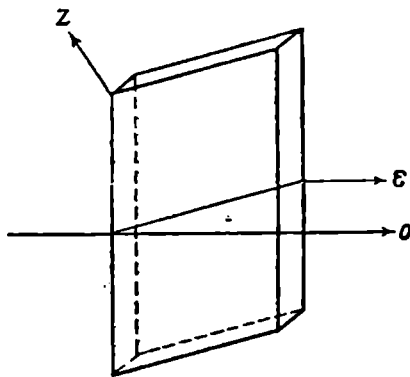
პირველი რიგის ფერები			მეორე რიგის ფერები		
Nic +	D	Nic #	Nic +	D	Nic #
შავი	C	თეთრი	ლურჯი	665	ნარინჯისფერი
რკინისფერ - ნაცრისფერია	50	თეთრი	მწვანე	750	ღია-ყიფერი
ლავენდისებო - ნაცრისფერი	100	მოყვითალო თეთრი	მწვანე	800	
მოლურჯო-ნაცრისფერი	150	მოყავისფრო თეთრი	მოყვითალო-მწვანე	850	იისფერი
ღიანაცრისფერი	200	მოყავისფრო	ყვითელი	910	ინდიგოს-ფერი
თეთრი	250	ღიაწითელი	ნარინჯისფერი	950	მუქი ლურჯი
ღია ყვითელი	300	მოწითალო-ყავისფერი	წითელი	1050	მწვანე
ყვითელი	350	ლურჯი	იისფერი	1125	მოყვითალო-მწვანე
ნარინჯისფერი	450	მონაცრისფრო ლურჯი			
ნარინჯისფერ - წითელი	500	მოცისფრო-მწვანე			
წითელი	530	ღიამწვანე			
იისფერი	575	მოყვითალო მწვანე			

§ 64. ფაქტორები, რომლებიც განსაზღვრავენ ინტერფერენციის ფერებს ჯვარედინ ნიკოლებში

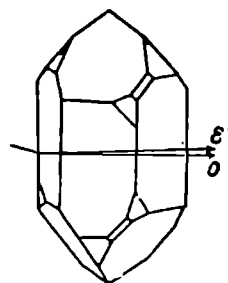
ჰექსაგონალური და კვადრატული სინგონიის კრისტალები იმით განსხვავდებიან სწორი სინგონიის კრისტალებისა და ამორფული, ე. ი. არა კრისტალური სტრუქტურის მქონე ნივთიერებისაგან, რომ ნათი თხელი ფირფიტები ჯვარედინ ნიკოლებში გასინჯვისას, ამა თუ იმ ფერად შეფერილი გვეჩვენებინ.

ინტერფერენციული ფერი, რომელსაც კრისტალის ფირფიტა იძლევა, პირდაპირ და მოკიდებულებაშია მინერალის ფირფიტაში სინათლის გასვლის დროს აღმოცენილი ორი, O და E სხივის ტალღების ფაზათა სხვაობისაგან. თავის მხრივ, ფაზათა ეს სხვაობა დამოკიდებულია სამი მიზეზისაგან:

1. მინერალის ორმაგი გარდატეხის ძალისაგან, რომელიც O და E სხივების ინდექსების სხვაობით $\omega - \epsilon$, ან $\epsilon - \omega$ -თი იზომება (ნახ 191, 192).



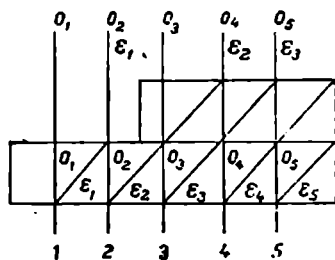
ნახ. 191.



ნახ. 192

2. მინერალის ფირფიტის სისქისაგან. რაც უფრო სქელია ფირფიტა, მით უფრო გრძელია გზა მინერალის-ქვიზნით და, მაშ, მით უფრო მეტად დაცილდება ერთი სხივი მეორეს (ნახ. 193).

3. მთავარი ოპტიკური ღერძის მიმართ, მინერალის კვეთისაგან. ავიღოთ მაგალითისათვის კვარცი და ისლანდიური შპატი. სინათლის კონა ოპტიკურ ღერძისაღმი სწორ კუთხით მივმართოთ. O და E სხივების სიჩქარეები მათი გარდატეხის ინდექსების უკუტოლფარდია. ოპტიკური ღერძის მართობად გაზო-



ნახ. 493.

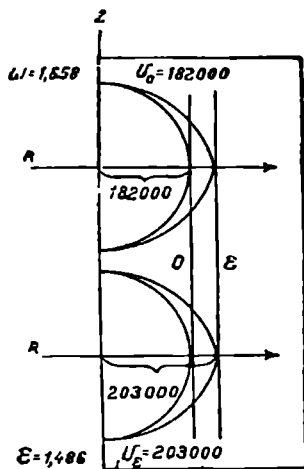
მილი O და E სხივების გარდატეხის ინდექსებს ისლანდიურ შპატში შემდეგი მნიშვნელობები აქვთ: $\omega=1.658$, $\varepsilon=1.486$. ჩვეულებრივი სხივის სიჩქარე:

$$V_o = \frac{300.000}{1.658} = 182.000 \frac{\text{klm}}{\text{sec}}$$

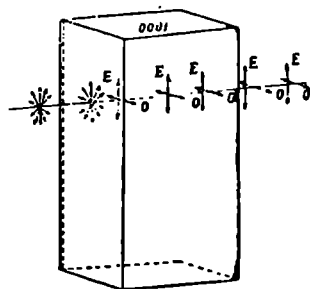
არაჩვეულებრივი სხივის

$$V_e = \frac{300.000}{1.486} = 203.000 \frac{\text{klm}}{\text{sec}}$$

მაშ, E სხივი უფრო ჩქარა მოძრაობს და, ამიტომ ნახ. 194 და 195 იგი O სხივის წინაა ნაჩვენები.



ნახ. 194.



ნახ. 195.

კვარცხში კი პირიქით, არაჩვეულებრივი სხივის გაერყელების სიჩქარე ჩვეულებრივი სხივის სიჩქარეზე ნაკლებია:

$$V_o \text{ კვარცის } = \frac{300.000}{1.544} = 195.000 \frac{\text{klm}}{\text{sec}}$$

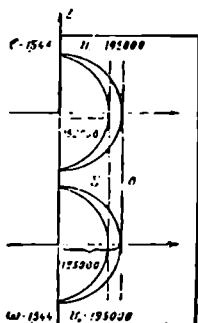
$$V_e \text{ კვარცის } = \frac{300.000}{1.553} = 192.000 \frac{\text{klm}}{\text{sec}}$$

ამიტომ, E სხივი უკან ჩამორჩება O სხივს და ნახ. 196 და 197-ზე არაჩვეულებრივი სხივი ჩვეულებრივის უკანაა ნაჩვენები.

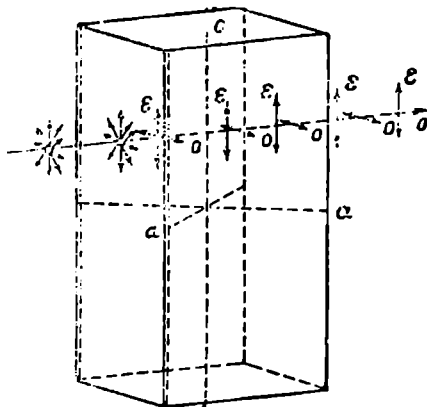
ამრიგად, მინერალის ფირფიტის მოცემულ სისქისათვის, ამ ორი, O და E სხივის ფაზათა სხვაობა დამოკიდებულია გარდატეხის ინდექსთა შორის სხვაობისაგან. იმ შემთხვევაში, როდესაც მინერალში სინათლე მისი ოპტიკური ლერძის მართობად გადის, ინდექსთა შორის სხვაობა მაქსიმუმს აღწევს. ისლანდიური შპატისათვის ეს სხვაობა $0,172$ აღწევს.

$$\omega - \varepsilon = 1,658 - 1,486 = 0,172.$$

ასეთი მნიშვნელოვანი განსხვავება ინდექსთა შორის იწვევს O და E სხივების სიჩქარეთა დიდ განსხვავებას. O სხივი უფრო მეტად ჩამორჩება E სხივს და ისლანდიური შპატის ნორმალური სისქის ფირფიტაში (0,03 მმ) ეს ჩამორჩენა 4500 μ მ აღწევს. მას შემდეგ, რაც ეს ტალღები ანალიზატორში გაივლიან. მათი შეკრების შედეგი მე-4 რიგის ინტერფერენციულ ფერებად



ნახ. 196.



ნახ. 197.

შეფერილი სინათლე იქნება. კვარცს ამ მიმართულებით ინდექსთა სხვაობა გაცილებით ნაკლები სიდიდისა აქვს—0.009

$$\varepsilon - \omega = 1.553 - 1.544 = 0.009$$

O და E სხივების გავრცელების სიჩქარეთა განსხვავება აქ ისე დიდი არ არის, როგორც ისლანდიურ შპატში და არაჩვეულებრივი სხივი ცოტათი ჩამორჩება ჩვეულებრივ სხივს. იმავე სისქის დროს (0,03 მმ), E სხივისათვის ეს ჩამორჩენა 300 μ მ გამოიხატება.

კვარციდან გამოსული ამ ორ ტალღის შეკრების შედეგად ღია-ყვითლად შეფერილი პირველი რიგის ფერი გვექნება.

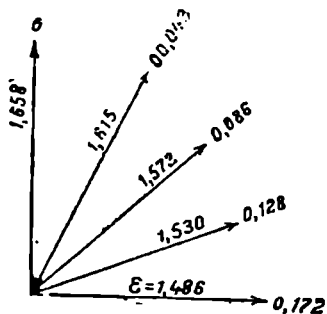
ამრიგად, კვარციდან და ისლანდიური შპატიდან გამოკრილი ორი ერთნაირი სისქის ფირფიტა, ორმაგი გარდატეხის დიდი განსხვავების გამო, ჯვარედინ ნიკოლებში სხვადასხვა ინტერფერენციულ ფერებს იძლევა.

§ 65. ორმაგი გარდატეხის ძალის დამოკიდებულება მიმართულებისაგან

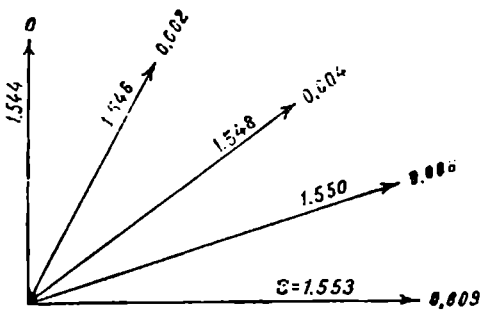
თუ ფირფიტაში სინათლე ოპტიკური ლერძისადმი მახვილი კუთხითა გადის O და E სხივების ინდექსთა შორის სხვაობა ოპტიკურ ლერძთან მიახლოვებასთან ერთად მცირდება (ნახ. 198, 199).

ე. ი. ორმაგი გარდატეხის ძალა დამოკიდებულია იმისაგან, თუ რა მიმართულებით გადის მინერალში სინათლე. რაც უფრო ახ-

ლოა ეს მიმართულება ოპტიკურ ღერძთან, მით უფრო ნაკლებია ორმაგი გარდატეხის ძალა. რაც უფრო ახლოა ოპტიკური ღერძის მართობთან სინათლის მიმართულება, მით უფრო მეტია გარდატეხის ორ ინდექსთა შორის სხვაობა.



ნახ. 198.



ნახ. 199.

და მით უფრო მეტია ორმაგი გარდატეხის ძალა, ამიტომ მინერალის ინტერფერენციული ფერი დამოკიდებულია იმისგან, თუ როგორაა ამოქრილი ფირფიტა მთავარი ღერძის მიმართ.

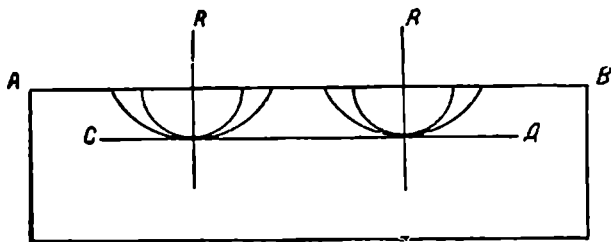
მაგალითად, ისლანდიურ შპატს თუ ავიღებთ და ერთი და იგივე სისქის (0.03 მმ) ფირფიტას ოპტიკური ღერძისადმი სხვადასხვა კუთხით ამოვქრიოთ და განვიხილავთ ჯვარედინ ნიკოლებში, ჩვენ შეგვიძლია მივიღოთ პირველი, მეორე, მესამე, მეოთხე რიგის ინტერფერენციული ფერების მქონე ფირფიტები.

ამიტომ ერთიდაიგივე მინერალის ორმაგი გარდატეხის ძალა იცვლება მიმართულებასთან ერთად და ვექტორიალურ სიდიდეს წარმოადგენს.

ორმაგი გარდატეხის მაქსიმუმი, ანუ სხვა სიტყვებით ყველაზე მაღალი ინტერფერენციული ფერები, გვექნება მაშინ, როდესაც სინათლე მინერალში მისი ოპტიკური ღერძის მართობად გადის. პირიქით, ორმაგი გარდატეხის მინიმუმი მაშინ იქნება, როდესაც სინათლის მიმართულება ოპტიკური ღერძის სწვრივია. თუ ერთღერძიანი კრისტალის ფირფიტა ოპტიკური ღერძის მართობად არის ამოქრილი (ე. წ. „ბაზალური კვეთი“), ყველა მის ნაწილს ერთნაირი ინდექსები აქვს. სინათლის სხივები მინერალის ფირფიტაში ოპტიკური ღერძის სწვრივი მიმართულებით გადიან (ნახ. 200).

როგორც ვიცით, ამ მიმართულებით, არაჩვეულებრივი სხივის ინდექსები ჩვეულებრივი სხივის ინდექსების ტოლი ხდება, ორი სხივი ერთ სხივად ერთდება, სინათლე არ განიცდის ორმაგ გარდატეხას და არ პოლარდება. ბუნებრივი სინათლე ასეთ „ბაზალურ კვეთში“ (ე. ი. ბაზისის სწვრივ კვეთში) გადის ისე, როგორც ის ამორფულ სხეულში, ან კუბურ სინგონიის კრისტალში გაივლიდა (ნახ. 201).

რაც შეეხება დაპოლარებულ სინათლეს, რომელიც ქვედა ნიკოლიდან მოდის, იგი მინერალის ბაზალუო კვეთში თავისი რხევის სიბრტყის შეუც-

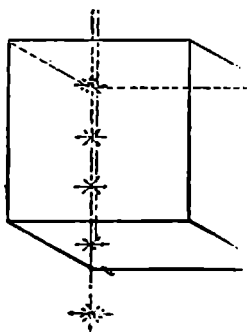


ნახ. 200.

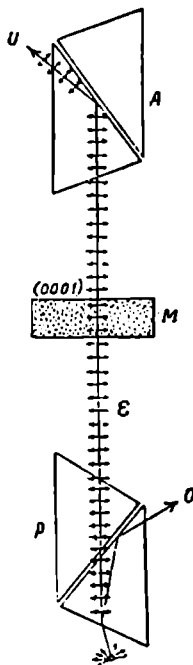
ვლელად გადის და ანალიზატორში სრულიად უკუივლება კანადის ბალზამის შრიდან (ნახ. 202).

ამიტომ, აქეთი კვეთები, ჯვარედინ ნიკოლებში გასინჯვისას, ბრუნვის ყველა მდებარეობის დროს პნელი გვეჩვენება.

§ 66. ინტერფერენციული ფერის დამოკიდებულება მინერალის შლიფის სისქისგან ინტერფერენციული ფერის დამოკიდებულება მინერალის შლიფის სისქისგან, ნათლად ჩანს ნახ. 203-ზე, რომელზედაც შლიფის ნაწილი ორჯერ მეტი სისქისაა.



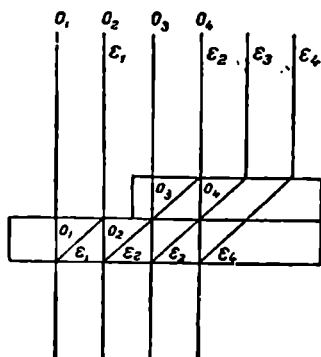
ნახ. 201.



ნახ. 202.

E_2 სხივი მინერალში უფრო მეტ გზას გადის, რაც, რა თქმა უნდა, მეტ ჩამორჩენასაც იწვევს. ამიტომ E_2 და O_1 სხივების ფაზათა სხვაობა სხვა იქ-

ნება, ვიდრე E_1 და O_2 -სი. ფაზათა სხვაობა განსაზღვრავს ინტერფერენციის შედეგს და, ამიტომ შლიფის უფრო სქელ ნაწილს ჯვარედინ ნიკოლებში სხვა, უფრო მაღალი ინტერფერენციული ფერები ექნება.



ნახ. 203.

კვარცის და ქარსის სოლები ისეთი ხელსაწყოები არიან, რომელთა საშუალებით მოსახერხებელია მინერალის შლიფის სისქისაგან ინტერფერენციული შეფერვის დამოკიდებულებაზე დაკვირვება.

ამრიგად, მინერალის თხელი ფირფიტების ინტერფერენციული ფერები სამი ფაქტორის: ორმაგი გარდატეხის ძალის, სინათლის მიმართულების მინერალის მთავარი ოპტიკური ღერძის მიმართ და ფირფიტის სისქის ფუნქცია არის.



მეზვიდე მესადინეოგა

ქმსსაგონალური და კვადრატული სინფონიის კრისტალმის ოპტიკური
თვისებები

§ 67. პოლარიზაციული მიკროსკოპის დეტალები ეხლა ჩვენთვის აუცილებელია უფრო დაწვრილებით გავეცნოთ პოლარიზაციული მიკროსკოპის აგებულებას. პოლარიზაციული მიკროსკოპი, რომელიც მინერალოგიური და პეტროგრაფიული საქიროებისათვის გამოიყენება, წარმოადგენს ჩვეულებრივ მიკროსკოპს შემდეგი დამატებებით:

1. ხელსაწყო ბუნებრივი სხივის დასაპოლარებლად ე. წ. პოლარიზატორი, რომელიც მიკროსკოპის მაგიდის ქვეშ არის მოთავსებული.

2. ანალიზატორი—ხელსაწყო პოლარიზატორიდან და მინერალის, ან ქანის თხელი ფირფიტებიდან გამოსული სხივების ანალიზისათვის. ანალიზატორი ობიექტივსა და მაცუებლის თვალს შორის არის მოთავსებული.

3. მრგვალი მაგიდა—რომლის ბრუნვის ღერძი მიკროსკოპის ცენტრალური ხაზი არის. მაგიდის წრე გადაუსებად არის დაყოფილი; მათი ზუსტი ათვლისათვის მაგიდას ნონიუსი აქვს მოწყობილი.

რეფლექტორს, რომელიც მიკროსკოპში სინათლეს მიმართავს, ერთ მხარეზე ბრტყელი და მეორეზე პარაბოლური სარკე აქვს. ბრტყელი სარკე მზის სინათლეზე მუშაობის დროს გამოიყენება. პარაბოლური კი ხელოვნური განათებისას, რომ სინათლის სხივები რაადენადაც შეიძლება სწვრივი გახდნენ.

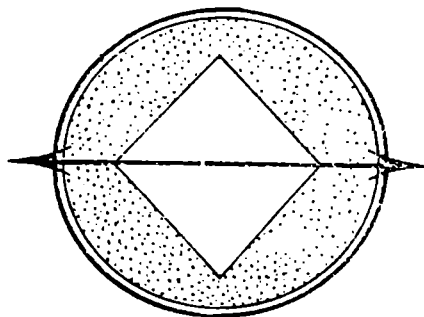
პოლარიზატორი წარმოადგენს ნიკოლის პრიზმას. ბუნებრივი სინათლე ორდება, როდესაც ნიკოლის პრიზმაში გადის. მისი ნახევარი (U სხივი) უკუედება, ნახევარი-კი Extraordinaire სხივების სახით გადის. მათი რხევის მიმართულება თანხედება რომების მოკლე დიაგონალს, რომლებიც პრიზმის ფუძეს ჰქმნიან (ნახ. 204).

შვეულ სიბრტყეს, რომელიც პრიზმის მოკლე დიაგონალზე გადის, პოლარიზატორის რხევის სიბრტყე ეწოდება. პოლარიზატორს მიკროსკოპის მაგიდის ქვეშ მოთავსებენ ისე, რომ მისი რხევის სიბრტყე, ანუ მთავარი ოპტიკური კვეთი, ოკულარის ჯვრის ძაფების O—W ხაზის სწვრივი იყოს.

მიკროსკოპზე მუშაობის დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს პოლარიზატორის რხევის სიბრტყის მიმართულების, მისი მთავარი ოპტიკური კვეთის მდებარეობის.

რეობის ცოდნას. ეს აუცილებელია ჩაქრობის ხასიათის და ზოგიერთ მინერალების აბსორბციის ხასიათის განსაზღვრისათვის.

რომ გადავაქციოთ მიკროსკოპი კონოსკოპად, ე. ი. ხელსაწყოდ კონუსურ დაპოლარებულ სინათლეში კვლევისათვის, პოლარიზატორის ზემოთ კონდენსორს (ლაზოს ლინზას) ათავსებენ. სპეციალურ ხრახნით პოლარიზატორს კონდენსორთან ერთად ზემოთ სწევენ ისე, რომ ლაზოს (Leseaux) ლინზას სისინჯი კრისტალის ქვედა ზედაპირის დონეზე იყოს.



ნახ. 2C4.

ლაზოს ლინზა შეყავთ მიკროსკოპში მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც კონუსური სინათლით უნდათ ისარგებლონ. ამის შესახებ იხილე ქვევით სპეციალური თავი კონუსურ დაპოლარებულ სინათლეში კვლევის შესახებ.

მბრუნე ავ მრგვალ მაგიდას, რომელიც ისეა მოწყობილი, რომ მისი ბრუნვის დერძი მიკროსკოპის ხედვის ცენტრალურ ხაზს თანხედება, სპეციალურ მრგვალ ჩარჩოში ათავსებენ. მაგიდა გრადუსებად არის

დაყოფილი და ჩარჩოზე მოთავსებული ნაკვდევის საშუალებით ისაზღვრება მობრუნების კუთხე. მიკროსკოპის მაგიდის ასეთი მოწყობილობა საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ მონოკლინური და ტრიკლინური კრისტალების ჩაქრობის კუთხეები. ჩაქრობის კუთხეები ამა თუ იმ მინერალისათვის ერთ-ერთ დამახასიათებელ ოპტიკურ კონსტანტს წარმოადგენენ.

ობიექტივი შეჰყავთ მიკროსკოპის ტუბუსში სპეციალური მოსაქერის საშუალებით. ჩვეულებრივი ობიექტივები, რომლითაც მინერალოგიური კვლევის დროს მუშაობენ № 0, № 2, № 3 და № 5 არიან.

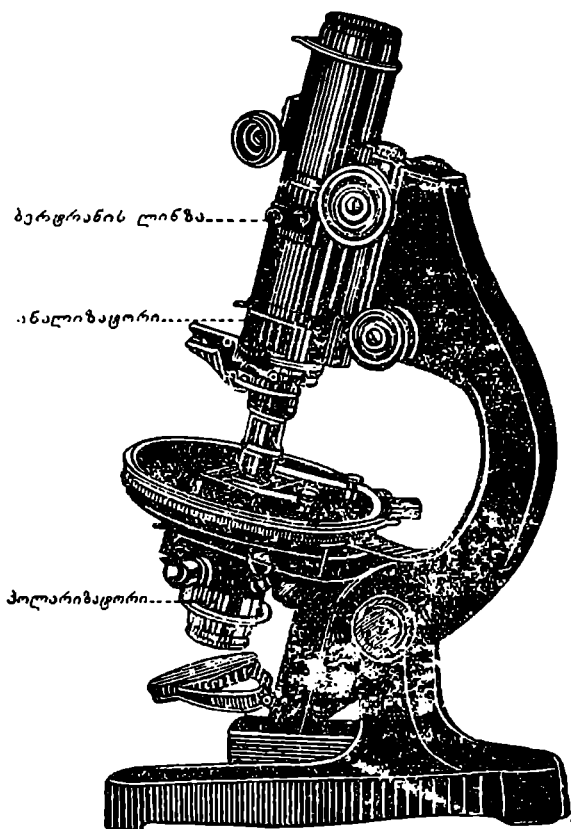
მიკროსკოპის ტუბუსის ქვემო ნაწილში, ობიექტივის მოსაქერის ზემოთ, არის განსაკუთრებული ხერელი, რომელშიაც შეჰყავთ ერთ მეოთხედ ტალღიანი „ქარსის“ ფირფიტა და კვარცის სოლი. ეს ხერელი იმ ანგარიშით არის გამოკრილი, რომ შეყვანილი ფირფიტის რხევის მიმართულება 45°-იან კუთხეს ჰქმნიდეს ჯვარედინ ნიკოლების, როგორც ერთი, ისე მეორე რხევის სიბრტყესთან და, რომ ინტერფერენციული შეფერვის ინტენსივობა მაქსიმალური იყოს. ანალიზატორი, ანუ ზედა ნიკოლი, სპეციალურ ბუდეშია მოთავსებული, რომელიც შეიძლება შეყვანილი ან გამოყვანილ იქნას ტუბუსიდან.

ანალიზატორის რხევის სიბრტყე ისე არის ნოთავსებული, რომ ის პოლარიზატორის რხევის სიბრტყის პართობული, ანუ ოკულარის ოპობას უქება ჯვარის ჩრდილო-სამხრეთული ხაზის სწვრივი იყოს.

აპრიჯად, როდესაც ანალიზატორი მიკროსკოპის ტუბუსში შეჰყავთ მისი რხევის სიბრტყე მართობია პოლარიზატორის რხევის სიბრტყისა და

იგი ობიექტივსა და დამკვირვებელს შორის ხედვის ხაზზე თავსდება. ასეთ მდგომარეობას მოკლედ აღნიშნავენ განოთქმით — „ნიკოლები ჯვარედინია“.

როდესაც ნიკოლები ჯვარედინია, ანალიზატორში სინათლე ვერ გადის და ხედვის არე ბნელი გვეჩვენება.



ნახ 205.

ოკულარი ტუბუსის ზემო ნაწილში თავსდება; მასში ურთიერთ მართობი ორი ობობას ხაზია დაკიმული, რომელთა მიმართ ედება ორივე ნიკოლის რხევის სიბრტყის სწვრივია. ერთი ხაზი მარჯვნიდან მარცხნივ მოდის—(W) ხაზი, მეორეს მიმართ ედება კი NS არის. მათი გადაკვეთის წერტილი თანხედება მიკროსკოპის ღერძს. ოკულარსა და ანალიზატორს შორის განსაკუთრებული მოწყობილობაა ბერტრანის (Bertrand) ლინზის შესაყვანად, რომლის დანიშნულება არის კონუსურ სინათლეში მიღებული ინტერფერენციული ფი-

გურების გადიდება. პირველი დაახლოვებითი დაყვანა ფოკუსზე ხდება განსაკუთრებული ხრახნილის საშუალებით. ზუსტად კი ეს მიკრომეტრული ხრახნით ხდება.

ფოკუსზე დაყვანა უნდა დავიწყოთ იმ მდგომარეობიდან, როდესაც ობიექტივი ახლოა შლიფთან და აქედან უნდა ვამოძრაოთ იგი ზემოთ, მანამ ფოკუსი ზუსტად მიღწეული არ იქნება. ფოკუსის ძებნის დროს არასოდეს არ შეიძლება მიკროსკოპის ტუბუსი ქვევით, შლიფისაკენ ვამოძრაოთ, რადგან, შესაძლებელია ობიექტივი შლიფით გაიჩხაპნოს და თვით შლიფიც გატყდეს.

§ 68. სინათლის გარდა- მინერალის ან ქანის „შლიფის“ დამზადების დროს
დატეხის მოვლენები, უკანასკნელს კანადის ბალზამის საშუალებით აკრავენ
რომელთაც ადგილი მინაზე. ზემოდან შლიფს აგრეთვე კანადის ბალზამის
აქვთ მიკროსკოპით და- საშუალებით აკრავენ თხელ მინას. ამრიგად, შლიფში
კვირვების დროს მინერალები ზემოდან და ქვემოდან კანადის ბალზამის
შრით არიან დაფარული.

შლიფის ზედაპირი ყოველთვის დასერილია წვრილი ღარებით და ჩაღრმავებებით, რომელთაც გაშლიფვის დროს ვღებულობთ. თუ კანადის ბალზამის და მინერალის გარდატეხის ინდექსები ტოლი არიან, კანადის ბალზამით შევსებული შლიფის ეს უსწორმასწორობანი, თვალისათვის შეუმჩნეველი ხდებიან. პირაქით, ისინი მკვეთრად გამოიყოფიან ნაშინ, როდესაც მინერალის და კანადის ბალზამის გარდატეხის ინდექსებს შორის მნიშვნელოვანი განსხვავება არის. როდესაც კანადის ბალზამის და მინერალის ინდექსები ერთნაირი არ არის, მათ საზღვარზე სხივთა გარდატეხა ხდება. კანადის ბალზამიდან მინერალში და პირაქით მინერალიდან კანადის ბალზამში გადასვლისას ატყელებლად ხდება სინათლის სხივების გზის გარდატეხა და, ამის გარდა, ხშირად აქვს ადგილი სრული შინაგანი არეკვლის მოვლენასაც. რაკ უფრო მეტია განსხვავება გარდატეხის ინდექსებს შორის, მით უფრო მკვეთრად ხდება მინერალის და კანადის ბალზამის საზღვარზე სხივთა გადახრა და სრული შინაგანი არეკვლა.

ამ გადახრების გამო მიკროსკოპში ყველა სხივები არ მოხვდებიან და მინერალის ზედაპირი არასწორი, ხორკლიანი გვეჩვენება. მიკროსკოპში გასინჯვისას, უფრო დიდი გარდატეხის ინდექსის მქონე მინერალის ზედაპირი შიგრენის ტყავის უსწორო ზედაპირს მოგვაგონებს.

ასეთი შიგრენის ზედაპირი მხოლოდ იმ მინერალებს აქვთ, რომელთა გარდატეხის ინდექსი 1,60-ზე, ანუ სხვა სიტყვებით, კანადის ბალზამის გარდატეხის ინდექსზე ($n=1,540$) შესამჩნევად მეტია. ამის გარდა ასეთ მინერალს მკვეთრი მოხაზულობა აქვს. ისეთი შთაბეჭდილება იქნება, თითქოს ის, სხვა, თავის მეზობელ, მინერალების ფონზე ამობურცულია—ანუ თითქოს, რელიეფი აქვსო.

ამიტომ, მინერალის აღწერის დროს, ციტრების შემდეგ, რომლებიც სინათლის გარდატეხას ახასიათებენ, ყოველთვის საჭიროა მოვიხსენიოთ „რელიეფი“ და ზედაპირის ხასიათი. მინერალები გარდატეხის ინდექსის ნიხილვით რამდენიმე ჯგუფად იყოფა:

1. მინერალები, რომელთა გარდატეხის ინდექსი კანადის ბალზამის ინდექსზე ნაკლებია. ისინი თითქოს სხვა მეზობელ მინერალებზე ქვემოდ არიან

განლაგებული. მოკლედ ანას აღნიშნავენ სიტყვებით „უარყოფითი რელიეფი“.

მაგალითები. ნელელინი $\alpha = 1,542$; $\varepsilon = 1,538$
ორთოკლაზი $\gamma = 1,526$; $\alpha = 1,518$

2. მინერალები, რომელთა გარდატეხის ინდექსი კანადის ბალზანს უახლოვდება.

მათი მოხაზულობა მკვეთრი არ არის. აღნიშნავენ სიტყვებით: „სუსტი რელიეფი“ და „სწორი ზედაპირი“.

მაგალითები: კვარცი $\varepsilon = 1,553$; $\alpha = 1,554$
ოლიგოკლაზი $\gamma = 1,546$; $\alpha = 1,536$

3. მინერალები გარდატეხის ინდექსით 1,570-დან—1,600-დე; აქვთ „შესამჩნევი რელიეფი“ და „ოდნავ ხორკლიანი ზედაპირი“.

მაგალითები: კალციტი $\alpha = 1,658$; $\varepsilon = 1,486$
მუსკოვიტი $\gamma = 1,572$; $\alpha = 1,537$

4. მინერალები გარდატეხის ინდექსით 1,610-დან 1,650-დე; კარგად გამოხატული ხორკლიანი ზედაპირი და რელიეფი.

მაგალითები: აპატიტი $\alpha = 1,646$; $\varepsilon = 1,642$
ტურმალინი $\alpha = 1,640$; $\varepsilon = 1,623$

5 მინერალები გარდატეხის ინდექსით 1,660-დან 1,700-დე; მკვეთრი რელიეფი და შიგრენული ზედაპირი.

მაგალითები: ოლივინი $\gamma = 1,697$; $\alpha = 1,661$
ენსტატიტი $\gamma = 1,674$; $\alpha = 1,665$

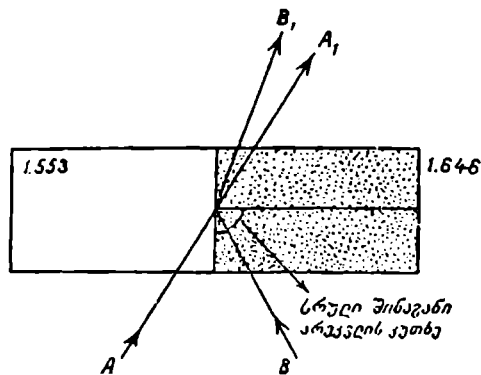
6. მინერალები რომელთა გარდატეხის ინდექსი 1,70-ზე მეტია; რელიეფი და შიგრენული ზედაპირი ძლიერ მკვეთრადაა გამოხატული.

მაგალითები: ეპიდოტი $\gamma = 1,768$; $\alpha = 1,730$
ტიტანიტი $\gamma = 1,978$; $\alpha = 1,888$
ციროკონი $\varepsilon = 1,993$; $\alpha = 1,931$
გრანატი $n = 1,775$.

ჩვევის გამომუშავების შენდევ, ამ ტაბულის გამოყენებით საკმაო სიზუსტით იქნეს გარდატეხის ინდექსები განსაზღვრული.

№ 69. სრული შინაგანი არეკლავ და ბეკეს ხაზი

რომელ კანებში, რომლებიც სხვადასხვა მინერალე-ბისაგან შედგებიან, ხშირად დიდი მნიშვნელობა აქვს იმის განსაზღვრას, თუ ორ მეზობელ მინერალისაგან, რომელს აქვს უფრო დიდი გარდატეხის ინდექსი.



ნახ. 206.

ნახ. 206 გვაძლევს წარმოდგენას იმ მოვლენის შესახებ, რომელიც ხდება ისეთი ორი მინერალის საზღვარზე, რომელთაც სხვადასხვა ინდექსები აქვთ.

შლიფის ქვედა ზედაპირთან მოდის ორი დახრილი სხივი A და B. შლიფში შესვლისას და გარდატეხის შემდეგ ორივე სხივი აღწევს ორი მინერალის, მაგ. კვარცის და აპატიტის, გამყოფ საზღვარს. შემდეგ მათი ბედი სხვადასხვა ხდება. A სხივი, რომელიც საზღვართან ნაკლები ინდექსის მქონე მინერალის, კვარცის მხრივ

მოვიდა. თავისუფლად შედის აპატიტში და უკანასკნელიდან გამოსვლის შემდეგ აქვს A' მიმართულება. B სხივები კი, რომლებიც ორი მინერალის საზღვარს აპატიტის მხრივ აღგებიან, ყოველთვის კი არ გაივლიან კვარცში. ხშირად ისინი სრულ შინაგან არეკლავს განიცდიან და მიემართებიან B' ხაზით.

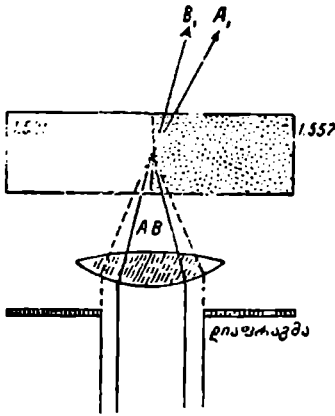
ამიტომ კვარცსა და აპატიტს შორის საზღვრის ხაზი ძლიერ შესაინწინევი ხდება. იგი მკვეთრად არის შემოხაზული და ამის გარდა სრული შინაგანი არეკლავის გამო, აპატიტის ნაპირი, რომლითაც იგი კვარცს ეხება, გარშემოფარგლულია ანარეკლი სინათლის ნათელი ზოლით. ანარეკლი სინათლის ეს ნათელი ზოლი აპატიტის ნაპირს გაჰყვება და იმის მაჩვენებელია, რომ მას უფრო დიდი გარდატეხის ინდექსი აქვს.

ეს ზოლი მით უფრო მკვეთრი და ფართოა, რაც უფრო მეტია ორი მეზობელი მინერალის ინდექსთა შორის განსხვავება. ეს ნათელი ზოლი სრული შინაგანი არეკლავის შედეგია და წარმოიშობა იმ მინერალის შიდა საზღვარზე, რომელსაც უფრო დიდი გარდატეხის ინდექსი აქვს.

§ 39-ში აღწერილი იყო სრული შინაგანი არეკლავის მოვლენა წყალში, როგორც უქუქცევის პონციპი. ვიდრე შეუდგებოდეთ პროფესორ ბეკეს მეთოდით ორი მეზობელ მინერალის გარდატეხის ინდექსის განსაზღვრის შესწავლას, გირჩევთ ხელახლა გადაიკითხოთ ეს პარაგრაფი. ამ მეთოდს დიდი გამოყენება აქვს პეტროგრაფიაში კანადის ბალზამის, კვარცის და მინდვრის შპატების გარდატეხის ინდექსების შედარებით განსაზღვრისათვის, რომელთა ინდექსებს შორის განსხვავება მცირეა.

რომ გადაწყვიტონ ორი მეზობელი მინერალიდან რომელს აქვს უფრო დიდი გარდატეხის ინდექსი, შემდეგნაირად იქცევიან:

სახლერის ხაზს ხედვის არის ცენტრში ათავსებენ, შენდებ აბნელებენ დიაფრაგმის საშუალებით ხედვის არეს ისე, რომ მხოლოდ ის სხივები გადაიდნენ, რომლებიც უფრო ახლო არიან კონუსის ღერძთან (ნახ. 207).



ნახ. 207.

კლასის სახლერთან ნათელი ზოლით შეიზარგლებული გეჩევენება.

მიკროსკოპის ტუბუსის აწევისას ეს ნათელი ზოლი კვარცხე გადადის ($z=1.553$), დაწევის დროს კი პირიქით, ორთოკლასზე ($\gamma=1.526$). სტეა მინერალებშიაც, რომელთა გარდატეხის ინდექსები სხვადასხვანაირია, ასეთსავე მოვლენას აქვს ადგილი.

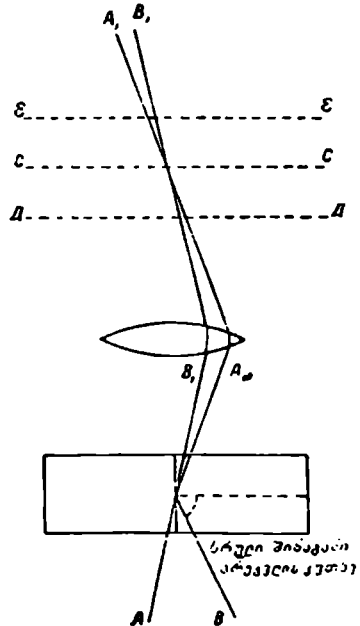
მიკროსკოპის ტუბუსის აწევის დროს სახლერის ნათელი ზოლი იმ მინერალზე გადადის, რომლის გარდატეხის ინდექსი მეტია. დაწევის დროს კი, იგი ნაკლები გარდატეხის ინდექსის მქონე მინერალზე გადადის.

ნახ. 208 საშუალებას გვაძლევს ამ მოვლენის შინაარსი გავეცნოთ. მიკროსკოპის ოკულარი იმ მდგომარეობაშია, როდესაც ხედვის არე ნათლად მოჩანს ც.ც.ში. აქ იკვეთებიან A' და B' სხივები და ორი მინერალის სახლერის ხაზი მკვეთრი ვეაწინებს.

მიკროსკოპის ტუბუსის აწევის დროს ხედვის არე გვევით. AA' მდებარეობაში იწევს. ჩვენ დავინახავეთ, თუ ნათელი ზოლი, როგორ იცვლის თავის მდებარეობას

ეს იმისათვის არის საუბრო, რომ უფრო ნაღალი გარდატეხის ინდექსის მქონე მინერალის სახლერზე მოხდეს სრული შინაგანი არეკლევა.

თუ დიაფრაგმის საშუალებით გამოვეყოფთ დანარჩენ სხივებს და შეუწევთ მხოლოდ იმათ, რომლებიც სახლერის ხაზს სრული შინაგანი არეკლევის კუთხით ადგებიან, ჩვენ უფრო ძალადი გარდატეხის ინდექსის მქონე მინერალის ნაპირზე ნათელ ზოლს შევაჩნევთ. ნახ. 207-ზე ჩანს, რომ კვარცხის ნაპირთან გროვდებიან ის სხივები, რომლებიც მასში ორთოკლასიდან შევიდნენ (A' სხივები), და აგრეთვე ის სხივები, რომლებმაც კვარცხი სრული შინაგანი არეკლევა განიცადეს (B' სხივები); ამიტომ კვარცხის ნაპირი ორთო-

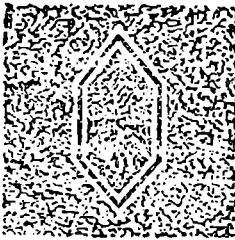


ნახ. 208

და გადადის კვარცხე, ე. ი. უფრო დიდი გარდატეხის ინდექსის მქონე მინერალზე.

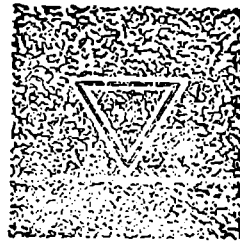
როდესაც მიკროსკოპის ტუბუსს ქვევით დაეწევთ, ამით ხედვის არე E.E მდებარეობაში იწვევს და 206 ნახაზიდან ნათლად ჩანს, რომ სინათლის კონცენტრაცია ორი მინერალის საზღვრის ხაზის მარცხნივ ხდება, ე. ი. ნათელი ზოლი ორთოკლაზზე—ნაკლებ გარდატეხის ინდექსის მქონე მინერალზე გადავიდა.

ზემოხსენებულ მოვლენათა განზოგადოების შემდეგ, შემჩნეული მუდმივობა შემდეგი წესის სახით შეიძლება გამოვთქვათ: მიკროსკოპის ტუბუსის აწვეის დროს, უფრო მეტად გარდამტეხი მინერალის მხარეზე, სინათლის გაძლიერებას აქვს ადგილი. ამ ნათელ ზოლს, რომელიც მიკროსკოპის ტუბუსის აწვეის დროს მეტი გარდატეხის ინდექსის მქონე მინერალზე გადადის, ბეკეს ხაზი ეწოდება (ნახ. 209, 210).



ა.

ნახ. 209.



ბ.

ნახ. 210.

ბეკეს ხაზის გაჩენა, როგორც ჩვენ ეს უკვე ვიცით, აიხსნება იმით, რომ სხივების ნაწილი ორი ნეობოელი მინერალს შორის საზღვარზე დიდი კუთხით ვარდება და განიცდის სრულ შინაგან არეკლვას. მიკროსკოპის ტუბუსის აწვეის დროს, ამ ანარეკლი სხივების კონა მაყურებლის თვალში ხვდება და ჩვენ უფრო მეტი გარდატეხის ინდექსის მქონე მინერალის ზედაპირზე ნათელ ზოლს, ბეკეს ზოლს ვხედავთ.

ამ მეთოდით განსაკუთრებით ხშირად მინდვრის შპატების განსაზღვრის დროს სარგებლობენ. მათი გარდატეხის ინდექსებს კვარცის მოსახლოვრე მარცვლის ინდექსებს ადარებენ.

§ 70. ორმაგი გარდატეხის ძალა და ინტერფერენციული ფერები

მინერალის რელიეფის და ზედაპირის ხასიათის გაცნობით და ბეკეს ხაზის გადაადგილების შესწავლის საშუალებით ჩვენ შეგვიძლია საკმაოდ ზუსტი წარმოდგენა ვიქონიოთ მინერალის გარდატეხის ინდექსის სიდიდის შესახებ. შემდეგი ამოცანა იქნება მინერალის

ორმაგი გარდატეხის ძალის განსაზღვრა. ეს განსაზღვრა მხოლოდ ჯვარედინ ნიკოლებში ხდება. როდესაც ზედა ნიკოლს მიკროსკოპის ტუბუსში შევწევთ, ანუ ნიკოლებს გადავჯვარედინებთ, ჩვენ დავინახავთ, რომ მინერალი განსაზღვრულ ფერს მიიღებს.

ჩვენ უკვე ვიცით, რომ ინტერფერენციული ფერი დამოკიდებულია ორმაგი გარდატეხის ძალაზე, ანუ ორ ინდექსთა შორის სხვაობაზე. თუ ეს სხვაობა 0.001 ტოლია, ინტერფერენციული ფერი თითქმის შავი იქნება, 0.002 დროს ვიღებთ მუქ-ნაცრისფერ ინტერფერენციულ შეფერვას. თუ ეოთი ინდექსი მეორეზე ოთხი მეათასედით მეტია (0.004), შეფერვა ნაცრისფერი ხდება.

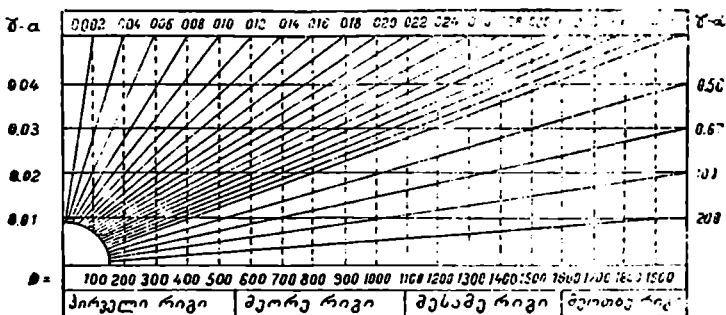
მაშინ, როდესაც ინდექსთა შორის სხვაობა 0.009 არის, ჩნდება. თეთრი და ყვითელი ფერები. ორი სხივის კიდევ უფრო მეტი განშორებისას განსხვავება ინდექსთა შორის მატულობს და შედეგათ ჯვარედინ ნიკოლებში სულ უფრო და უფრო მაღალი ინტერფერენციული ეკრები გვექნება—ნარინჯისფერი, წითელი, იისფერი და სხვა.

ფრანგმა მინერალოგმა მი შელ-ლევემ წვადგინა განსაკუთრებული ტაბულა, რომელზედაც თანმიმდევნით აღნიშნა ყველა ის ფერები, რომელსაც ინტერფერენციის დროს ვღებულობთ, დაწყებული პირველი რიგადან უკანასკნელამდე.

ქვემოთ, აბსცისათა ღერძზე, მოყვანილია ციფრები. რომლებიც გაჩვენებენ მანძილს, რომლითაც ერთი სხივი მეორეს კონსტალის ფიორფიტაში გასვლის დროს ჩამორჩება. ეს მანძილები მილიმეტრის ნემლილიონედ ნაწილშია მოცემული.

ორდინატთა ღერძზე მილიმეტრის მესხედებში შლიფის სისქვა ნაჩვენებია. ზემოთ, აბსცისათა ღერძზე, მოყვანილია ციფრები. რომლებიც ორ ინდექსთა შორის სხვაობას გვიჩვენებენ. გარდა ამისა მოცემულია იმ წინერალოა სახელწოდება, რომელთაც ასეთი ორმაგი გარდატეხის ძალა აქვთ.

მი შელ-ლევის ფერადი ტაბულა მუშაობის დროს პეტად მოსაიდრებელია; იგი ანათუიმ მინერალის ორმაგი გარდატეხის ძალის განსაზღვრის დროს სწრაფი ორიენტაციის საშუალებას გვაძლევს (ნახ. 211).



ნახ. 211.

როდესაც ისეთი მინერალების ინტერფერენციულ ფერს ვაკვირდებით, რომელთაც მცირე ორმაგი გარდატეხა აქვთ, სასარგებლოა ვაწარმოოთ დამა-

ტებითი დაკვირვება სწვრივ ნიკოლებში, რადგან ამ შემთხვევაში ინტერფერენციული ფერი მეტად ინტენსიური არის. ამიტომ, ქვემოთ მოყვანილ ტაბულაზე მოცემულია სწვრივ და ჯვარედინ ნიკოლებში ინტერფერენციული ფერების დასახელება.

ტაბულაში მოყვანილია პირველი რიგის ინტერფერენციული ფერების მხოლოდ პირველი ნახევაარი, სადაც ნაცრისფერი ფერები ოდნავ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.

	ნიკოლები ჯვარედინია:	ნიკოლები სწვრივია:
	μμ-ში	დაგვიანება ა—ა
შავი	0	თეთრი
რკინისებრ-ნაცრისფერი	50	0.001 თეთრი
ლავენდისებრ-ნაცრისფერი	100	0.002 მოყვითალო-თეთრი
მოლურჯო-ნაცრისფერი	150	0.003 მოყავისფრო-თეთრი
მონაცრისფრო-თეთრი	200	0.004 მოყავისფრო-ყვითელი
თეთრი	250	0.005 ღია-წითელი
ღია-ყვითელი	300	0.006 მუქი-იისფერი
ყვითელი	350	0.007 ლურჯი

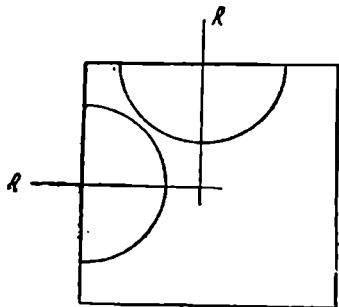
მარცხნიდან 0, 50, 100, 150 და სხვა ციფრები გვიჩვენებენ ორი სხივის სვლათა სხვაობას, ე. ი. იმ მანძილს, რომლითაც ერთი სხივი მეორეს მიწერალის ფირფიტის გავლის დროს ჩამორჩება. ეს მანძილები მილიმეტრის მემილიონედი ნაწილებით იზომებიან.

მარცხნიდან 0.001, 0.002, 0.006 ციფრები ახასიათებენ ორი გარდატეხის ინდექსთა შორის სხვაობას, ე. ი. სხივების განშორებებს, ან ორნაგი გარდატეხის ჰალას. მიწერალის ფირფიტის სისქე 0,05 მმ არის მიღებული.

§ 71. სწორი სინგო- სწორი სინგონის კრისტალები ოპტიკურად ნიის კრისტალთა იზოტროპულნი არიან, ე. ი. მათი ოპტიკური თვისებები სხვებზე ყველა მიმართულებით ერთნაირია. სწორი სინგონიაში დაკრისტალბებული სხვადასხვა ნივთიერებები სინათლის გარდატეხას სხვადასხვაგვარად იწვევენ. მათი გარდატეხის ინდექსები სიმაგრის, კუთრი წონის და სხვა ფიზიკური თვისებების მსგავსად ამ ნივთიერებათა ინდივიდუალურ თვისებებურებას წარმოადგენს. ასე, მაგალითად, ქვა-მარილის გარდატეხის ინდექსი არის 1,544, სილენის — 1,490, ფლუორიტის — 1.434, ალმანდინის — 1,830, ალმასის — 2,40.

სწორი სინგონის კრისტალებში გარდატეხის ინდექსის სიდიდე მიმართულუნბანთან დაკავშირებით აო იცვლება და ყველა მიმართულებისათვის მუდმივი სიდიდეს წარმოადგენს. სინათლის გავრცელების სიჩქარე სინათლის გარდატეხის ინდექსის უკუპროპორციულია. რამდენადაც დიდია გარდატეხის ინდექსი, იმდენად სინათლის გავრცელების სიჩქარე ნაკლებია, რადგან სინათლის გარდატეხის ინდექსი სწორი სინგონის კრისტალებში ყველა მიმართულებით ერთნაირია, ამიტომ მათში სხივის გავრცელების სიჩქარე აგრეთვე ყვე-

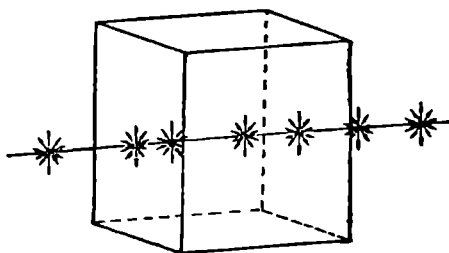
ლა მიმართულებით ერთიდაიგივეა. ამის გამო ნათში სინათლის გავრცელების გრაფიკული გამოსახულება იქნება სფეროს ზედაპირი (ნახ. 212).



ნახ. 212.

განიცდის დაპოლარებას; სინათლის სხივის რხევის სწრაფად ცვლადი აზიზუტები მათშიც რჩებიან და სწორ სინგონიის კრისტალებში გასული სინათლე ინარჩუნებს ბუნებრივი სინათლის თვისებებს—ნახ. 214. სინათლის ორმაგი გარდატეხა მათში არ ხდება; სინათლე სწორი სინგონიის კრისტალებში ერთი სხივის სახით გადის (ნახ. 215).

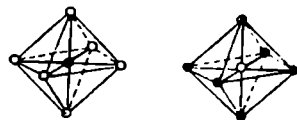
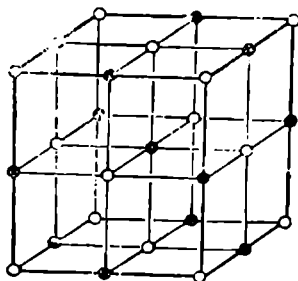
სწორი სინგონიის კრისტალების ფირფიტები, რომლებიც მოთავსებული არიან ჯვარედინ ნიკოლებს შორის, ბნელი გვეჩვენებენ; პოლარიზატორიდან გამოსული სინათლის სხივები ასეთ ფირფიტაში გასვლის დროს, ინარჩუნებენ თავის რხევის მიმართულებას; ანალიზატორში შესვლისას ისინი განიზიფებათ კანადის ბალზამის შრისაგან (ნახ. 216). სინათლე დამკვირვებლის თვალამდე ვერ აღწევს და ამიტომ ფირფიტა ბნელი გვეჩვენებენ; ჯვარედინ ნიკოლებში ფირფიტის შემობრუნება 360° -ზე მდგომარეობას არ სცვლას, ფირფიტა ისევ ბნელი რჩება. ამით ვლინდება სწორ სინგონიაში დაკრისტალბულ ნივთიერებათა ოპტიკური იზოტროპობა.



ნახ. 214.

სწორი სინგონიის კრისტალებში ყველა მიმართულება ოპტიკურად ერთგვაროვანია. კრისტალური ლერძები სრულიად ერთნაირია, ამიტომ სამივე ლერძს აღნიშნავენ ერთი ასოთი— $a : a : a$; კრისტალური მესერის უჯრედი წარმოადგენს ჰექსაედრს, რომლის კუთხეებში თავსდება ატომები; ასე მაგ., მგავსი ალნაგობის ქვამარილის კრისტალური ნესერი მოცემულია 213-ე ნახაზზე.

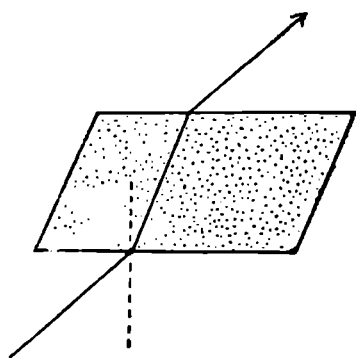
სწორი სინგონიის გამწვეირვალე კრისტალებში სინათლის გავლის დროს სინათლე არ



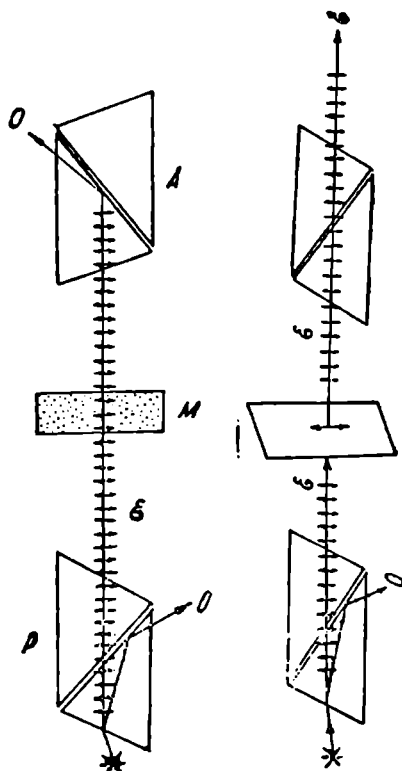
ნახ. 213.

ანალიზატორის 90° -ზე შემობრუნების დროს, შევათავსებთ პოლარიზატორის და ანალიზატორის მთავარ კვეთებს (ნიკოლები პარა

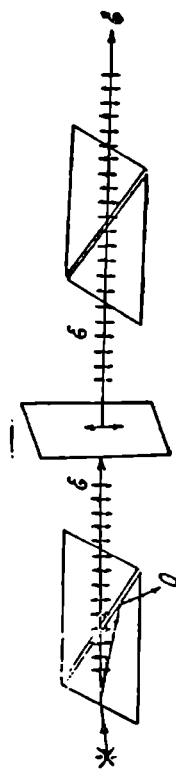
ლეღური); პოლარიზატორის არაჩვეულებრივი სხივის რხევები გაივლიან სწორი სინგონიის კრისტალის ფირფიტაში საწყისი მიძარბულების შენარჩუნებით; ანალიზატორში შესვლისას ისინი აწარმოებენ რხევას მთავარი კვეთის სიბრტყეში. თავისუფლად გაივლიან კანადის ბალზამის შრეს და მიაღწევენ დამკვირვებლის თვალს (ნახ. 217). პარალელური ნიკოლების დროს სწორი სინგონიის კრისტალის ფირფიტა განათებულია და ასეთივე რჩება 360° ზე სრული შობრტყლის დროს.



ნახ. 215.



ნახ. 216.



ნახ. 217.

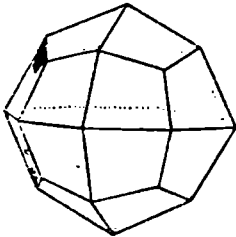
ქანმაშენი მინერალებიდან, რომლებიც სწორ სინგონიაში კრისტალდებიან, განვიხილავთ ლეიციტს, რომელიც აღმოჩენილია გურიის ზოგიერთ ლავაში, ანალციმს, რომელიც ფართოდ წარმოდგენილია ოკრიბის, ახალციხის რაიონის და კახეთის ტექვნიტური ფორმაციის ქანებში, და გრანატს. რომელიც გვხვდება, ძირულის მასივის, დასავლეთ პერიფერიის ორქარსიან გრანიტებში, სვანეთის გენესურ ქანებში და საქართველოს სხვა მთიან რაიონებში. ზემოხსენებულ მინერალთა ოპტიკური თვისებების გაცნობა საშუალებას მოგვცემს საერთო წარმოდგენა ვიქონიოთ სწორი სინგონიის კრისტალების ოპტიკურ თვისებებზე.

§ 72. ლეიციტი

ფსევდოკუბური, იზოეტრული, იზოტროპული.

შედგენილობა: კალიუმის ალუმოსილიკატი $K_2Al_4Si_4O_{12}$; $K_2O—21,52\%$, $Al_2O_3—23,33\%$, $SiO_2—55,15\%$; კალიუმის ნაწილი შეიძლება ჩაანაცვლოს ნატრიუმმა.

საერთო დაზნასათება. ლეიციტი გვხვდება თეთრი ან ნაკრისფერი ტრაპეკოედრების ან მომრგვალო მარცვლების სახით, რომლებიც გაბნეული არიან ტურქე ეფუზიურ ქანებში; ტრაპეკოედრთან ერთად შეიძლება შეგახედეს ჰექსაედრისა და რომბული დოდეკაედრის წახნაგები (ნახ. 218 და 219);

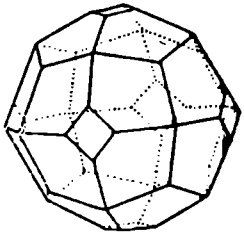


ნახ. 2. ლეიციტის კრისტალი.

ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე სწორი სინგონიისაგან განსხვავდება. რენტგენოგრაფიულმა დაკვირვებებმა გვიჩვენეს, რომ ჩვეულებრივი ტემპერატურის დაწნევის დროს ლეიციტი კვადრატულ სინგონიაში კრისტალდება. კრისტალოგრაფიული ლერძების შეფარდება $a : c = 1 : 0,949$; ტემპერატურის აწევა იწვევს ვერტიკალური c ლერძის დაგრძელებას და 62° -ზე ლეიციტი სწორ სინგონიაში გადადის. ეს იმის მაჩვენებელია, რომ ლეიციტის კრისტალები მდნარიდან სწორი სინგონიის კრისტალების სახით გამოიყოფილენ და ლავის გაცივების შემდეგ

კი მოადა კრისტალური მესერის გადაჯგუფება.

ფიზიკური თვისებები—ტყეჩადობა არ აქვს კარგი, ნსხვრევალია, მონატეხი ნიჟარისებრი; სიმაგრე 5,5—6, კუთრი წონა 2,47; ზაზის ფერი თეთრი, ელვარება მინის ცხიმოვანამდე, იშვიათად არის გამჭვირვალე; იხსნება მთავებში, კალიუმში და ალუმინიუმში ხსნარში გადადიან; SiO_2 გამოიყოფა ფხვნილია სახით; საღნობი მილით არ ლღევა, ალს იისფრად ფერავს (K).



ნახ. 219. ლეიციტის კრისტალი.

ვებუვისა და შუა იტალიის ჩამქრალი ვულკანების ლავები ლეიციტის შემცველობით ხასიათდებიან; მათში K_2O -ს საერთო მარაგი 9 მილიარდ ტონას აღწევს; ლეიციტიანი ლავები წარმოადგენენ კალიუმის მილების წყაროს.

§ 73. ლეიციტის ოპ.

ჩვეულებრივი სახე შლიფში: გვხვდება სხვადასხვა

ტოკური თვისებები ზომის კრისტალების და მარცვლების სახით. რომელთა სიდიდე ჩვეულებრივ კაკლისა და მუხდოს მარცვლის სიმსხოდან მიკროსკოპიულამდე მერყეობს; განივი კვეთები რვაკუთხედი და თითქმის მრგვალი ფორმის (ნახ. 220). ლეიციტის ძლიერ წვრილი და ჩანართებისაგან თავისუფალი მარცვლები დამჭვირებელს ადვილად გამოეპარება წხედველობიდან; ზოგჯერ ლეიციტის მარცვლები შემოფარგლული არიან სხვადასხვა მინერალების ტანგენციალურად განლაგებული ნემსებით.

ფერი — უფერო.

სინათლის გარდატეხის ინდექსი— n —1.509, ამის გამო აქვს ძლიერ დაბალი რელიეფი და გლუვი ზედაპირი.



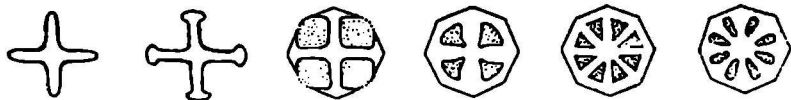
ნახ. 220. ლეიციტის შლაფი.

სრული ბრუნვის დროს რჩებიან ბნელი. შედარებით მსხვილი კრისტალები შედგებიან მთელი რიგი თავისებური ურთიერთ გადამკვეთი თხელი ფირფიტებისაგან (ნახ. 222).

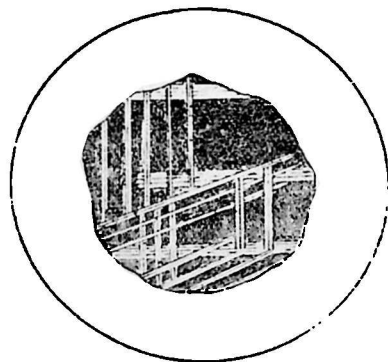
მონატეხი — უსწორო, ტეჩვაღობა არა აქვს.

ჩანართები — დამახასიათებელია: ისინი განლაგებული არიან რადიალურად ან ჯონალურად და შედგებიან სხვადასხვა მინერალებისაგან (აეგიტი, ეგირონი, ავგნეტიტი), ან ვულკანური მიწის ნაწილაკებისაგან. ჩანართების განვითარების სხვადასხვა ხარისხი და ლეიციტის კრისტალების ჩონჩისებრი ფორმები მოცემულია 221 ნახაზზე.

ნიკოლები გვჩარეწინია: ლეიციტის წვრილი მარცვლები ისოტროპულნი გვეჩვენებიან და მიკროსკოპის მაგიდის



ნახ. 221. ლეიციტის ჩონჩისებრი კრისტალები.



ნახ. 222. ლეიციტის მრჩობლები.

ორმაგი გარდატეხა — განსაკუთრებით სუსტი. ლეიციტის კუბური კრისტალური მესერი 625° -ის ქვემოთ მდგრადობას კარგავს; ტრაპეცოედრების გარეგნული ფორმა შენარჩუნებულია მხოლოდ (110)-ის მიმართ კვადრატული ფირფიტების რთული დაჩრბოლების შედეგად; $a=1,509$; $c=1,508$; სხვაობა გარდატეხის ორ ინდექს შორის მხოლოდ ერთი მეათასედია $a-c=0,001$.

ინტერფერენციული ფერები — ძალიან დაბალი. პირველი რიგის შავი, მუქი ნაცრისფერი; სუსტი ორმაგი გარდატეხა, უფრო კარგად ჩანს თაბაშირის ფირფიტის გამოყენების დროს.

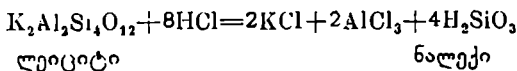
შეცვლა — ლეიციტი ადვილად გადადის ანალიციმში (მესამეულ და ახალგაზრდა ლაგებში); პალეოზოურ ქანებში ლეიციტისაგან შენარჩუნებული

ლია მხოლოდ მისი გარეგანი ტრაპეცოედრული ფორმა; ფსევდომორფობებს ლეიციტისადმი წარმოქმნიან ალბიტისა და სერიციტის ნარევი, ოროთოკლაზისა და სერიციტის ან ოროთოკლაზისა და ნეფელინის ნარევები.

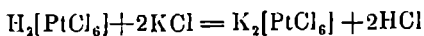
საბადოები — ლეიციტი ტიპური მაგმური მინერალია, გვხვდება მხოლოდ SiO_2 -ით ღარიბ და K -ით მდიდარ ამონთხეულ ქანებში. ამ ქანებში ლეიციტი ორი გენერაციისაა: მსხვილი კრისტალები წარმოქმნილი მაგმურ მდნარში ვულკანურ ამოფრქვევამდე (ე. წ. „ფენოკრისტალები“ ე. ი. ჩვეულებრივი თვალთ შესამჩნევი) და ძირითადი მასის წერილი კრისტალები („მიკროლითები“) წარმოქმნილი მაგმური მდნარის იმ ნაწილში, რომელმაც მიაღწია დეამიწის ზედაპირს და სწრაფად გამაგრდა ლავის სახით. ფენოკრისტალები წარმოშობის მიხედვით ადრეულნი არიან, მათ უწოდებენ აგრეთვე „ინტრატელურულ“ გამონაყოფებს, რაც მიწის სიღრმეში წარმოშობას აღნიშნავს.

ლიაგნოსტიკა — სინათლის დაბალი გარდატეხის მაჩვენებელი ($n=1,509$), კრისტალთა ფორმა, რთული დამრჩობლეა და თითქმის იზოტროპული ოპტიკური თვისებები ლეიციტს ანსხვავებენ ყველა დანარჩენ ნინერალებისაგან, გარდა ანალციმისა, რომლისაგანაც უფრო მაღალი გარდატეხის ინდექსით განსხვავდება (ანალციმის $n=1,487$, ლეიციტის $n=1,509$) და კალიუმის შემცველობით. 500° -ზე გახურების დროს ანალციმი ჰჰარგავს წყალს და არაგამქვირვალე ხდება, მაშინ როდესაც ლეიციტი უცვლელი რჩება.

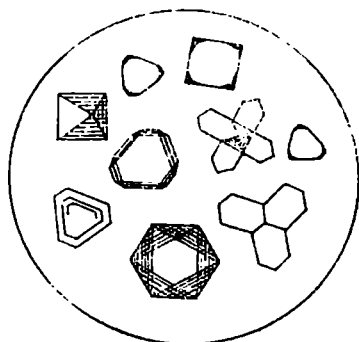
ლეიციტის დადგენისათვის შემდეგ ხერხს მიმართავენ: ლეიციტის ფხვნილს ხსნიან მარილის მჟავაში და აშორებენ სილიციუმის მჟავის ფხვნილისებრ ნალექს.



ფილტრატს, რომელიც კალიუმისა და ალუმინიუმის ქლორიდებს შეიცავს აორთქლებენ, შემდეგ ასველებენ წყლის რამოდენიმე წვეთით და მიღებულ სხნარის წვეთს ათავსებენ სასაგნე მინაზე; უმატებენ პლატინა-ქლორწყალბადის მჟავას $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$ ხსნარის ერთ-წვეთს, რის შედეგად წარმოიშობა ამ მჟავის ძნელად ხსნადი, ღია ყვითელი ფერის კალიუმის მარილის კრისტალები.

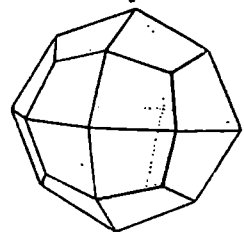


კალიუმის ქლოროპლატინატი კრისტალდება სწორ სინგონიაში; წარმოშობილ კრისტალთა დამახასიათებელი იერი მოცემულია 223-ე ნახაზზე.



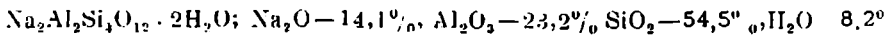
ნახ. 223. კალიუმის ქლოროპლატინატის კრისტალები.

საერთო დახასიათება — ეულკანური ქანების სიკარიელებში ანალციმი ხშირად გვხვდება კარკად განვითარებული ტრაპეკოდრების (ნახ. 224) ან შთლიანი მასების სახით; ზოგჯერ უფეროა და წყლისებრ გამკვირვალე, ზოგჯერ კი ნაცრისფერია. მომწვანო ან მოწითალო. ახასიათებს არამკაფიოდ გამოსახული ტექსადრობა ჰექსაედრის წახნაგების გასწვრივ. ელვარება მინის, სიმაგრე 5—5,5; კუთრი წონა 2,22—2,29, ე. ი. ეკუთვნის მსუბუქ მინერალებს; სადნობი მილით დნება და გვაძლევს უფერო შინას, ალს ღებავს ყვითლად (Na); იხსნება მინერალურ მთაყვებში Si-ის მთავას კოლოიდის გამოყოფით; ცალმხრივ შედნობილ მინის მილში გახურების დროს წყალს გამოყოფს.



ნახ. 224. ანალციმის კრისტალი.

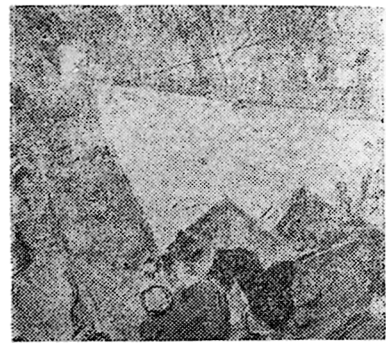
შედეგნილობა: ნატრიუმის წყლიანი ალუმოსილიკატი



ოპტიკური თვისებები: ჩვეულებრივ იზოტროპულია, მიკროსკოპის მაგილის ბრუნვის დროს ჯვარედინ ნიკოლებში ბნელი რჩება. მსხვილი კრისტალური მარცვლები ხშირად ამჟღავნებენ სუსტ ორმაგ გარდატეხას (დაახლოებით 0.001), რაც რთული დამჩობლების შედეგია. გარდატეხის ინდექსი კანადის ბალზამზე დაბალია ($n = 1,487$); ამის გამო უარყოფითი რელიეფი აქვს ანალციმის მარცვლები გარემომცველ მინერალებზე დაბლა განლაგებული გეგმუნება. შლიფში უფეროა.

ანალციმიან გაბროში. ანალციმიან სიენიტებში. და ანალციმის შეხვეულ სხვა ქანებში, ანალციმი მაგმის კრისტალიზაციის ბოლო მომენტში გამოიყოფა. ამიტომ ეს მინერალი ავსებს შუალედებს სხვა მინერალთა შორის (ნახ. 225). ანალციმის მარცვლების მოსაზულობა განისაზღვრება ამ შუალედების ფორმით. მოკლედ ასეთ ფორმებს აღნიშნავენ ტერმინით „ქსენომორფული“ (ქსენოს — სხვისი, მორფოს — ფორმა).

ჰექსაედრის წახნაგების გასწვრივ ტექსადრობა მკლავნდება წვრილი, იშვიათი სწორი ნაპრალების სახით, რომლებიც სწორი კუთხით იკვეთებიან (ნახ. 226).



ნახ. 225. ქსენომორფული ანალციმი.

გავრცელება — ანალციმი როგორც პირველადი, ისე მეორადი მინერალის სახით გვხვდება ტუტეებით მდიდარ ქანებში. იგი ზოგჯერ წარმოადგენს ნეფელინის, სოდალითის და ლეიციტის შეცვლის პროდუქტს. ასეთ შემთხვევაში ის მეორადი მინერალია. ტეშენიტებში და ანალციმიან სიენიტებში ანალციმი პირ-

ველად მინერალებს მიეკუთვნება და კრისტალდება უშუალოდ ნაგბური მდნარიდან, ამ მდნარის წყლით გამდიდრებული დანაშთიდან.

§ 75. ანალციმის ანალციმი გამოიქ-
დიაგნოზიკა ნობა თავის მეტად და-

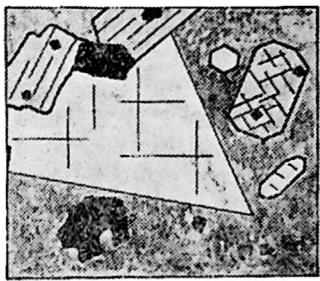
ბალი გარდატეხის ინდექსით ($n = 1,487$), უარყოფითი რელიეფით და სრული ან მიახლოებითი იზოტროპულობით. სო დალითისაგან $3Na_2Al_2Si_2O_9 \cdot NaCl$ განსხვავდება ცისფერი შეფერვის უქონლობით, ომელიც ხშირად გვხვდება უკანასკნელში და ტექჩეადობის სხვა ხასიათით; გარდა ამისა, ქლორის შეუმცველობით. ლეიციტისაგან მას ანსხვავებს სწორად განლაგებული ჩანართების არარსებობა, უფრო დაბალი გარდატეხის ინდექსი, ნატრიუმისა და წყლის შერეელოზა: ოპალისაგან $Si_2O_5 \cdot 1(OH)_2$ ანალციმი განსხვავდება სინათლის უფრო მაღალი გარდატეხით; ოპალების გარდატეხის ინდექსები დამოკიდებულია წყლის შემცველობაზე და 1,446-დან 1,460-მდე მერყეობს; ანალციმის სინათლის გარდატეხის ინდექსი უფრო მაღალია და უდრის 1,487. ვულკანური მინისაგან — ანალციმი განსხვავდება მეტად დაბალი გარდატეხის ინდექსით. ანალციმის ზუსტი დადგენისათვის საჭიროა კიმიური ანალიზი.

კიმიური რეაქციები მეაეების ბოქმედების დროს ანალციმი გამოყოფს კოლოიდური სილიციუმის მეაეას, გახურებით გამოყოფს წყალს და ზდება მღვრიე არაგამჭვირვალე. ხსნარი აზოტის მეაეაში არ გვაძლევს რეაქციას ქლორზე (სოდალითისაგან განსხვავება).

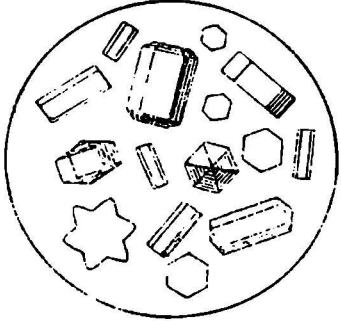
ანალციმის მარცვლები გახსნილი სილიციუმის ფლუორწყალბადის მეაეაში $H_2[SiF_6]$ ხსნარის ამოშრობის შენდეგ გამოყოფს ნატრიუმის ფლუორსილიკატის $Na_2[SiF_6]$ დამახასიათებელ ჰექსაგონალურ კრისტალებს (ნახ. 227).

§ 76. გრანატები კუბური, იზოტროპული, იზომეტრული. საერთო დახასიათება. გრანატების შედგენილობას გამოხატავენ საერთო ფორმულით. $R''_3R'''_2(SiO_4)_3$, სადაც $R'' = Ca, Mg, Fe$ და Mn -ს; $R''' = Al, Fe, Cr$ და Mn -ს, იშვიათად Ti -ს.

გრანატების ჯგუფის მინერალები მოხერხებულად თავსდებიან ორ მინერალურ სახეობაში; პირველ ჯგუფს პიროპი, ალმანდინი და სპესარტინი, ხოლო მეორე ჯგუფს გროსულარი, ანდრადიტი და უვაროვიტი მიეკუთვნებიან.



ნახ. 226. ანალციმის ჰექსაედრული ტაქსე-დო.



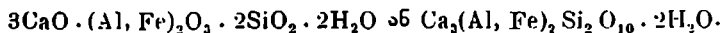
ნახ. 227. ნატრიუმის ფლუოროსილიკატის კრისტალები.

პიროპი $Mg_3 Al_2 Si_3 O_{12}$
 ალმანდინი $Fe_3 Al_2 Si_3 O_{12}$
 სპესარტინი $Mn_3 Al_2 Si_3 O_{12}$

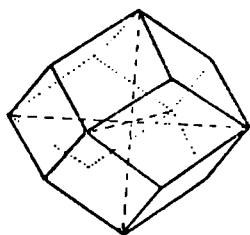
გროსულარი $Ca_2 Al_2 Si_2 O_{12}$
 ანდრადიტი $Ca_2 Fe_2 Si_2 O_{12}$
 უვაროვიტი $Ca_2 Cr_2 Si_2 O_{12}$

პირველი ჯგუფის გრანატები ოპტიკურად იზოტროპული არიან, ისინი კი, რომლებიც მეორე ჯგუფს ეკუთვნიან ჩვეულებრივ ანიზოტროპული-ბით ხასიათდებიან.

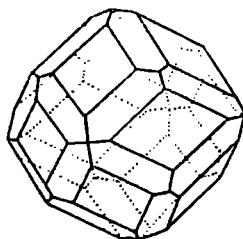
გრანატებში კაემიწა შეიძლება TiO_2 -ით და წყალით იქნეს ჩანაცვლებული. ასე, ტიტანის შემცველი ფერო-გრანატის შორლომიტის შედგენილობა შემდეგნაირად გამოიხატება: $3CaO \cdot Fe_2O_3 \cdot 3TiO_2$ ან $Ca_3 Fe_2 Ti_3 O_{12}$. ჰიდროგრანატის მაკლითად შეიძლება გამოიყენებოდეს ჰიბზიტი, რომელშიც SiO_2 -ის ერთი მოლეკულა ჩანაცვლებულია $2H_2O$ -ით. ჰიბზიტის ფორმულა შემდეგია:



გრანატები ძალიან ხშირად კარგ კრისტალებს ქმნიან; უფრო ნეტად გავრცელებულ ფორმას რომელი დოდეკაედრი წარმოადგენს (ნახ. 228). XVIII საუკუნის ავტორები ამ კრისტალურ ფორმას გრანატოედრს უწოდებ-



ნახ. 228. გრანატის კრისტალები.



ნახ. 229. გრანატის კრისტალები.

დნენ. მაგმური ქანების გრანატები ჩვეულებრივ კრისტალებიან ტრაპეცოედრების სახით ან ტრაპეცოედრისა და რომელი დოდეკაედრის კონბინაციის სახით (ნახ. 229). ოქტაედრები მხოლოდ ჰიდროგრანატების კრისტალებზეა შემჩნეული.

ოქტედაედრება გრანატებს არ აქვთ. მათი სიმაგრე მაღალია - 6,5-დან 7,5-დღე, ამიტომ მათ სააბრაზივო მასალად იყენებენ. გრანატების შედგენილობის სხვადასხვაობასა და სი-თუღესთან დაკავშირებით მათი კუთრი წონა მერყეობს 3,4-დან 4,3-მდე; ქვიშრობების და ალუვიალური ნალექების რეცხვისას გრანატების კონცენტრაცია მძიმე ფრაქციაში ხდება. შორლომიტისა და ჰიდროგრანატების გარდა გრანატები ჯეავებში არ იხსნებიან, მათზე HCl -იც კი არ მოქმედობს. გრანატები გახურების შემდეგ მარილის მებავაში გახსნის უნარს იძენენ; ხანარის ამოშრობის დროს კაემიწა კოლოიდის სახით გააოი-ყოფა. გრანატების კუთრი წონა მათი გაღობის შემდეგ ძლიერ მცირდება.

§ 77. გრანატების შლიფში ჩვეულებრივ უსწორო მარცვლების (ნახ. ოპტიკური თვისებები 230) ან მარტივი კრისტალების სახით გვხვდება (ნახ. 231); ტიტანის შემცველი გრანატების სახესხვაობებისათვის დამახასიათებელია ზონალური სტრუქტურა (ნახ. 232).

ფერო — შლიფში გრანატის მარცვლები მისი სახესხვაობის მიხედვით უფერო ან თითქმის უფერო, ზოგჯერ მოყვითალო, მოწითალო, მორუხო ან მოშავო არიან.

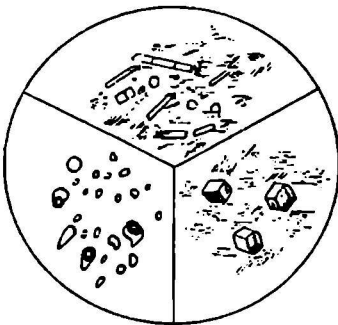
გარდატეხის ინდექსები მაღალი $n = 1,700 - 1,900$; ჰიდროგრანატებს აქვთ შესამჩნევად სინათლის დაბალი გარდატეხის ინდექსი. კაემიწის ნაწილის წყლით ჩანაცვლება მათში სინათლის გარდატეხის შემცირებას იწვევს. მათი სინათლის გარდატეხის ინდექსები შედგენილობასთან დაკავშირებით 1,607 და უფრო დიდი რიცხვებით გამოიხატება, მაგრამ 1,700 არ აღწევს. გრანატებში სინათლის ძლიერი გარდატეხა მკვეთრ რელიეფს და შავრენულ ზედაპირს იძლევა.

მონატეხი. გრანატების მარცვლებს ტყეჩვადობის უქონლობის გამო ემჩნევათ უსწორო ბზარები.

ნიკოლები ჯვარედინია: პიროპი, ალმანდინი და სპესარტინი ოპტიკურად იზოტროპული არიან. მათი მარცვლები მიკროსკოპის მაგიდის



ნახ. 230. გრანატის შლიფი.



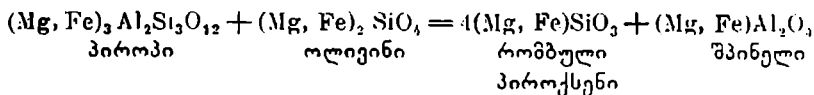
ნახ. 231. გრანატის პატარა კრისტალები.



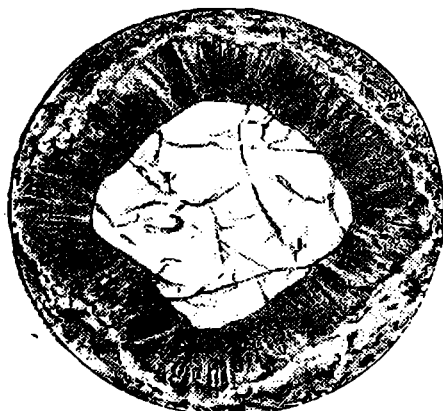
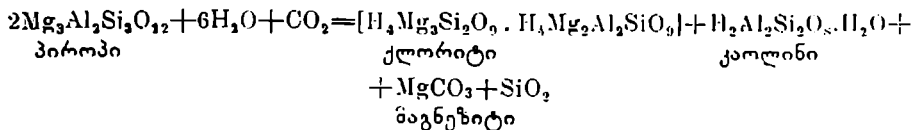
ნახ. 232. ზონალური გრანატი.

ბრუნვის დროს ბნელი რჩებიან. ოპტიკური ანომალიები მეორე ჯგუფის გრანატებზეა შემჩნეული. მათ მარცვლებზე ჩნდება სიმეტრიული დანაწილება ცალკეულ უბნებად — „დოდეკაედრული სტრუქტურა“.

შეცვლა. გრანატები როგორც კიმიურად მდგრადი მინერალები ნაკლებად იცვლებიან და შლიფში სრულიად სალი არიან. მაგნიუმის გრანატის, პიროპის და მის გარემომცველ ოლივინის მარცვლებს შორის რეაქციის შედეგად, პიროპის მარცვლებზე რომბული პიროქსენისა და შპინელის კრისტალური მარცვლებისაგან შემდგარი ნაქუქი ან გარსი წარმოიშობა.



რეაქცია მაღალ ტემპერატურაზე (1000°-ზე ზევით) მიმდინარეობს. სხვა შემთხვევებში შემჩნეულია ქლორიტის ფურცლებისაგან შემდგარი ნაქუქის გაჩენა (ნახ. 233). ქლორიტის წარმოქმნა შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სქემის მიხედვით:



ნახ 233. გრანატის ირგვლის ქლორიტის გარსი.

საბადოები. გრანატები ხშირად გვხვდებიან კრისტალურ ფიქლებში და გნეისებში; პიროპი და მასთან ახლო მდგომი გრანატები დამახასიათებელია მაგნიუმით მდიდარი მაგმური ქანებისათვის — პერიდოტიტებისა და სერპენტინიტებისათვის; გრანატებს და ჰეგმატიტურ ძარღვებს ახასიათებთ მანგანუმის გრანატები — სპესარტინები — $\text{Mn}_3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{12}$ და, ნაწილობრივ, ალმანდინები; კრისტალურ ფიქლებს — ალმანდინები $\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{12}$. ქრომის გრანატი — უუაროვითი $\text{Ca}_3\text{Cr}_2\text{Si}_2\text{O}_{12}$ მკიდრო ასოციაციაშია ქრომიტებთან, რომლის ბზარებსა და სიციარიელებში გვხვდება. გროსულარი და ანდრაციტი ტიპურია კირქვებთან გრანატების კონტაქტური

ზონისათვის. რკინით ღარიბ კონტაქტურ ქანებში წარმოიშობა გროსულარი $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{12}$, ხოლო რკინით გამდიდრებულ ზონებში კი — ანდრაციტი $\text{Ca}_3\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{O}_{12}$.

ბუნებრივი ჰიდროგრანატები წყლის ორ მოლეკულას შეიცავენ. ეს უკანასკნელი SiO_2 -ის ერთ მოლეკულას ანაცვლებს. ჰიბშიტის $\text{Ca}_2(\text{Al, Fe})_2\text{Si}_2\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ და გროსულარის იზომორფიზმი მათი ურთიერთ შეზრდით მტკიცდება. ჰიბშიტი აღწერილია კირქვების კონტაქტებში.

მერვე მესაღინეოზა

ჰმძსაგონალური და კვადრატული სინგონიის კრისტალუბის ოპტიკური თვისებანი. კლინოპროიქსის მოქალენები

§ 72. ჩაქრობის ახლა შეუდგეთ ჰექსაგონალური და კვადრატული მოვლენები სინგონიის კრისტალთა ოპტიკური თვისებების სისტემატიურ გაცნობას და მაგალითისათვის ავიღოთ რამდენიმე ნინერალი, რომლებიც ამ ორ სინგონიაში კრისტალდებიან.

პირველად ჩვენ უნდა შევხვით შემდეგ სამ ფაქტს:

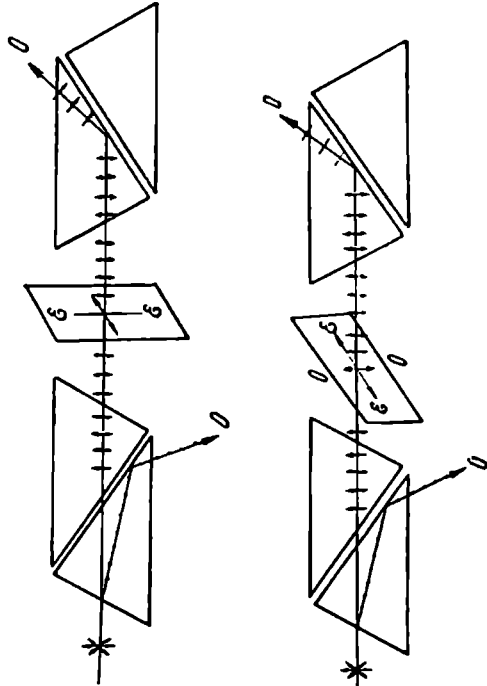
1. მათში წარმოშობილი ორი სხივის რხევები ურთიერთ მართობული არიან.

2. იმ სიბრტყის მდგომარეობა, რომელშიც ხდება არაჩვეულებრივი სხივების რხევა ორი ხაზით განისაზღვრება: მთავარი ოპტიკური $\frac{1}{2}$ ღერძით და *l'axe ordinaire* სხივის მიმართულებით.

3. ჩვეულებრივი *ordinaire* სხივის ოხვეის სიბრტყე ყოველთვის მთავარი ოპტიკური ღერძის მართობულია.

§ 44-დან ვიცით, რომ ერთღერძიანი კრისტალის თხელი ფირფიტა ჯვარედინ ნიკოლებში ინტერფერენციის ერთ-ერთ ფერად გვეჩვენება შეფერილი და რომ მიკროსკოპის მაგიდის ბრუნვის დროს ეს ფირფიტა ოთხჯერ ჩაქრობის მდგომარეობაში იქნება.

ჩაქრობა იმ მომენტში ხდება, როდესაც რომელიმე სხივის რხევის მიმართულება პოლარიზატორის რხევის მიმართულებას თანხვდება (ნახ. 234 და 235).



ნახ. 234.

ნახ. 235.

ფირფიტის ასეთ მდებარეობებში სინათლე თავისუფლად გადის და ანალიზატორში კანადის ბალზამის შრიდან მთლიანად აირეკლება. ფირფიტა ამის გამო სრულიად ბნელი გვეჩვენება. რადგან ჰექსაგონალურ და კვადრატულ კრისტალებს გარკვეულად ეტუობათ ზრდის სიქარბე ვერტიკალური Z ლერძის გასწვრივ, ჩაქრობასაც მათში გარკვეული ხასიათი აქვს. კვადრატული და ჰექსაგონალური კრისტალების კვეთების უმეტესობას შემდეგი ფორმები აქვთ (ნახ. 214).

ბაზისის სწვრივ კვეთებში სინათლე მთავარი ოპტიკური ლერძის მიმართულებით მიდის. როგორც ვიცით (§20), ამ მიმართულებით ორივე სხივს ერთნაირი სიჩქარე აქვს. Z ლერძზე

$$V_E = V_O$$

ორივე სხივის გარდატეხის ინდექსი ტოლია

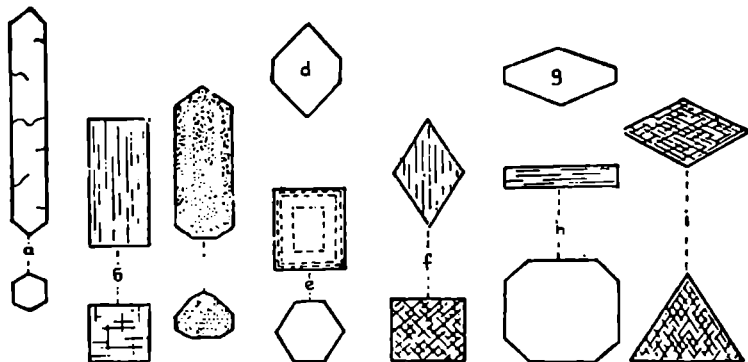
$$\varepsilon = \omega$$

რის გამოც ორმაგი გარდატეხის ძალა

$$\omega - \varepsilon = 0$$

ჯვარედინ ნიკოლებში, ასეთი ბაზალური კვეთები მიკროსკოპის მაგიდის ბრუნვის დროს მუდამ ბნელი რჩებიან.

ეს იმიტომ ხდება, რომ ბაზალურ კვეთებს არ შეუძლიათ მათში შესული დაპოლარებული სინათლის რხევის მიმართულების შეცვლა. პოლარიზატორის სინათლის რხევები ინარჩუნებენ რხევის წინანდელ მიმართულებას და შემდეგ ანალიზატორში კანადის ბალზამის შრიდან სრულიად აირეკლებიან. ამრიგად სინათლე არ ხედება მყურებლის თვალს და ბაზალური კვეთი ბნელი გვეჩვენება.



ნახ. 236.

კვადრატული სინგონიის კრისტალების ბაზალურ კვეთებს ოთხკუთხედებისა და რვაკუთხედების ფორმა აქვთ, ჰექსაგონალურ კრისტალებს კი სამკუთხედებისა და ექვსკუთხედების. ტურმალინს ცხრაკუთხედები ახასიათებს (იხ. 236 ნახ.). დანარჩენი კვეთები მეტ წილად Z ლერძის გასწვრივ არიან გაჭიმული.

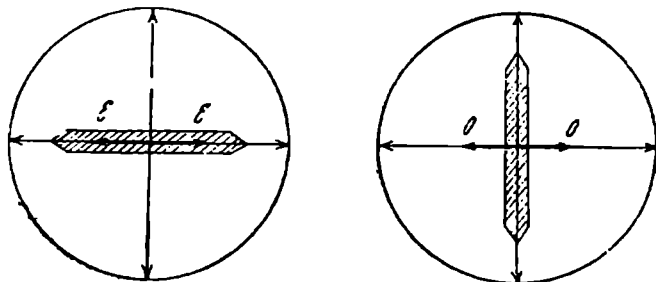
მათში ჩაქრობა ხდება მაშინ, როდესაც კრისტალის წაგრძელება პოლარიზატორის რხევის მიმართულების სწვრივია.

ჩვენ ვიცით, რომ რხევები, რომლებიც არაჩვეულებრივ (Exstrairdinaire) სხივს გაძლევენ, ყოველთვის მთავარი ოპტიკური კვეთის სიბრტყეში ხდებიან და, რომ მთავარი ოპტიკური ღერძიც ამ სიბრტყეშია. ამიტომ, როდესაც ჩვენ უთავსებთ კრისტალის წაგრძელებას პოლარიზატორის რხევის მიმართულებას და სრულ ჩაქრობას ვაღწევთ, ამით არაჩვეულებრივი სხივის რხევის მიმართულებას ესაზღვრავთ.

ჩვეულებრივი სხივის რხევები ყოველთვის, მთავარი ოპტიკური კვეთის წართობ სიბრტყეში ხდება. ამრიგად, ჩვენთვის, არც მეორე სხივის (არაჩვეულებრივი სხივის) რხევის მიმართულების განსაზღვრა იქნება ძნელი. საკმარისია მიკროსკოპის მაგიდა 90° -ით მოვაბრუნოთ და ჩვენ სრული ჩაქრობის მეორე მდებარეობას მივაღწევთ. ცხადია, რომ ეს ხაზი არაჩვეულებრივი (I) სხივის რხევის მიმართულების წართობულია.

ჰექსაგონალური და კვადრატული კრისტალების ჩაქრობის ამგვარ ხასიათს პირდაპირი ჩაქრობა ეწოდება (სწორი ჩაქრობა). სწორი ჩაქრობისას, ჩაქრობის მიმართულება ოქულარის ჯვრის ძაფთა მიმართულებას ემთხვევა. ეს ნახ. 237 დან ჩანს.

გავეცნოთ ეხლა სხვ დასხვა მაგალითებზე ჰექსაგონალური და კვადრატული კრისტალების ოპტიკურ თვისებებს.



ნახ. 237.

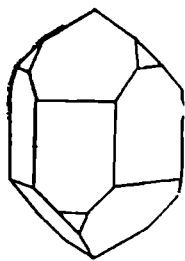
ოპტიკური თვისებების აღწერა უკვე რამდენადმე ცნობილ მინერალიდან—კვარციდან დავიწყოთ. ჰიუგენსმა კვარციში ორმაგი გარდატეხა აღმოაჩინა და ორივე სხივის გარდატეხის ინდექსი გაზომა. ჩვენ ვიცით კვარცის გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკის ფორმა და აგრეთვე ის, რომ კვარცი დადებითი მინერალია. ვიცით აგრეთვე სინათლის ტალღის ზედაპირის ფორმა მასში.

საჭიროა ეხლა ამ ცნობების გარკვეულ სისტემაში ჩამოყალიბება და ზოგი რამ ახლის დამატება.

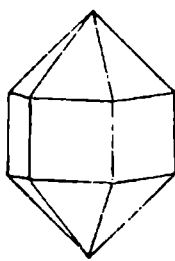
§ 79. კვარცი ჰექსაგონალური, ერთღერძიანი, ანიზოტროპული შედგენილობა: SiO_2 .

საერთო დახასიათება. კრისტალები, ჩვეულებრივ, პრიზმულია, რომლებიც ორი რომბოედრით (1011) და (0111) ბოლოვდებიან (ნახ. 238). ზოგჯერ ეს

ორი რომბოედრი ჰექსაგონალური ბიპირამიდის შთაბეჭდილებას ახდენს (ნახ. 239). პრიზმის წახნაგებზე პორიზონტალური შტრიაებია. ტექჩადობა არ



აქვს, ელინდება მხოლოდ გახუტების და შემდეგ სწრაფი გაცივების დროს. რაც გვაფიქრებინებს რომ ეს ტექჩადობა დამახასიათებელია მაღალი ტემპერატურული პეკარცისათვის. სიმაგრე 7 კუთრი წონა 2,65. ლღევა 1710° ზე. მჟავებში არ იხსნება გარდა HCl-ისა. ძნელად იხსნება ტუტეებშიც.



ნახ. 238.
კვარცის კრისტალი.

ნახ. 239.
კვარცის ბიპირამიდ-
ლური კრისტალი

ჩვეულებრივი სახე შლიფში. კვარცი უსწორო მარცვლების სახით გვხვდება გრანიტებში, სადაც ის ყველაზე ბოლოს გამოიყოფა და სხვა მინერალებს შორის ავსებს სივარდიელებს (ნახ. 240). პორფირულ ქანებში გვხვდება კორდიერებული პირამიდალური კრისტალების სახით; კრისტალებს აქვთ ექვსკუთხოვანი და რომბისებრი ვანივი კვეთები, სადაც წახნაგებს შორის კუთხე დაახლოვებით 100° უდრის (ნახ. 241).



ნახ. 240.
გრანიტში ქანემორფული კვარცი.

ნახ. 241.
იდიომორფული კვარცი

კლასტურ ქანებში—ქვიშაქვებსა და კონგლომერატებში გვხვდება ნომრგვალეხული ან დაკუთხული მარცვლების (ნახ. 242). ხოლო კრისტალურ ფიქლებში და კონტაქტურ ქანებში იზომეტრული მარცვლების სახით. ზოგჯერ კვარცი ორთოკლაზთან ჰქმნის მკიდრო შენაზარდებს, ანასთან კვარცისაგან ან ორთოკლაზისაგან შემდგარი უბნები მთლიანი კრისტალის მსგავსად ერთდროულად ქრებიან. ასეთ შენაზარდებს მიკროპეგმატიტურს უწოდებენ (ნახ. 243).

ფერი — უფეროა, მაგრამ როცა მრავალ ჩანართს შეიკავს ანარეკლ სინათლეში შეიძლება შეფერილი ან ღრუბლისებრი გვეჩუოს.

გარდატეხის ინდექსები $n = 1,533$, $n_0 = 1,544$.

რადგან ჩვეულებრივი სხივის გარდატეხა ყველა მიმართულებით ერთნაირი რჩება, ამიტომ მისი ინდექსი ყველა კვეთებში მუდმივ სიდიდეს წარმოადგენს ($n = 1,544 = \text{Const.}$) და შეიძლება ზუსტი შედარებისათვის იქნეს გამოყენებული.



ნახ. 242. კვარცის ნაგორები მარცვლები ქვიშაქვებში..



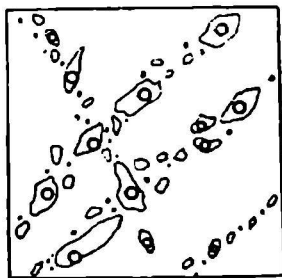
ნახ. 243. მიკროფენი ზი.

რელიეფი და ზედაპირის ხასიათი. იმის გამო, რომ კვარცის გარდატეხის ინდექსი ძალიან ახლოა კანადის ბალზამის გარდატეხის ინდექსთან ($1,540$), კვარცის მარცვლების რელიეფი სუსტია და ნაი ზედაპირი გლუვი გვეჩვენება.

ტკეჩეალობა არ აქვს, რაც მნიშვნელოვანი ნიშანია მისი განსაზღვრისათვის. კვარცი იმსხვრევა უსწორო მარცვლებად.

ჩანართები. კვარცისათვის განსაკუთრებით დამახასიათებელია სითხეების ჩანართები; სითხე შეიძლება იყოს წყალი, ნახშირორჟანგი (CO_2), ზოგჯერ ერთი და მეორე ერთად; ხშირად მათთან ახლავთ გაზის ბუშტულები (ნახ. 244); ამავე სიკარჩევებში ზოგჯერ NaCl -ის ჰექსაედრებიც გვხვდება.

სხვა ჩანართებიდან ვხვდებით: რუტილის, ტურმალინის და ეპიდოტის ნემსებს, ტრემოლიტის და აქტინოლიტის ბოჭკოებს. ტრემოლიტის ბოჭკოების კანონზომიერი ორიენტაციის დროს თავისებური ოპალესენცია წარმოიქმნება. კვარცის ასეთ სახესხვაობას „კატის თვალი“ ეწოდება.

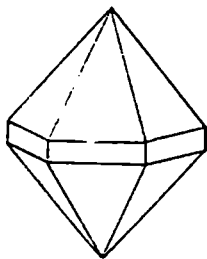


ნახ. 244. თხევადი ჩანართები კვარცში.

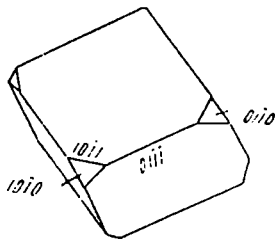
შენჩნეულია ქლორიტისა და სხვა ფირფიტისებრი მინერალების ჩანართები; აღსანიშნავია, რომ უფრო კვარცში, რადიოაქტიურ მინერალთა ჩანართების ირგვლივ, β —გამოსხივების გავლენით წარმოიქმნება კვამლოვანი ორეოლები. თიქრობენ აგრეთვე, რომ კვამლოვანი კვარცის ფერი გამოწვეულია შემცველი ქანების რადიოაქტიურობით.

პოლიმორფიზმი. კვარცი გახურებისას განიცდის შექცევად გარდაქმნას მაღალტემპერატურულ β კვარცად, რომელსაც უფრო მაღალი სიმეტრია აქვს; ინვერსიის ანუ გაოდაქმნის ტემპერატურა 575° -ია; ამ დროს მოცულობა $2\frac{1}{2}\%$ ით იზრდება.

კვარცი, რომელიც 575° -ზე მაღალ ტემპერატურაზე წარმოიშვა და გაცივებისას დაბალ ტემპერატურულ α —კვარცად გარდაიქმნა, მოცულობის



ნახ. 245. β კვარცის კრისტალები.



2-6. β კვარცის კრისტალები.

870° -ის დროს. იგი ცილაში. ტრიდიმიტის

გადაღის ტრიდიმიტში — SiO_2 -ის რომბულ მოდიფიკაციას იღებენ 7-ია. კუთრი წონა 2,27 (კვარცის კუთრი წონა 2,65-ია). იხსნება ადუღებულ სოდაში (Na_2CO_3).

1470°-ზე ტრიდიმიტი გადაღის SiO_2 -ის სწორი სინგონიის მოდიფიკაციაში ქრისტობალიტში, რომლის სიმაგრე 6—7, კუთრი წონა 2,35. ღვება 1710° -ზე. კვარცის ტრიდიმიტში და შემდეგ ქრისტობალიტში გადასვლა ძლიერ ნელა და განსაკუთრებულ ხელშეწყობ პირობებში მიმდინარეობს.

ოპტიკური ორიენტაცია: ვერტიკალურ ღერძს თანხედება გარდატეხის. მკირე ინდექსი (ნახ. 247).

დაპოლარებული სინათლე.

პლეოქროიზმი: კვარცი უფრო მინერალია, ამიტომ 90° -ზე ბრუნვის დროს მისი ფერი არ იცვლება; პლეოქროიზმი არ აქვს.

ნიკოლები ჯვარედინია.

ინტერფერენციული ფერები—პირველი რი-

გის შუა ნაწილის ღია ნაცრისფერი, თეთრი და ყვითელი.

ორმაგი გარდატეხა. სუსტი $\varepsilon = \omega = 0,009$ -ს.

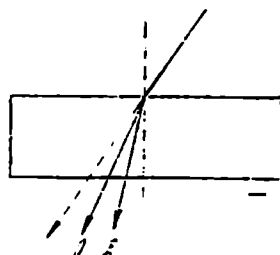
ნახ. 247 კვარცის ოპტიკური ორიენტაცია.

ჩაქრობა. რადგან კვარცი ოპტიკურად ერთ ღერძიანი წესი ბაზალური კვეთები ნიკროსკოპის მაგნიტის სრული ბრუნვის დროს ბნელი რჩება. სხვა კვეთებში ტყეჩადობის ბზარებისა და კრისტალოგრაფული ინტენსივობის უქონლობის გამო, ჩაქრობა დამახასიათებელი არაა.

კონუსური სინათლე: ბაზალური კვითები გვიჩვენებენ შუა ჯვარს ურგოლოდ.

ოპტიკური ხასიათი. კვარცი ოპტიკურად დადებითი მინერალია, რადგანაც არაჩვეულებრივი სხივის გარდატეხა ნასში ცელრა ჩვეულებრივი სხივის გარდატეხაზე ($n_o > n_e$). მისი არაჩვეულებრივი სხივი თითქოს პერპენდიკულარისაჲნ მიიზიდება (ნახ. 248).

შეცვლა. კვარცი ქიმიურად მეტად ნდგრად მინერალს წარმოადგენს, ამიტომ შლიფებში მისი მარცვლები მუდამ საღი არიან და გამოფიტვის არაუიფთარ კვალს არ აძლავნებენ.



ნახ. 248. კვარცის დადებითი ოპტიკური ხასიათი.

§ 80. კვარცის დიაგნოსტიკა

კვარცი ნეფელინისაგან განსხვავდება ჰექსაგონალური მოხაზულობის სრული უქონლობით, უფრო ძლიერი ორმაგი გარდატეხით, ნარცვლების სისალით და ოპტიკურად დადებითი ხასიათით.

სანიდინისაგან — კონუსურ სინათლეში კვლევის გზით; სანიდინი ოპტიკურად ორღერძიანია და კვეთები, რომლებიც ერთღერძიანად ვეჩვენებო ოპტიკურად უარყოფითია.

ტოპაზისაგან კვარცი განსხვავდება იმით, რომ ტოპაზს უფრო მაღალი რელიეფი და ხორკლიანი ზედაპირი აქვს, ახასიათებს აგრეთვე ტყეჩადობა და ოპტიკურად ორღერძიანია.

კორდიერიტისაგან — კორდიერიტი შლიფში კვარცისაგან განსხვავდება იმით, რომ ჩანათების არსებობით, ცირკონის ჩანართების ირგვლივ პლეოქროული ორეოლებით, თავისებური გამოფიტვის პროდუქტებით და მრჩობლიური აღნაგობით.

შენიშვნა — კვარცი ძალიან გავრცელებული მინერალია ქვიშაქვების ფორმაციაში, იგი ყველა „შეავე“ მაგმური ქანების გრანიტების, აპლიტზღი, რიოლიტების კვარც-პორფირების კვარციან-დიორიტებისა და დაციტების მთავარი ქანმშენი ინკოალია.

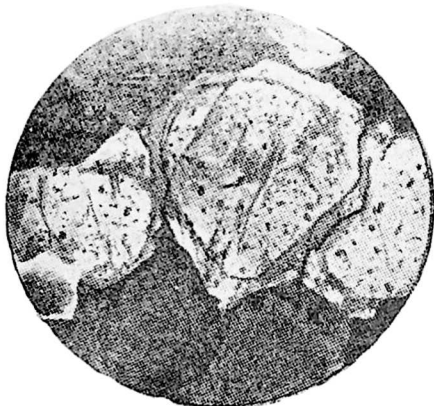
კვარცი ძალიან მსხვერველი მინერალია და ამიტომ წარბოდგენს კარგ



ნახ. 249. კვარცის ტალღებრივი ჩაქრობა.

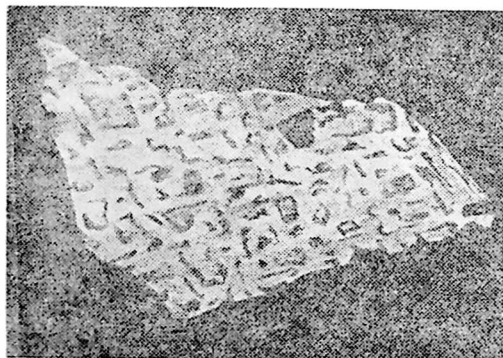
მაჩვენებელს (ინკვატორს) იმ დინამიური ნოქმედებისა, რომელიც ქანებს გა-
წუკლიათ.

იგი მექანიკურ დეფორმაციას ამჟღავნებს ტალღისებრი ჩაქრობის სახით
(ნახ. 249) და მარცვლების მსხვრევაში.

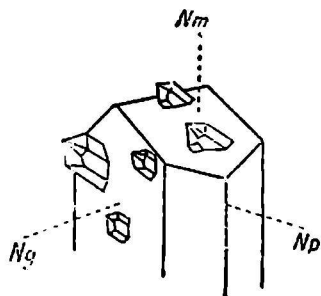


ნახ. 250. კვარცის მარცვლების დახრდა.

„კატაკლასტური“, დაფორმირებული კვარცი შეიძლება ოპტიკურად ორღერძიანი იყოს. კლასტურ ქანებში (ქვიშა-
ქვებში და ა. შ.) კვარცის „მეორადი დანაზარდები“ დაღეჭილი მისივე ნატე-
სების ირგვლივ ხასიათდებიან განსაზღვრული კრისტალოგრაფული ორიენტირებით. მათი ოპტიკური ღერძები თანხვდებიან და კვარცის დაზრდილი ნაწილები ძირითად კრისტალთან ერთდროულად ქრებიან (ნახ. 250). „წეოილ გრანიტებში“ კვარცის ჩონჩხისებოი კონსტალები განლაგებულია ორთოკლასის ან მიკროკლინის დიდ კრისტალებში პარალელური ჩანაზარდების სახით (ნახ. 251 და 252).



ნახ 251 კვამატიტი



ნახ. 252. კვარცის შეზრდა ორთოკლასთან.

21. კალციტი ჰექსაგონალური, ერთღერძიანი, ანიზოტროპული.

შედგენილობა CaCO_3 , კალციუმის ნაწილი შეიძლება ჩანაცლებული იქნას Mg, Fe და Mn-ის მცირე რაოდენობით.

ოპტიკური ორიენტირება. გარდატეხის დიდი ინდექსი ვერტიკალური ღერძის მიხედვნილია (ნახ. 253).

ჩვეულებრივი სახე შლიფში: მარცვლები და აგრეგატები ზოგიერთ

კირქვებში ოლოითური ფორმისაა. ცენტრალური ალპების გრანიტებში კალციტის კრისტალები შეზრდილია კვარცთან.

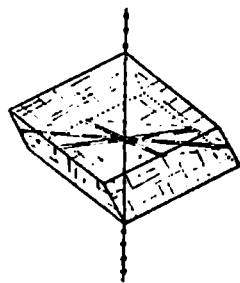
მ რ ჩ ო ბ ლ ე ბ ი. პოლისინთეტური მრჩობლები, უარყოფითი რომბოედრის (1012) მიმართ შეზრდილი ჩვეულებრივად გვხვდება კრისტალურ კირქვებში. ჯვარედინ ნიკოლებში მელაენდება მთელი რიგი მუქი და ბაცი ზოლების სახით. რომლებიც ან ერთზანეთს კვეთენ, ან ერთმანეთის სწვრივი არიან და თითქმის ეპარალელებიან ტყეჩადობის რომბების გრძელ დიაგონალს (ნახ. 254).

ტ ვ ე ჩ ვ ა დ ო ბ ა — სრული ძირითადი რომბოედრის (1011) გასწვრივ და შლიფში ჩანს მრავალრიცხოვანი მკვეთრად განოხატული ბზარების სახით. რომელთა ურთიერთ გადაყვების კუთხეები დაპოკიდებულია კვეთზე (ნახ. 255)

ფერი — უფერო, მაგრამ ორგანული პიგმენტების შექცევლობისას ნაცრისფერიდან მუქამდე.

გარდატეხის ინდექსები $\mu = 1,659$; $\epsilon = 1,487$:

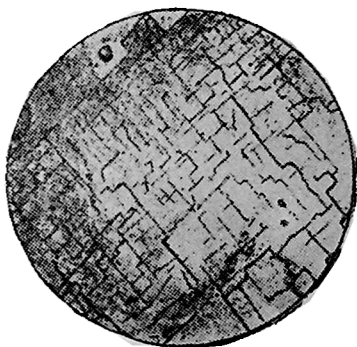
გარდატეხის ორი მაჩვენებლის მკვეთრ განსხვავებასთან დაკავშირებით, კალციტის მარცვლები დაპოლარებულ სინათლეში პიკოოსკოპის მაგიდია 90°-ით შემობუნების დროს რელიეფს შესამჩნევად იცვლიან; ით პოლარიზატორიდან გამოსული ოხევეები კალციტის კრისტალის ვერტიკალური ლერძის პარალელურად გადიან, მაშინ ისინი გარდაიქმნებიან კალციტის არაჩვეულებრივ სხივად. რომლის გარდატეხის მაჩვენებელი $\epsilon = 1,487$, ე. ი. კანადის ბალზამის გარდატეხის მაჩვენებელზე (1,540)



ნახ. 254. კალციტის ოპტიკური თვისებების ანაზორია.



ნახ. 154. კალციტის მრჩობლები.



ნახ. 255. კალციტის ტყეჩადობა.

დაბალია. ან შემთხვევაში კალციტის მარცვლების რელიეფი დაბალია და მათი ზედაპირი გლუვი გვეჩვენება. მიკროსკოპის მაგიდის 90°-ით შემობუნების დროს ჩვენ ვაიძულებთ პოლარიზატორის სინათლის რხევებს გაიარონ კალციტის Z ლერძის მართობულად; მოცემული მიმართულება არის

ჩვეულებრივი სხივის რხევის მიმართულება; ამ შემთხვევაში კალციტიდან სინათლე გამოდის ჩვეულებრივი სხივის სახით, ნისი გარდატეხის მაჩვენებელი $\omega = 1,658$, ე. ი. კანადის ბალზამის გარდატეხის მაჩვენებელზე გაცილებით მაღალია, ამიტომ რელიეფი სწრაფად მკაფიო და მკვეთრი ხდება და კალციტის მარცვლის ზედაპირი ხორკლიანი მოჩანს (ნახ. 256). კალციტის მარცვლების ეს შესამჩნევი გარეგნული ცვლილებები კარგ დიაგნოსტიკურ ნიშნად ითვლება.

ნიკოლები ჯვარდინია.

ორმაგი გარდატეხა მეტად ძლიერი, გარდატეხის ორ ინდექსს შორის სხვაობა აღწევს $0,172$ -ს; $\omega - \varepsilon = 0,172$ -ს.

ინტერფერენციული ფერები.

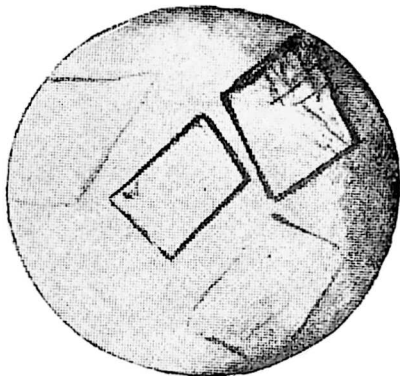
მკრთალი, ირიბირებული ფერები მეოთხე რიგისაა, უახლოვდება თეთრს.

ჩაქრობა: კალციტი ოპტიკურად ერთღერძიან შინერალს წარმოადგენს და ამიტომ ნიკროსკოპის მაგიდის ბრუნვის დროს მისი ბაზალური კვეთები ბნელი რჩება. ტაქჩვადობის ბზარების ნიშნით ჩაქრობის კუთხეები კვეთის მიხედვით იცვლება: $\%$ ღერძის სწვრივ კვეთებს სწორი ჩაქრობა აქვთ.

კონუსური სინათლე. ძალიან თხელი ბაზალური კვეთებიც გვიჩვენებენ ნათელ ინტერფერენციულ ფიგურას ჯვრისა და კონცენტრული ოვოლების სახით (ნახ. 257).



ნახ. 257. კალციტის ფიგურა კონუსურ სინათლეში.



ნახ. 256. კალციტის რელიეფის ცვლილება.

ოპტიკური ხასიათი: კალციტი ოპტიკურად უარყოფითი ნინერალია; ჩვეულებრივი სხივი უფრო ძლიერ გარდატეხება ვიდრე არაჩვეულებრივი. არაჩვეულებრივი სხივი წარმოიბადნა თითქმის განიხილება (ნახ. 258); ამიტომეა, რომ მას ოპტიკურად უარყოფითს უწოდებენ.

დიაგნოსტიკა. კალციტი სხვა კარბონატებისაგან განსხვავდება განხვევებულ ციფ მთაყვეთ ადვილი ხსნადობით; ცდა შეიძლება წაოპოგზულ იე-

ნას შლიფზე, საუარო მინის წინასწარი აკლის ნებადგ.

ტიტანიტისაგან განსხვავდება მრჩობლური აღნგობით და გარდატეხის უფრო დაბალი მაჩვენებლით.

შენიშვნა: კალციტი ძლიერ გავრცელებული ნინერალია. ჩვეულებრივი კირქვები შედგებიან კალციტის კონსტალური მარცვლების ზედაპირ აგრეგატებისაგან; კალციტი ხშირად წარმოადგენს ნეორად პოოდუქტს და ბევრ

ფოა და ზედაპირი გლუვი აქვს. იმის გამო, რომ ნეფელინის გარდატეხის ინდექსი უახლოვდება კანადის ბალზამის გარდატეხის ინდექსს (1, 540), ნეფელინის მარცვლები არ არიან მკვეთრად შემოფარგლულნი, ხოლო მათი ზედაპირი გლუვი გვეჩვენება.

ტკეჩევა დობა—არასრული, პრიზმის (1010) და ბაზისის (0001) სწვრივად; უფრო ნათლად ემჩნევა ელვოლითს, ვიდრე ნეფელინს.

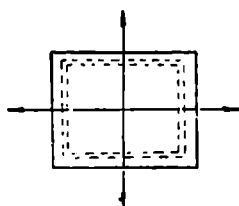
ჩანართები—ეგირინის (ნატრიუმთან პიროქსენის $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{O}_{12}$) მიკროსკოპიული ნემსები და აგრეთვე ზონალურად განლაგებული სითხეები და გაზები.

ნიკოლები ჯვარედინია:

ორმაგი გარდატეხა—ძლიერ სუსტი ა— $\varepsilon = 0,004$, ისე როგორც აპატიტს.

ინტერფერენციული ფერები—პირველი რიგის პირველი ნახევრის დაბალი ფერები მუქი ნაცრისფერი, ნაცრისფერი, მონაცრისფრო თეთრი.

ჩაქრობა: სწორკუთხევიან კრისტალებში ჩაქრობა მათი მოხაზულობის სწვრივია, ხოლო უსწორო კრისტალურ მარცვლებში, სადაც ტკეჩევალობის ბზარები ჩანს—ტკეჩევალობის ბზარების სწვრივი; გაეიხსენოთ, რომ ნეფელინს ტკეჩევალობა აქვს პრიზმის (1010) და ბაზისის (0001) გასწვრივ (ნახ. 261). რადგან ნეფელინი ერთღერძიანი მინერალია, ამიტომ მისი ბაზალური კვეთები მიკროსკოპის მაგიდის ბრუნვის დროს ბნელი რჩება.



ნახ. 261. ნეფელინის სწორი ჩაქრობა.

ოპტიკური ხასიათი.— უარყოფითი. ნეფელინ.

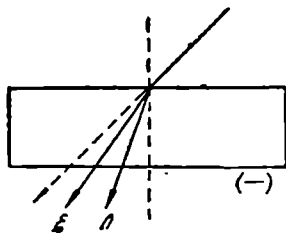
ში სინათლის გავლის დროს არაჩვეულებრივი სხივი მართობიდან განიზიდება (ნახ. 262).

შეცვლა—ნეფელინი ჰიდრატაციას განიცდის და ადვილად გადადის ცეილითებში, ნატროლითებში— $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10} \cdot \text{H}_2\text{O}$, ანალციმში— $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{12} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ და კანკრინიტში—



კანკრინიტი საკმაოდ მაღალ ორმაგ გარდატეხას იჩენს ა— $\varepsilon = 0,024$ და ჯვარედინ ნიკოლებში გვაძლევს მაღალ ინტერფერენციულ ფერებს.

დიავნოსტიკა—მიკროსკოპში ნეფელინი ორთოკლასს გაეს. რომლიც საგანაც განირჩევა ტყულების არ არსებობით, სწორი ჩაქრობით. ბაზალურ კვეთებში იზოტროპულობით და მჟავებში ხსნადობით. აპატიტისაგან კი, რომელიც აგრეთვე დაბალ ინტერფერენციულ ფერებს იძლევა, იგი განირჩევა თავისი დაბალი რელიეფით და გლუვი ზედაპირით. კვარცისაგან—მჟავებში ადვილი ხსნადობით, ოპტიკური ნიშნით; გარდა ამისა კვარცი ქიმიურად მდგრადია და შეიცვლის პროდუქტებს არ იძლევა.

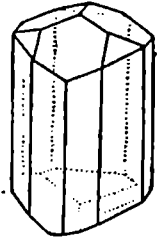


ნახ. 262. ნეფელინის უარყოფითი ოპტიკური ხასიათი.

თავისი სახელწოდება ნეფელინმა ბერძნული სიტყვა „ნეფელე“-დან მიიღო, რაც ღრუბელს ნიშნავს. შეჯვებში ადვილად ხსნადობა კოლოიდური კაემიწის გამოყოფით იწვევს ნეფელინის გამჭვირვალე კრისტალების ღრუბლებსებრ ამღვრევას; გარგნულად ნეფელინის მარცვლები კვარცს გაეს და კვარცის მსგავსად შას ცხიმოვანი ელვარება აქვს.

§ 83. ტურმალინი ჰექსაგონალური, ერთღერძიანი, ანიზოტროპული. შედგენილობა — $(\text{Na}, \text{Ca}) (\text{Al}, \text{Fe}, \text{Al})_6 [\text{B}_2 (\text{Al}, \text{Fe})_2 \text{Si}_6 (\text{O}, \text{OH})_{20}]$.

კრისტალები ჰემიმორფიზმით, ე. ი. ზედა და ქვედა ზოლოების სხვადასხვა შემოფარგლვით ხასიათდებიან (ნახ. 263), განივი კვეთები ხშირად ცხრაკუთხედიანია. ოპტიკური ორიენტირება. ვერტიკალურ ღერძს თანხვდება გარდატეხის მცირე ინდექსი (ნახ. 264).

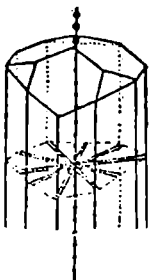


ნახ. 263. ტურმალინის ჰემიმორფული კრისტალი.

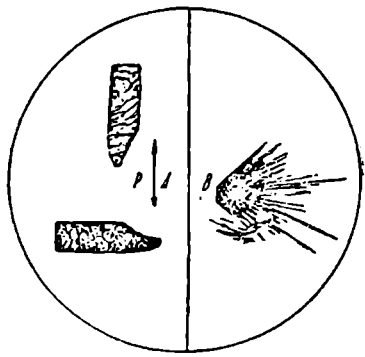
ჩვეულებრივი სახე შლიფში: წაგრძელებული ინდივიდები, ხშირად გვხვდებიან რადიალური კონების (ნახ. 265 B) ან პრიზმული კრისტალების სახით (ნახ. 265 A); ბაზალური კვეთები ცხრაკუთხედიანია (ნახ. 266).

ფერი—სხვადასხვა მონაცრისფრო-ლურჯი, რუხი, მწვანე; ლითიუმის შემცველი ტურმალინები—უფეროა; ზონალური სტრუქტურა მკლავნდება ცალკეული ზონების შეფერვის სხვადასხვაობაში.

გარდატეხის ინდექსები: რკინის შემცველობის მიხედვით მერყეობს $\omega = 1,640$ -დან $1,685$ -მდე; $\epsilon = 1,620$ -დან $1,651$ -მდე.



ნახ. 664. ტურმალინის ოპტიკური თვისებების ანიზოტროპია.



ნახ. 265. ტურმალინის რადიალურ-სხივოსნური კონა.

რელიეფი. კანადის ბალზამის გარდატეხის ინდექსთან (1,540) შედარებით ტურმალინის გარდატეხის ინდექსების მნიშვნელოვანი სიდიდის გამო, რელიეფი მკვეთრია და მარცვლების ზედაპირი ხორკლიანი გვეჩვენება.

ტკეჩვადობა. თხელ კვეთებში არაა შესამჩნევი, ჩანს უსწორო ნაპარალები, რომლებიც მარცვლების დაახლოებით წაგრძელების მართობნი არიან (ნახ. 267).

დაპოლარებული სინათლე. პლეოქროიზმი—მკვეთრია ტურმალინის ღიად შეფერილ სახესხვაობაშიც

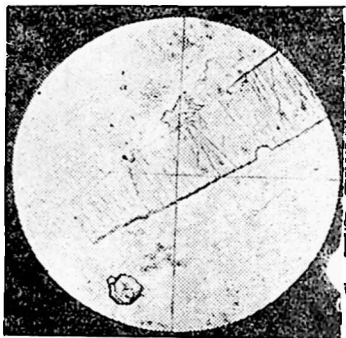
ქი მატულობს შეფერვის ინტენსივობასთან ერთად. სანათლის უფრო მეტი შთანთქმა ხდება მაშინ, როცა პოლარიზატორის რხევას თანხედება პრიზმული კრისტალების მოკლე ღერძი (ნახ. 268). ტურმალინებში ჩანართების ირგვლივ ჩახს ინტენსიური შეფერვის ორეოლები.

ნიკოლეები ჯვარედინია.

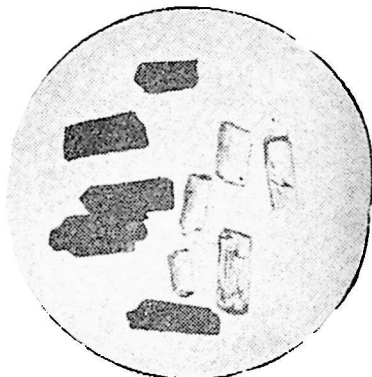
ორმაგი გარდატეხა - ძლიერი: გარდატეხის ინდექსებს შორის სხვაობა 0,034-ს აღწევს $\alpha - \varepsilon = 0,017$ -დან 0,034-მდე.



ნახ. 266. ტურმალინის ბაზალური კვთი.



ნახ. 267. ტურმალინის შლიფი.

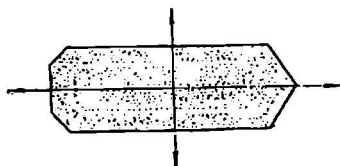


ნახ. 268. ტურმალინის პლექროიზმი.

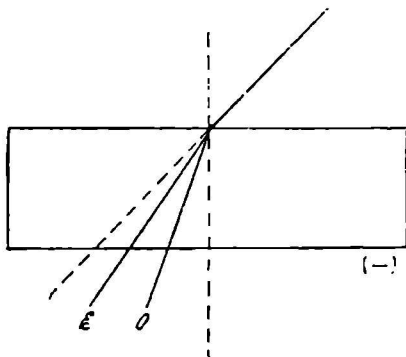
ინტერფერენციული ფერები--პირველი რიგის ბოლო და მეორე რიგის კაშკაშა ფერები--ნარინჯისფერი, წითელი, იისფერი, ლურჯი და წვანე.

ჩაქრობა. ტურმალინი ოპტიკურად ერთღერძიანია და ამიტომ ბაზალური კვეთები მიკროსკოპის მაგიდის სრული ბრუნვის დროს რჩებიან ბნელი; ყველა სხვა კვეთებში ჩაქრობა ვერტიკალური ღერძის წაგრძელების სწვრივია (ნახ. 269).

ობტიკური ხასიათი; ტურმალინი ოპტიკურად უარყოფით მინერალად ითვლება. მასში ჩვეულებრივი სხივის



ნახ. 269. ტურმალინის სწორი ჩაქრობა.



ნახ. 270. ტურმალინის უარყოფითი ოპტიკური ხასიათი.

ინდექსი არაჩვეულებრივი სხივის ინდექსზე მეტია $\alpha > \varepsilon$.

ტურმალინში სინათლის გასვლის დროს ჩვეულებრივი სხივი თითქოს პერპენდიკულარიდან განიზიდება (ნახ. 270), ამიტომ ტურმალინს ოპტიკურად უარყოფითს უწოდებენ.

შეცვლა: ტურმალინი კიმიურად მდგრად მინერალს წარმოადგენს და ზრანტიული ქანების გამოფიტვისას სხვა მდგრად მინერალებთან ერთად ქვიშრობებში გროვდება. მაღალი კუთრი წონის გაჟო (3 და ცოტა მეტი) ის შედის კლასტური ქანების მძიმე ფრაქციაში. ტურმალინის მაღალი სიმეგრე 7—7,5-მის გაცვეთას ეწინააღმდეგება.

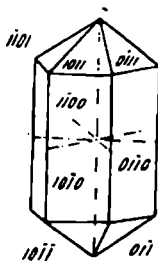
ლიავნოსტიკა რქატყუარისაგან განსხვავდება ტყეჩადობის უქონლობით და იმით, რომ სინათლის შთანთქმის მაქსიმალური მიმართულება ვერტიკალურ ღერძთან სწორ კუთხეს ქმნის, მაშინ როცა რქატყუარაში სინათლის შთანთქმის მაქსიმუმი დაახლოვებით 1/2 ღერძის სწვრივია.

§ 84. აპატიტი ჰექსაგონალური, ანიზოტროპული, ერთღერძიანი.

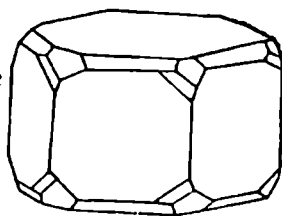
შედგენილობა: $Ca_2(F, Cl)(PO_4)_2$; ჩვეულებრივი აპატიტი მეტწილად ფლუორაპატიტს წარმოადგენს, ქლორის ძალიან მცირე შემცველობით.

საერთო დაზახათება. აპატიტის კრისტალები მოკლე და გრძელ პრიზმულია, რომლებიც ბოლოვდებიან ბაზისით ან პირამიდით (ნახ. 271 და 272). ტყეჩვადობა ბაზისის მიმართ სუსტი.

სიმეგრე—5, კუთრი წონა—3,16—3,22; საღნობი მილით ძნელად ღნება; იხსნება აზოტის და მარილის მკავებში.



ნახ. 271.



ნახ. 272.

აპატიტის კრისტალები.

აპატიტი წარმოადგენს როგორც ინტრუზიული, ისე ეულკანური მაგმური ქანების ტიპიურ „აქცესორულ“ მინერალს.

აქცესორულ მინერალებად იწოდებიან მინერალები, რომლებიც მცირე რაოდენობით (ჩვეულებრივ 1%-ზე ნაკლები) შედიან ქანების შედგენილობაში მთავარი მინერალებისაგან განსხვავებით, რომლებიც განსაზღვრავენ ქანების მინერალურ შედგენილობას. აქცესორულ მინერალებს ეკუთვნიან აპატიტი, ცირკონი, მაგნეტიტი, ილმენიტი ზოგჯერ პირიტი, პიროტანი და სხვ.

ჩვეულებრივი სახე შლიფში დამახასიათებელია პატარა, წვრილი ჰექსაგონალური პრიზმები; რომელთა განივ კვეთებს წესიერი ექვსკუთხედის ფორმა აქვთ (ნახ. 273).

ფერი. ჩვეულებრივ უფერო, იშვიათად მოლურჯო ან ოდნავ რუხი (მხედველობაშია მხოლოდ მაგმური ქანების აპატიტები).

გარდატეხის ინდექსები— $\omega=1,646$; $\epsilon=1,642$, ე. ი. სინათლის გარდატეხა საკმაოდ ძლიერია და შესაჩვენად უფრო მაღალი, ვიდრე კანადის ბალზამს აქვს (1,540).

რელიეფი და ზედაპირის ხასიათი. აპატიტში სხივის გარდატეხის ორივე ნაჩვენებელი უფრო მაღალია, ვიდრე კანადის ბალზამის. ამიტომ მისი რელიეფი მკვეთრია და ზედაპირი ხორკლიანი გვეჩვენება. ქანების შეადგენელ უფრო მინერალთა (მინდვრის შპატლის, კვარცის) ფონზე აპატიტი გამოიყოფა თავისი რელიეფით.



ნახ. 274. აპატიტის განწევრება.

განწევრება. აპატიტის გრძელ სვეტებს ჩვეულებრივ ახასიათებთ იშვიათი გარდინგარდმო ნაპრალები, რომლებიც მიწართ ზოგჯერ კრისტალის ნაწილის გადაადგილებას ვამჩნევთ (ნახ. 274).

ჩანართები. ზოგჯერ შემჩნეულია გაზის ბუშტების და სითხის ჩანართები; ზოგიერთი აპატიტები შეიცავენ ზონალურად განლაგებულ მუქ ჩანართებს (ნახ. 275).



ნახ. 275. ჩანართები აპატიტში.

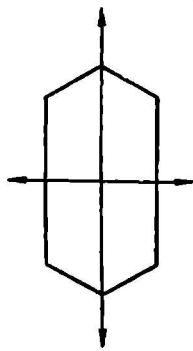
დაპოლარებული სინათლე:

პლექროიზმი—არ მტკიცდება უფრო კრისტალებში. შეფერილი პატიტები კი შთანთქავენ სინათლეს, როცა პოლარიზატორიდან გამოსული სხივი ირხევა კრისტალის ვერტიკალური ღერძის გასწვრივ.

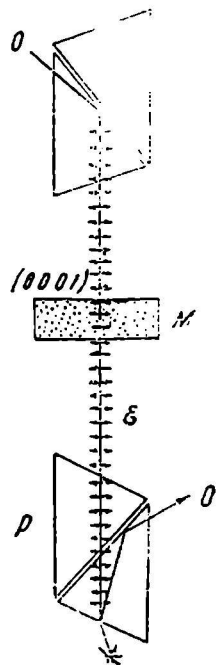
ნიკოლები ჯვარედინია:

ორმაგ ინდექსს მორის სხვაობა შეადგენს მხოლოდ 0,004 ა—ε=0,004.

ინტერფერენციული ფერები—ცაბალი, პირველი რიგის დასაწყისი, ჩვეულებრივ მოცისფრო-ნაცრისფერი. ჩაქრობა—წაგრძელებულ კვეთებში ვერტიკალური ღერძის სწვრივია, ე. ი. სწორი (ნახ. 276). მიკროსკოპის მაგიჯის ბრუნვის დროს ბაზალური ექვსკუთხედი კვეთები რჩებიან ბნელი; სინათლე ბაზალურ კვეთებში გასვლის დროს ორმაგ გარდატეხას არ განიცდის და ანალიზატორში შევლისას კანადის ბალზამის შრისაგან აირეკლება (ნახ. 277). სინათლე არ აღწევს დამკვირვებლის თვალს და ამიტომ ჯვარედინ ნიკოლებში განხილული აპატიტის ბაზალური კვეთები ბნელი გვეჩვენება.



ნახ. 276. აპატიტის სწორი ჩაქრობა.



ნახ. 277. ჯვარედინ ნიკოლების დროს აპატიტის ბაზალური კვეთი.

კონუსური სინათლე—დიდი ზომის ბაზალური კვეთები გვიჩვენებენ შავ ჯვარს რგოლების გარეშე (ნახ. 278).

მატიკური ხასიათი — აპატიტი ოპტიკურად უარყოფითი მინერალია. ჩვეულებრივი სხივი უფრო ძლიერად განიზიდება საწყისი მიმართულებიდან, ვიდრე არაჩვეულებრივი. ამიტომ არაჩვეულებრივი სხივი პერპენდიკულარიდან უფრო შორს იმყოფება, თითქმის მისგან განიზიდება (ნახ. 279), რის გამო აპატიტს უწოდებენ ოპტიკურად განმზიდვეს ან სხვანაირად ოპტიკურად უარყოფითს.

შეცვლა. ჩვეულებრივად აპატიტი სრულიად საღი ოჩება, მაინც კი. ოოდნაყ ცისი მგზობელი მინერალები მთლიანად დაშლილი არიან. ეს ფაქტი საქმად უცნაურია, რადგან აპატიტი მყაეებში ადვილად იხსნება.

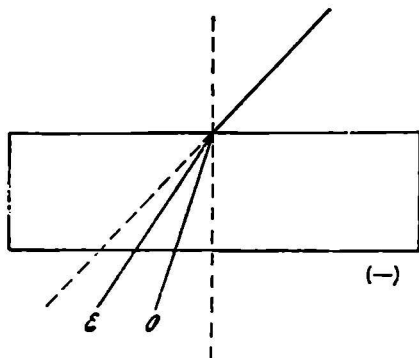
§ 85. აპატიტის აპატიტი წარმოადგავრცელება და გენს მაგმური ქანების დიაგნოსტიკა ფართოდ გავრცელებულ აქცესორულ

მინერალს. აპატიტის ყველაზე დიდი ზომის კრისტალები გვხვდება სიენიტებში, გაბროში, ნეფელინიან სიენიტებში. ნორვეგიის და კანადის გამართული ქანები საწარმოო მნიშვნელობის აპატიტის ძარღვებს შეიცავენ. მეცნიერულ კირქვებში, რომლებიც შედიან კრისტალური ფიქლების თიხაში, აპატიტი რკატყუარის, ტიტანიტის $CaTiSiO_5$, ცირკონის $ZrSiO_4$, პიროქსენების, გრანატების და ვეზუვიანის ასოციაციაში წარმოქმნის დანაგროვებს. მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოები იმყოფებიან სსრკ-ს ჩრდილო-



ნახ. 278. აპატიტის ფიქტრა კონც. ოსინათლში.

დასავლეთ ნაწილში და გენეტიკურად დაკავშირებული არიან ნეფელინიან სიენიტებთან: აპატიტს შეიცავენ განსაკუთრებული აპატიტ-ნეფელინიანი ქანები, ამასთან ორივე ეს კონკრეტული სამრეწველო მნიშვნელობისაა. შემდეგ, აპატიტის კონცენტრატებს აწუშაებენ ფოსფორის შემცველ სხვადასხვა სასუქებად. ზოგიერთ დანალექ ქანში აპატიტი გვხვდება ფოსფორიტის კონკრეციების სახით და მოპოვების ობიექტს წარმოადგენს.



ნახ. 279. აპატიტის უარყოფითი ოპტიკური ხასიათი.

დიაგნოსტიკა. აპატიტი განსხვავდება:

- ა) სილიმანიტისაგან და ტრემოლიტისაგან სუსტი ორმაგი გარდატეხით.
- ბ) ნეფელინისაგან — იმით, რომ აპატიტის კრისტალები წესამწინგვად პატარა სიდიდისა და ამავე ღროს ნეფელინის კრისტალებთან შედარებით უფრო

დიდი სიგრძისა არიან; აპატიტი განსხვავდება თავისი სისალით და აგრეთვე უფრო მაღალი რელიეფით.

გ) ცირკონისაგან—უფრო დაბალი რელიეფით და სუსტი ორმაგი გარდატეხით.

დ) კორუნდისაგან—უფრო დაბალი ორმაგი გარდატეხით; აპატიტისთვის $\omega - \varepsilon = 0,004$, კორუნდისთვის $\kappa = 0,009$, ისეთივე როგორც კვარცს აქვს.

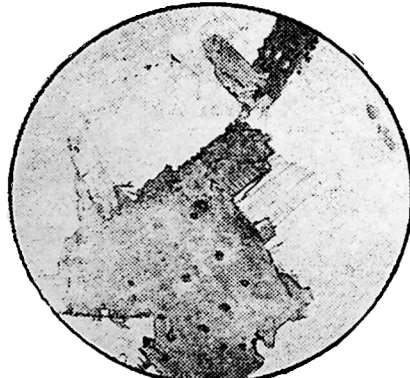
ე) ვეზუვიანისაგან და ციოზიტისაგან აპატიტი შეიძლება გავარჩიოთ ნეოლოდ ქიმიური რეაქციების მეშვეობით.

აპატიტი მიეკუთვნება კრისტალიზაციის ყველაზე უფრო ადრეულ პროდუქტს და ამიტომ ჩანარების სახით გვხვდება სხვა ქანმაშენ მინერალებში—განსაკუთრებით ხშირად ბიოტიტში. რქატყუარებსა და პიროქსენებში.

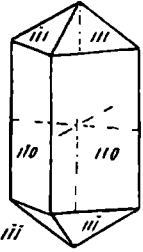
კუთრი წონის გამო (სამზე მეტი) დამსხვრეული ქანების გარეცხვისას აპატიტი ხვდება მძიმე ფრაქციაში მადნეულ მინერალებთან ერთად და შეიძლება მათგან გამოყოფილ იქნას მაგნიტის მეშვეობით; არამაგნიტურ ნაშთს ამოწმებენ ფოსფორზე სველი წესით, ამონიუმის მოლიბდატის რეაქციის საშუალებით.

§ 86. ცირკონი $ZrSiO_4$ კვადრატული. ანიზოტროპული, ერთღერძიანი.

საერთო დახასიათება. ცირკონი წარმოადგენს ინტრუზიული ქანების ფართოდ გავრცელებულ „აქცესორულ“ მინერალს, მაგრამ განსაკუთრებით დამახასიათებელია სიენიტების, გრანიტების, ნეფელიან სიენიტებისა და დიორიტებისათვის. ცირკონი მიეკუთვნება იმ მინერალთა რიცხვს, რომლებიც მაგმურ მდნარიდან პირველნი გამოკრისტალდებიან და



280. ცირკონის ჩანარები ბიოტიტში.



ნახ. 281. ცირკონის მრჩობლები

ამიტომ ჩანარების სახით გვხვდება მრავალ სხვა ქანმაშენ მინერალებში. ცირკონის წვრილი კრისტალები და მარცვლები, ჩართული ბიოტიტში, ქლორიტში, რქატყუარაში, ანდალუზიტში და კორდიერიტში შემოფარგლული არიან ზუქი ორეოლებით; რომელთა შეფერვის ინტენსივობა მიკროსკოპის მაგილია 90° -ით შემობრუნების დროს მკვეთრად იცვლება (ნახ. 280).

ცირკონის კრისტალები წარმოადგენენ პრიზმის და პირამიდის კომბინაციას (ნახ. 281); მრჩობლები შედარებით იშვიათი (101)-ის მიმართ (ნახ. 282). ცირკონი ეკუთვნის მძიმე მინერალთა რიცხვს; მისი კუთრი წონა =

=4.66—4,70; სინაგრე მალალია—7,5; მარილის მგავაში არ იხსნება, კონცენტრირებულ გოგირდმგავაში მისი წმინდა ფხვნილი თანდათანობით იხსნება.

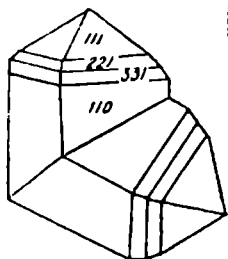
ჩვეულებრივი სახე შლიფში: პატარა, მოკლექროზმული კრისტალები და მარცვლები (ნახ. 283). ზოგჯერ გვხვდება კრისტალთა ზონალური სტრუქტურა. ფერად სილიკატებში ცირკონის ჩანართების ირგვლივ შემჩნეული პლეოქროული ორეოლები წარმოაუგენენ რადიოაქტიური გამოსხივების შედეგს.

უერი—უფრო, ღია ნაცრისფერი, უფრო იშვიათად მკრთალი რუხი.

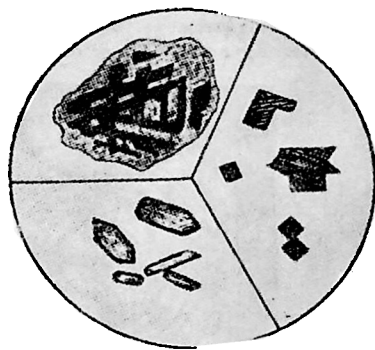
გარდატეხის ინდექსები. $\varepsilon = 1,993$; $\mu = 1,931$; სინათლის ძლიერი გარდატეხა მაღალი რელიეფის და ზორკლიანი ზედაპირის წარმოქმნას იწვევს.

ლაპოლარებული სინათლე.

პლეოქროიზმი — ემჩნევა მხოლოდ ერთ მილიმეტრზე მეტი სისქის ფირფიტებს, ამასთან სინათლის მაქსიმალური შთანთქმა არაჩვეულებრივი სხივის რხევის სწვრივია. ნორმალური სისქის შლიფებში პლეოქროიზმი თვალთ შეუმჩნეველია.



ნახ. 282.

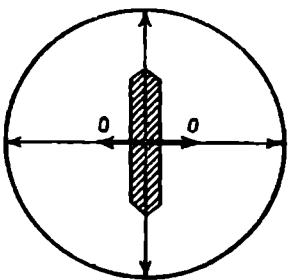
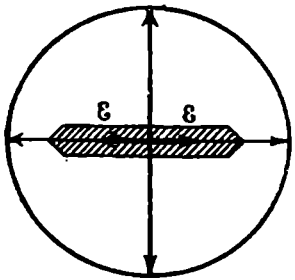


ნახ. 283. ცირკონის პატარა კრისტალები პირიტის ჰესკადრები და ილმენიტი ლეიკოქსენის გარემოცვით.

ციკონის შრხოზლები.

ნიკოლები გვარადინია.

ორმაგი გარდატეხა. მეტად ძლიერი ($\varepsilon - \mu = 0,062$). სინათლის ორ გარდატეხის ინდექს შორის (1,993 და 1,931) სხვაობა უდრის 0,062-ს.



ნახ. 284. ცირკონის სწორი ჩაქრობა.

ინტერფერენციული ფერები. სინათლის მაღალი ორმაგი გარდატეხის ძალა ცირკონს მეოთხე რიგის ინტერფერენციულ შეფერვას აძლევს, ამიტომ მის პატარა კრისტალებს ახასიათებს ცისარტყელისებურ ბრწყინავე ფერები.

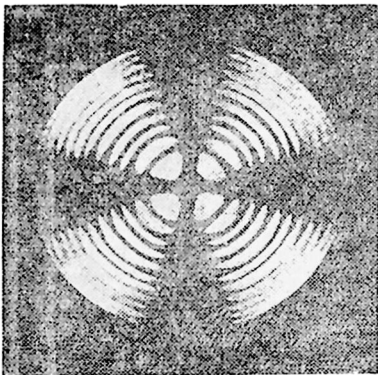
ჩაქრობა. პრიზმული კრისტალები სწორ ჩაქრობას ამჟღავნებენ, ე. ი. ქრებიან მაშინ, როდესაც ცირკონის ვერტიკალური ღერძი პოლარიზატორის

რხევის მართობულია ან თანხვედრილი (ნახ. 284). ბაზალური კვეთები ჰნელი რჩებიან მიკროსკოპის ზაგიდის ბრუნვის დროს.

კონუსური სინათლე. საკმაოდ დიდი ბაზალური კვეთები, რომლებსაც ინტერფერენციული ფიგურის მოცემა შეუძლიათ, შეეჯვართან ერთად იძლევიან რამოდენიმე რგოლს (ნახ. 285).

ოპტიკური ხახიათი. არაჩვეულებრივი სხივი უფრო ძლიერად გადაიხრება საწყისი მიმართულებიდან და თითქო მართობს უახლოვდება (ნახ. 286), ამიტომ ცირკონი ოპტიკურად დადებითი მინერალად ითვლება.

ღიაგნოსტიკა. აპატიტისაგან $Ca_2(F, Cl) PO_4$, განსხვავდება გაცილებით უფრო მაღალი რელიეფით და მაღალი ორმაგი გარდატეხით.



ნახ. 285. ცირკონის ფიგურა კონუსურ სინათლეში.

ტიტანისაგან $CaTiSiO_5$ — ერთლერძიანობით.

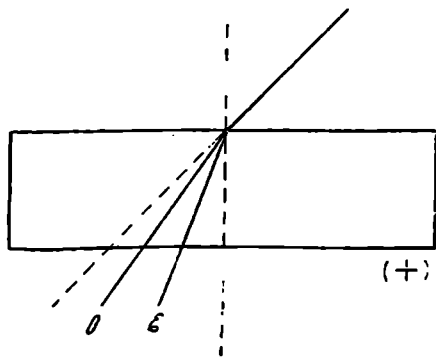
კახტერიტისაგან SnO_2 . უფრო სუსტი ორმაგი გარდატეხით და ქიმიური რეაქციებით.

რუტილისაგან TiO_2 — ქიმიური რეაქციებით.

ციკონი ადვილად შეიძლება შეგვერიოს ქსენოტიმთან $XP(O)_2$, მაგრამ ქსენოტიმს აქვს უფრო მაღალი ინტერფერენციული ფერები და შესაძინევი პლეოქროაზმი. მიუხედავად ამისა, ზუსტი განსაზღვრისათვის აუცილებელია ქიმიურ რეაქციებს მივმართოთ.

შეცვლა. ცირკონი ქიმიურად მდგრადი მინერალია, ინტროზიული ქანების დაშლისას გვხვდება ქვიშობებში და სხვა კლასტურ ქანებში. ვარეცხვისას, მნიშვნელოვან რაოდენობაში გროვდება.

საბადოები. ცირკონის სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოები გენეტიურად დაკავშირებული არიან ნეფელინიან სიენიტებთან და მათ პეგმატიტებთან. ცირკონიან სიენიტებში ცირკონი მთავარი მინერალის როლს ასრულებს და ქანის მასის რამდენიმე პროცენტს შეადგენს. იგი დამსხვრეულ ქანებიდან, თავისი მაღალი კუთრი წონის, მკვებში უხსნადობისა და მაგნიტური თვისებების უქონლობის გამო ადვილად გამოიყოფა. ცირკონის კონცენტრატები გამოიყენება ზეცეცხვამდე მასალის დასაზაადებლად, რომელიც 2000°C-ს ტემპერატურას უძლებს.



ნახ. 286. ცირკონის დადებითი ოპტიკური ხახიათი.

§ 87. აპატივის, კვარცის, ტურმალინის, ცირკონის და კალციტის ობიექტური
ოვსებების შედარება

მიწრაფის დასახელება და შედგენილობა	აპატიტი	კვარცი	ტურმალინი	ციკონი	კალციტი
კრისტალური სისტემა	ჰექსაგონალური	ჰექსაგონალური	ჰექსაგონალური	კუბური	ჰექსაგონალური
ფერი	უფერი	უფერი	მწვანე, ცისფერი, რუხი	უფერი, ღია-მონაცრისფერი რუხი	უფერი
გარდატეხის ინდექსები	α=1,646 ε=1,642	α=1,553 ω=1,544	α=1,640 ε=1,623	α=1,993 ω=1,931	α=1,658 ε=1,486
რეფრექციის ბასიათი	რეფრექცი მცდროა, ხედავითი ბორკლიანი.	რეფრექცი სუსტია. ხედავითი გლუვი.	რეფრექცი ძლიერ განსაზღვრული. ბირი ბორკლიანი.	რეფრექცი ძლიერ განსაზღვრული. ხედავითი სიკვდილიანი.	რეფრექცი ხან მკვეთრია, ხან სუსტი. ხედავითის ბასიათი ცვალებადია
ფაქტურება	 Zღერძის სწრაფია	 Zღერძის სწრაფია	 Zღერძის სწრაფია	 Zღერძის სწრაფია	 Zღერძის სწრაფია

თუ პრიზმის წახნაგები არის, ფაქტურება Z ღერძის სწრაფია. უფრო ნაკლებად რეფრექციულია სხვა ღერძებზე.

ნ ი კ ო ლ ე უ ბ ი ჯ ვ ა რ ე ლ ი ნ ი ბ ი ბ

ინტერფერენტული ფერები	პირველი რიგის დაბალი მუკი ნაცოისფერი და ნაცოისფერი ფერები	პირველი რიგის პირველი ნახევრის ნაცოისფერი, თეთრი და ღია ყვითელი ფერები	მეორე რიგის მეფითი მწვანე, ცისფერი და წითელი ფერები	მეოთხე რიგის მწვანე, ცისფერი და ვარდისფერი ფერები	მეოთხე რიგის ცისფერი და ღია ვარდისფერი ფერები
ორმაგი გარდატეხა	ძლიერ სუსტი ა-ε=0,004	სუსტი ε-η=0,003	საკმაოდ ძლიერი ა-ε=0,017	ძლიერი ε-η=0,062	შეტად ძლიერი ა-ε=0,172
ჩაქრობა	ბაზალური კვებები მიკროსკოპის მაგნის სრული (3600-ზე) მობრუნების დროს ჩამქრალი რჩებან. დანარჩენ კვებებში ჩაქრობა წაგრძელების სწრაფია, მ. ი. ჩაქრობა პირდაპირია.				
თბილური ხასიათი	უარყოფითია (-)	დადებითია (+)	უარყოფითია (-)	დადებითია (+)	უარყოფითია (-)

უფრო გასაგები რომ იყოს დადებითი და უარყოფითი კრისტალების თვისებათა შორის განსხვავება, ნახ. 221—226 მოცემულია აპატიტის, კვარცის, ნეფელინის, ტურმალინის და სხვა მინერალების გარკვეული სახე. პირობიანი ნიშნებით აღნიშნულია შვეული და თარაზული ხაზის გასწვრივ გარდატეხის ხასიათის სხვადასხვაობა. ხაზები, რომლებზედაც დასმულია წერტილები. გვიჩვენებენ, რომ ამ მიმართულებით გარდატეხის მაქსიმუმს აქვს ადგილი. ორმაგი ხაზები კი, ბნელი და ღია ნაწილების მორიგეობით. აღნიშნავენ იმ მიმართულებას, რომლითაც სინათლის გარდატეხის მინიმუმს აქვს ადგილი.

კვარცში და ცირკონში სინათლის გარდატეხის მინიმუმი შვეულ ღირკას ემთხვევა. აპატიტში, ნეფელინში, ტურმალინში და კალციტში კი, პირიქით, ამ მინიმუმს თარაზულ მიმართულებით აქვს ადგილი.

კვარცსა და ცირკონში გარდატეხის ინდექსის მაქსიმალური მნიშვნელობა თარაზულ ღერძის გასწვრივ გვაქვს. აპატიტის, ნეფელინის, ტურმალინის და კალციტისათვის კი, პირიქით, შვეული ღერძის მიმართულება ის მინიმალულებია, რომლითაც სინათლის გარდატეხა თავის მაქსიმუმს აღწევს.

§ 88. სინათლის შთან. აქამდის, როდესაც კრისტალებში სინათლის გამჭქმა კრისტალებში რცელებზე ელაპარაკობდით, ჩვენ მათ სრულიად გამკვირვალეთ ვთვლიდით, ნამდვილად კი, ყოველივე ნივთიერება ცოტად თუ ბევრად შთანთქავს მასში გასულ სინათლეს. შთანთქმული სინათლის რაოდენობის მიხედვით ნივთიერებებს გამკვირვალეს, ნახევრადგამკვირვალეს და არა გამკვირვალეს უწოდებენ.

ზუსტი ფიზიკური განმარტებით გამკვირვალე ნივთიერებებს ისეთებს უწოდებენ, რომელთათვის ნივთიერების ფენის ერთეულ სისქეში გასული სინათლის ინტენსივობის შეფარდება დაცემული სინათლის ინტენსივობასთან წარმოადგენს ნაწევარს, რომელიც ერთს უახლოვდება. არაგამკვირვალე კი ისეთი ნივთიერებებია, რომელთათვისაც ეს წესიერი ნაწევარი ნულს უახლოვდება. სხეულთა გამკვირვალობა სისქესთან ერთად იცვლება. ასე მაგალითად, თუ 1 მმ სისქის მქონე ფენში გასული სინათლის ინტენსივობა პირვანდელი ინტენსივობის ნახევარს წარმოადგენს, ახალი 1 მმ სისქის ფენი მას კიდევ ნახევრით შეამცირებს. ამრიგად, 2 მმ სისქის ფენში გასული სინათლის ინტენსივობა პირვანდელი ინტენსივობის $\frac{1}{4}$, იქნება. სინათლის 3 მმ-ან ფენში გასვლისას მისი ინტენსივობა მხოლოდ $\frac{1}{8}$ შეადგენს და ა. შ. მაშინ, როდესაც ფენის სისქე არითმეტიკული პროგრესიით იზრდება, სინათლის ინტენსივობის ხარისხი გეომეტრიული პროგრესიის წესით მცირდება.

რთული თეორი სინათლის სხვადასხვა ნაწილები ერთნაირად არ შთანთქმებიან. ამიტომ, ყველა სხეულები ფენის საკმაო სისქის დროს გამავალ სინათლეში ამა თუ იმ ფერად შეფერილი გვეჩვენებიან. ამრიგად, სინათლის შთანთქმას არჩევითი ხასიათი აქვს.

როგორც სხვა ფიზიკურ თვისებებს, სინათლის შთანთქმასაც (ანუ აბსორბციას) კრისტალური აგებულების მიხედვით სხვადასხვა ხასიათი აქვს. კუბური სინგონიის კრისტალებში სინათლის აბსორბცია ყველა მიმართულებით ერთნაირია. კვადრატულ და ჰექსაგონალურ კრისტალებში კი სინათლის შთანთქმა შემადგენელი ტალღის რხევის მიმართულებისაგან არის დამოკიდ-

ბული და არაჩვეულებრივი და ჩვეულებრივი სხივისათვის ერთნაირი არ არის. სინათლის შთანთქმის მოვლენა მათში ელიფსოიდის კანონს ემორჩილება. ზრუნვის ელიფსოიდის ზედაპირი სხვადასხვა მიმართულებით სინათლის შთანთქმის არაერთგვარობას გამოასახავს. როგორც სხვა ოპტიკურ თვისებებს, სინათლის შთანთქმასაც ერთლერძიან კრისტალებში ვექტორული ხასიათი აქვს, რომელიც ზოგჯერ ძლიერ მკვეთრად არის გამოასახული.

§ 89. პლეოქროიზმი. ტურმალინის მაგალითზე ჩვენ დავინახეთ, რომ ამ მინერალის Z ლერძის სწვრივად გამოქრილი 2 მმ-იანი სისქის ფირფიტა სავსებით შთანთქავს ჩვეულებრივ სხივს. ტურმალინში სინათლის გასვლის დროს ხდება სინათლის გაორება და ორი აღმოცენილი სხივი სხვადასხვანაირად შთანთქმება. ჩვეულებრივი სხივი, რომლის რხევა მთავარი ოპტიკური ლერძის მართობულად ხდება, გაცილებით უფრო მეტად შთანთქმება, ვიდრე არაჩვეულებრივი სხივის სინათლის რხევები, რომლებიც მთავარი ოპტიკური ლერძის სწვრივად ხდებიან. აქედან გასაგებია, რომ სინათლის შთანთქმა ან აღსორბტვა დამოკიდებულია იმისაგან, თუ რა მიმართულებით ხდება დაპოლარებული სინათლის რხევა კრისტალის შიგნით. ამიტომ, თუ რთულ თეთრ სინათლეს ვიხმართ, მინერალის შეფერვა, მისი ფერი, სხვადასხვა გვეჩვენება იმ მიმართულების მიხედვით, რომლითაც დაპოლარებული სინათლე კრისტალის შიგნით გადის. კრისტალურ ნივთიერებათა ამ თავისებულ თვისებას, სხვადასხვა მიმართულებით სინათლის სხვადასხვა რაოდენობის შთანთქმას, დიდი მნიშვნელობა აქვს ზოგიერთი ძვირფასი ქვების განსაზღვრისათვის. სინათლის სხვადასხვა მიმართულებით გასვლის დროს საფერი იონი. ლალი, აკვამარინი და ქრიზობერილი ფერს იცვლიან.

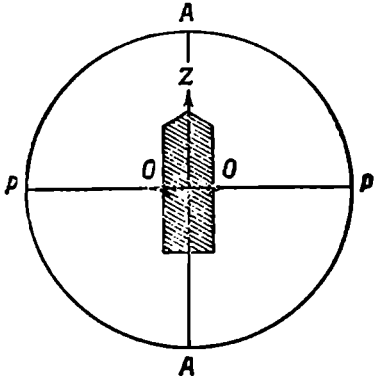
ამ თვისებას აგრეთვე დიდი მნიშვნელობა აქვს ქანების შლიფებში მიკროსკოპის საშუალებით მინერალების განსაზღვრისათვის. კუბური სისტემის კრისტალებს, რომლებიც ყველა მიმართულებით სინათლის ერთსადაიმევე რაოდენობას შთანთქავენ, ყველა მიმართულებით ერთიდაიგივე ფერი აქვთ. ორმაგი გარდატეხის მქონე კრისტალებს კი სხვადასხვა მიმართულებით სხვადასხვა ფერი აქვთ. ამ მოვლენას „პლეოქროიზმი“ (მრავალფეროვნება) ეწოდება. პირველად, 1809 წელს, პლეოქროიზმი ფრანგ მინერალოგ კორდიეს (Cordier) მიერ იყო აღწერილი მინერალი დიქროიტის ოპტიკურ თვისებების შესწავლის დროს, რომელიც შემდეგ, კორდიეს სახელის აღსანიშნავად, კორდიერიტად იქნა წოდებული. როდესაც კორდიერიტის კრისტალს სინათლეზე ერთი გარკვეული მიმართულებით ვიხილავთ, იგი მოლურჯო გვეჩვენება, სხვა მიმართულებით კი იგი მოყვითალოა. აქედან სახელწოდებაც „დიქროიტი“ — ორფეროვანი.

რომელიმე ნივთიერების მიერ სინათლის შთანთქმის რაოდენობის დამახასიათებელი სიდიდე „აბსორბციის მოდული“ ეწოდება. ელიფსოიდის კანონის თანახმად, ერთლერძიან კრისტალებს აბსორბციის ორი მთავარი მოდული უნდა ჰქონდეთ. ერთი ჩვეულებრივი ტალღებისათვის, რომელიც ყველა მიმართულებით ერთნაირი იქნება, და მეორე, რომელიც მიმართულების მიხედვით იცვლება, არაჩვეულებრივი ტალღებისათვის. შეფერილ ერთლერძიან კრისტალებს ორი მთავარი შეფერვა აქვთ, რომლებიც ორ სხივს—ჩვე-

უღებრივ და არაჩვეულებრივ სხივს შეესაბამება. ეს სხივები ოპტიკური ღერძის მართობულად ვრცელდებიან. როდესაც კრისტალის ფირფიტას ბუნებრივ სინათლეში ვიხილავთ, ჩვენ ვხედავთ ფერს, რომელიც ამ მიმართულებით გავრცელებული ორი დაპოლარებული ტალღის დამახასიათებელ მწერყვათა ჯამს წარმოადგენს. მიკროსკოპის საშუალებით, თუ წინასწარ ქვედა ნიკოლს მოვიცილებთ და შევიყვანთ ანალიზატორს, მაგიდის ბრუნვის დროს შესაძლებელია ჩავაქროთ ესა თუ ის (O ან I) დაპოლარებული ტალღა და ამრიგად განვიხილოთ შეფერვა, რომელიც ან მხოლოდ ჩვეულებრივ, ან მხოლოდ არაჩვეულებრივ ტალღას ახასიათებს.

§ 90. პლეოქროიზმის მიკროსკოპის საშუალებით პლეოქროიზმის განსაზღვრა ღერძის დროს უფრო ხშირად მეორე წესი იხმარება. ჩვეულებრივ და არაჩვეულებრივ სხივთა შესაბამის ორ მთავარ შეფერვას მინერალის ფირფიტის პოლარიზატორის ზემოთ ბრუნვის დროს აკვირდებიან.

ავიღოთ ტურმალინის თხელი (0,03 მმ) ფირფიტა და მოვათავსოთ მიკროსკოპის მაგიდაზე. ნახ. 287-ზე PP ხაზი გვიჩვენებს ქვემო ნიკოლიდან გამოსულ დაპოლარებულ სინათლის რხევის მიმართულებას. ამ სინათლის რხევათა მიმართულება ემთხვევა ტურმალინის ფირფიტის ჩვეულებრივი სხივის რხევის მიმართულებას. ტურმალინის ფირფიტა ნახაზე წაგრძელებული ხუთკუთხედის სახითაა ნაჩვენები.



ნახ. 287.

მთავარი ღერძის მართობულ სინათლის რხევებს, ტურმალინი ძლიერ შთანთქავს. მდგომარეობა, რომელშიაც ფირფიტა იმყოფება, ის მდგომარეობაა, როდესაც ტურმალინი სინათლის მაქსიმალურ რაოდენობას შთანთქავს. ფირფიტა უშვებს სინათლის ნიკრე რაოდენობას და შეფერილი გვეჩვენება ამ მინერალისათვის დამახასიათებელ ამა თუ იმ ფერად. რთული ქიმიური შედგენლობის გამო, სხვადასხვა საბადოს ტურმალინი სხვადასხვაფერადაა შეფერილი. ეს შემდეგი ფერებია: პოლურჯო-მომწვანო, მორუხო-მწვანე, ყავისფერი, წითელი, შავი და სხვა.

მოვებრუნოთ ეხლა მიკროსკოპის მაგიდა 90°-ით. ამით პოლარიზატორიდან გამოსული სინათლის რხევების მიმართულებას ტურმალინის არაჩვეულებრივი სხივის რხევის მიმართულებას შეუთავსებთ. ეხლა ნახ. 288-ზე PP ხაზით აღნიშნული რხევები ტურმალინში მთავარი ღერძის სწერივად გადაიან. ასეთ რხევებს ტურმალინი ადვილად უშვებს და, ამიტომ ფირფიტა უფრო გამჭვირვალე და ღია ფერის გვეჩვენება. აღწერილ ფაქტებს მოკლედ აბსორბციის ფორმულის საშუალებით აღნიშნავენ. ჩვენ უკვე კარგად ვიცით, რომ ჩვეულებრივ სხივს ტურმალინი გაცილებით უფრო მეტად შთანთქავს

ვიდრე არაჩვეულებრივს. აბსორბციის ფორმულის საშუალებით ეს ასე აღი-
ნიშნება:

$$O > E$$

ამის გარდა აღნიშნავენ იმ ძირითად ფერებს, რომლებსაც იძენს ტურმა-
ლინი, როდესაც დაპოლარებული სინათლე მასში ან ჩვეულებრივი, ან არა-
ჩვეულებრივი სხივის სახით გადის.

მაგალითად $O =$ მუქი-მწვანე,

$E =$ ღია, ღია-მწვანე.

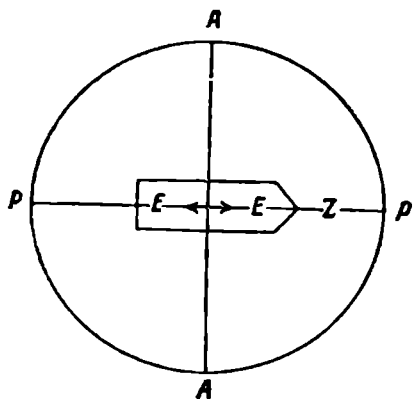
ზოგჯერ, იმისათვის რომ აღნიშნონ
ფერის მიმართულებისაგან დამოკიდე-
ბულება, აბსორბციის ფორმულას კრის-
ტალოგრაფიულ ლერძების სინბოლოე-
ბით გამოსახავენ:

$a > c$; $a =$ მუქი-მწვანე,

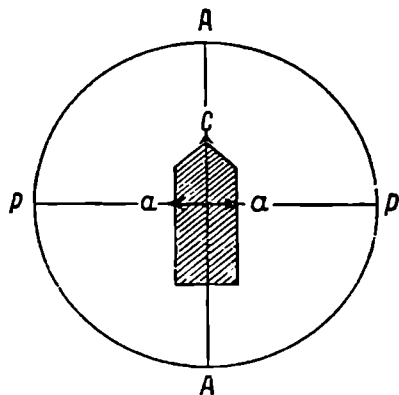
$c =$ ღია, ბაცი-მომწვანო.

ესეთი ფორმულა გვიჩვენებს, რომ
ტურმალინის ფირფიტა ქვედა ნიკოლი-
დან გამოსულ დაპოლარებულ სინათ-
ლეს უფრო მეტად მაშინ შთანთქავს,
როდესაც ამ სინათლის რხევები a კრის-

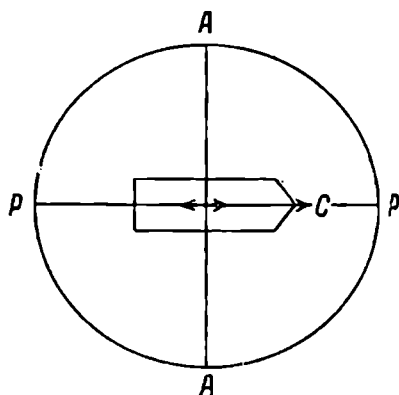
ტალოგრაფიული ლერძის (თარაზული ლერძის) სწვრივია. ტურმალინის ფირფი-
ტა ამ შემთხვევაში მუქი-მწვანე ფერისაა. თუ პოლარიზატორის ზემოთ ფირ-



ნახ. 288.



ნახ. 289. $a =$ მუქი-მწვანე

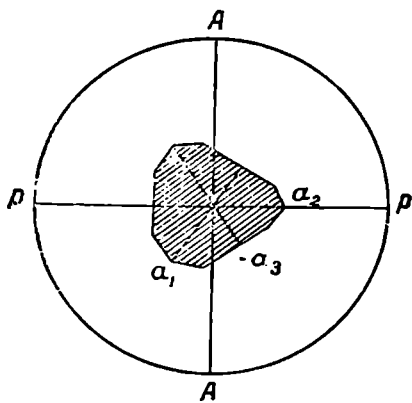


ნახ. 290. $c =$ ღია, ღია-მომწვანო.

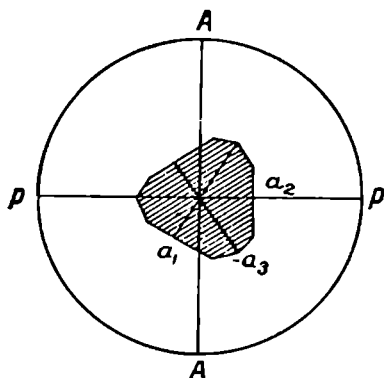
ფიტას 90° -ით მოვებრუნებთ, დაპოლარებული სინათლის რხევები მთავარ
კრისტალოგრაფიულ c ლერძს დაემთხვევიან. ტურმალინი ამ მიმართულებით
უფრო გამჭვირვალეა, ფირფიტაში სინათლის უფრო მეტი რაოდენობა გაივ-
ლის და იგი ღია ფერის ან ბაცი-მომწვანო ფერის გვეჩვენება (ნახ. 289 და 290).

ტურმალინი და სხვა მინერალები, რომელთაც პლეოქროიზმი ახასიათებთ, მიკროსკოპის მაგიდის ბრუნვასთან ერთად ფერს იცვლიან. მათ მიერ გატარებული სინათლის ფერი დამოკიდებულია მინერალის ოპტიკური ლერძის და პოლარიზატორიდან გამოსული სინათლის რხევის სიბრტყის ურთიერთ მდებარეობაზე.

მთავარი ლერძის მართობულად გამოკრილი ტურმალინის ფირფიტა პოლარიზატორის ზემოთ ბრუნვის დროს ფერს არ იცვლის. ასეთ ბაზალურ კვეთში თარაზული α ლერძებია განლაგებული. ამიტომ ტურმალინის ფირფიტა იღებს ისეთ ფერს, რომელიც მაშინ არის მისთვის დამახასიათებელი, როდესაც პოლარიზატორის რხევები კრისტალოგრაფიული α ლერძის სწვრივად გადიან.



ნახ. 291.



ნახ. 292.

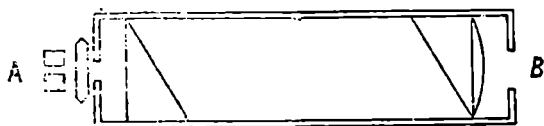
ზემომოყვანილ შემთხვევაში ეს შეფერვა მუქი-მწვანე იყო. ბრუნვის ელიფსოიდში, რომელიც ერთლერძიან კრისტალებში სხვადასხვა მიმართულებით სინათლის შთანთქმის არაერთგვარობას გამოსახავს, მთავარი ოპტიკური ლერძის ყველა მართობულ კვეთებს წრის ფორმა აქვთ; წრის ყველა დიამეტრი ერთგვაროვანია და ეს სიმბოლიურად იმას ნიშნავს, რომ მთავარი ოპტიკური ლერძის მართობულ კვეთში, ერთლერძიან კრისტალს ყველა მიმართულებით ერთიდაიგივე ოპტიკური თვისებები აქვს. ასეთ კვეთებში შთანთქმული სინათლის რაოდენობაც ყველა მიმართულებით ერთი და იგივე იქნება და, ამიტომ, მიკროსკოპის მაგიდის ბრუნვის დროს, ტურმალინის და პლეოქროიზმის მქონე სხვა მინერალების „ბაზალური“ კვეთები ფერს არ შეიცვლიან (ნახ. 291 და 292).

§ 91. ტურმალინის მასა ტურმალინის მიერ სინათლის არჩევითი შთანთქმის ჩვენება ადვილი მოსახერხებელია უბრალო ხელსაწყოთა — ტურმალინის მასის საშუალებით. ხელსაწყო შედგება ტურმალინის ორი ფირფიტისაგან, რომლებიც მთავარი ოპტიკური ლერძის სწვრივად არიან გამოკრილი. ფირფიტების სისქე ისეთია, რომ თითოეული

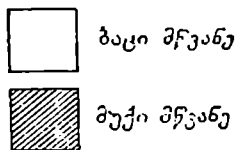
ფირფიტა უშვებს მხოლოდ ერთ არაჩვეულებრივ სხივს, მეორეს კი (ჩვეულებრივს) სავსებით შთანთქავს. ფირფიტები ისეა დამაგრებული, რომ შესაძლებელია მათი ბრუნვა და ერთი მათგანის მეორის მიმართ სხვადასხვა მდებარეობაში დაყენება.

თუ ორივე ტურმალინის ოპტიკური ღერძი სწვრივადაა დაყენებული, პირველი ფირფიტის მიერ გატარებული სინათლე თავისუფლად გადის მეორე ფირფიტაში. ერთი რომელიმე ფირფიტის ბრუნვასთან ერთად, მეორე ფირფიტის მიერ გატარებული სინათლის რაოდენობა მცირდება და ბოლოს, როდესაც ტურმალინის ფირფიტების მთავარი ოპტიკური ღერძები მართობულ მდგომარეობაში მოვლენ, სიბნელეს მივიღებთ. პირველი ფირფიტის არაჩვეულებრივი სხივის რხევები მეორეში მთავარი ოპტიკური ღერძის მართობულად, ე. ი. ჩვეულებრივი სხივის რხევების სახით შედიან და მთელი სინათლე შთანთქმება.

§ 92. დიქროსკოპი ზემოაღწერილი პლეოქროიზმის მოვლენების შესწავლა მეტად მოსახერხებელია ჰაიდინგერის (Haidinger) მიერ მოწყობილი ხელსაწყოთა საშუალებით, რომელსაც მან დიქროსკოპი უწოდა.



ნახ. 293.

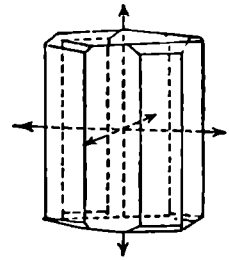


ნახ 294.

დიქროსკოპი ისლანდიური შპატის ყავრიანობის გრძელ რონზოიდრისაგან შედგება, რომელიც ჰოგრშია მოთავსებული. ჰოგრს ერთ ბოლოზე მცირე, კვადრატული A ამონაკერი და მეორე ბოლოზე კი B გამადიდებელი მინა აქვს. უკანასკნელისა და ისლანდიური შპატის საშუალებით განიხილება A ამონაკერი, რომელიც ამასთან დიდდება. ორმაგი გარდატეხის დიდი ძალის გამო ისლანდიური შპატი A ამონაკერის ორ გამოსახულებას გვაძლევს. ისლანდიურ შპატს ისეთი სიგრძისას იღებენ, რომ ორი გამოსახულება გვერდიდან ჩანდეს და ერთიმეორეს არ დაეფაროს. A-ს გამოსახულება, რომელსაც ჩვეულებრივი სხივი იძლევა, ხედვის არის ცენტრს იკავებს. მას რომბის გრძელი დიაგონალის სწვრივი რხევები ჰქმნაან.

არაჩვეულებრივი სხივის გამოსახულება უფრო ზემოთ თავსდება. უკანასკნელი, რომბის მცირე დიაგონალის სწვრივი რხევებით იქმნება. დიქროსკოპით დაკვირვება შემდეგნაირად ხდება: მას წინასწარ მიმართავენ ფანჯრისაკენ (ან თეთრი სინათლის სხვა რომელიმე წყაროსაკენ), შემდეგ ჭუჭრუტანის წინ ათავსებენ გამოსაყვლევ კრისტალს, ან მინერალის შლიფს და აბრუნებენ მას მანამდე, სანამ ორი გამოსახულება არ გვეჩვენება სხვადასხვა ფერად შეფერილი. დიქროსკოპის საშუალებით ორივე დაპოლარებული ტალღის დამა-

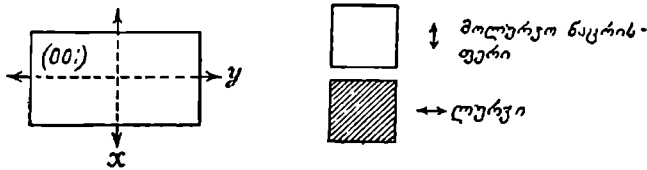
ხასიათებელ შეფერვას ერთდროულად, ერთიმეორეს გვერდით ვხედავთ. ასეთი საშუალებით პლექროიზმი შესაძლებელია აღმოვაჩინოთ ისეთ მინერალებშიაც, რომლებშიც ეს მოვლენა მიკროსკოპის საშუალებით, თანმიმდევრო დაკვირვების დროს შემჩნეული არ იყო. გამოსაკვლევ მინერალს აბრუნებენ დიქროსკოპის A ამონაჭერის წინ მანამდე, სანამ რბევის სიბრტყეები მინერალში და ისლანდიურ შპატში არ შეთავსდებიან. მაშინ ჩვენ დაინახავთ ორ შეფერვას, რომლებიც ორი დაპოლარებული სინათლისთვის არიან დამახასიათებელი.



ნახ. 295.

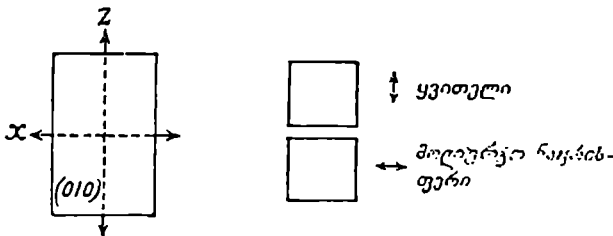
§ 93. კორდიერიტის მაგალითისათვის კორდიერიტის კრისტალი ავიღოთ, რომელზედაც პირველად

იყო შესწავლილი პლექროიზმის მოვლენა. კორდიერიტი რომბულ სინგონიაში კრისტალდება. მის კარგად განვითარებულ კრისტალებს ნახ. 295-ზე ნაჩვენები სახე აქვთ.



ნახ. 296.

დიქროსკოპის საშუალებით გამოკვლევის დროს კორდიერიტი სხვადასხვა შეფერვას იძლევა. თუ მას ბაზოპინაკოიდიდან განვიხილავთ, დიქროსკოპის კვადრატული ამონაჭერის ორი გამოსახულების ფერი მოლურჯო-ნაყრისფერი და ლურჯი იქნება (ნახ. 296).

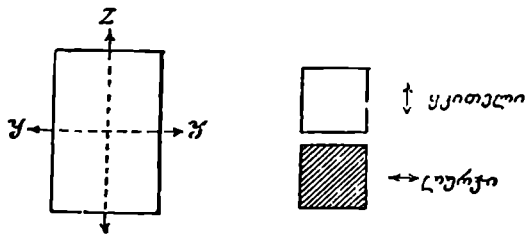


ნახ. 297.

როდესაც კორდიერიტს მეორე პინაკოიდის სიბრტყიდან ვიხილავთ, დიქროსკოპის ორი გამოსახულება მოლურჯო-ნაყრისფერი და ყვითელი გვეჩვენება (ნახ. 297).

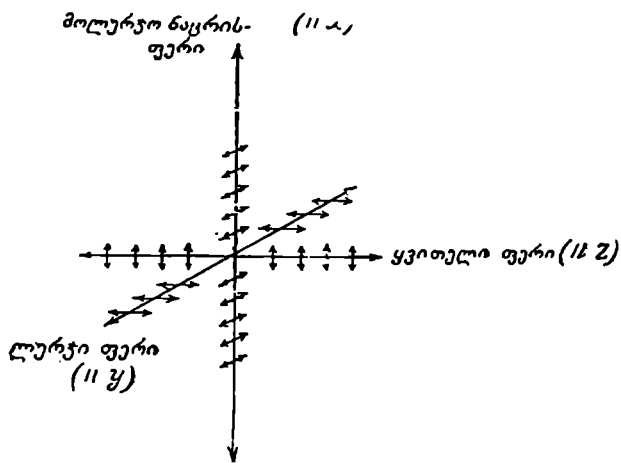
როდესაც სინათლე პირველი პინაკოიდის წახნაგზე გადის, ჩვენ, ორ—
 ყვითელ და ლურჯ კვადრატს ვხედავთ (ნახ. 298).

თითოეული წახნაგი დიქროულია, ე. ი. ორი დაპოლარებული სხი-
 ვისათვის ორ ფერს იძლევა. ამრიგად, კორდიერიტისათვის შემდეგი „ლერძის



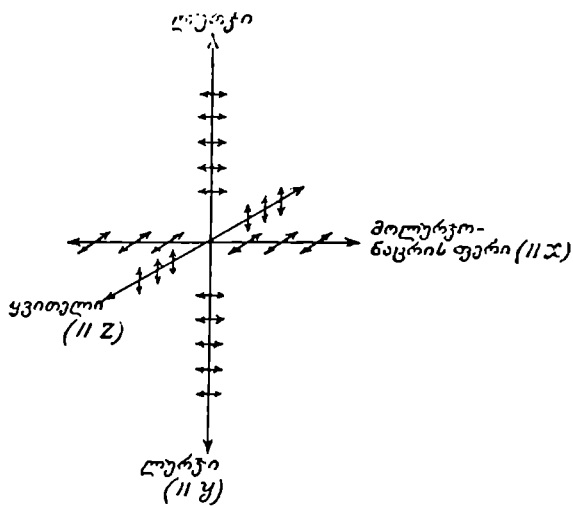
ნახ. 298.

ფერები“ იყო დადგენილი: მუქი ლურჯი, მოლურჯო-ნაცრისფერი და ყვითე-
 ლი. დაპოლარებული სინათლის ის სხივები, რომელთა რხევები X ლერძის
 სწვრივია, მოლურჯო-ნაცრისფერად არიან შეფერილი. Y ლერძის სწვრივი
 რხევები მუქ-ლურჯ ფერს იძლევიან. ის რხევები კი, რომლებიც Z ლერძის
 წვრივი არიან, ყვითელ ფერს ჰქმნიან (ნახ. 299).

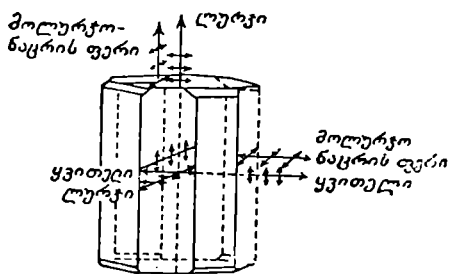


ნახ. 299.

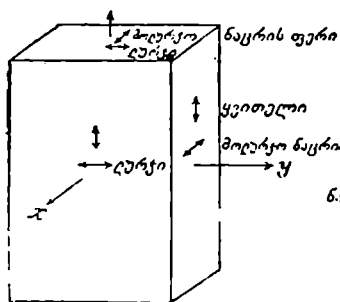
ჩვეულებრივ აღნიშნავენ მხოლოდ იმ მიმართულებებს, რომლის სწვრი-
 ვად ხდება დაპოლარებული სინათლის რხევები. გვერდით აღნიშნავენ დამა-
 ხასიათებელ ფერს. კორდიერიტისათვის პლეოქროიზმის აღნიშვნის ასეთი ხერ-
 ხი ნახ. 303-ზეა მოყვანილი.



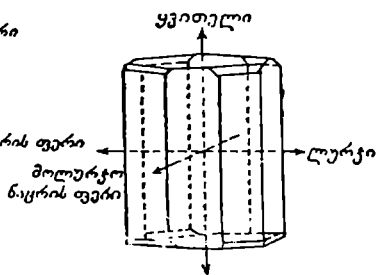
ნახ. 300.



ნახ. 301.



ნახ. 302.



ნახ. 303

კორდიერითში სხვადასხვა მიმართულებით შეფერვის სხვადასხვაობა დიქროსკოპის დაუხმარებლადაც შეიძლება შევამჩნიოთ. თუ სინათლეს ბაზო-პინაკოიდზე გაუშვებთ, ლურჯ შეფერვას დავინახავთ, რომელიც ღერძის ორი ფერის—მოლურჯო-ნაცრისფერის და ლურჯის შერევის შედეგს წარმოადგენს. სინათლე, რომელიც მეორე პინაკოიდზე გადის, მოყვითალო მწვანე ფერს იღებს და ბოლოს, როდესაც სინათლეს კორდიერითის პირველი პინაკოიდის წახნაგის მხრიდან უყურებთ, მოლურჯო-მწვანე შეფერვას დავინახავთ. ეს შერეული ფერები, რომლებიც „ღერძის ფერების“ კომბინაციას წარმოადგენენ და, რომელთაც ვხედავთ მაშინ, როდესაც კრისტალს ბუნებრივ—არადაპოლარიზებულ სინათლეში ვიხილავთ, „წახნაგის ფერებად“ იწოდებიან.

მეცხრე მესაღინეოგა

როგოული სინგონიის კრისტალუგის ოპტიკური თვისებები

§ 94. ოპტიკურად რომული, მონოკლინური და ტრიკლინური სინგონიის ორღერძიანი კრისტალები ეკუთვნის ოპტიკურად ორღერძიანი კრისტალუგის ჯგუფს. შესწავლამ გამოარკეია, რომ მათ ორი ოპტიკური ღერძი აქვთ. ანუ ორი მიმართულება, რომლის მიმართ მათში აღმოცენილ ორივე სხივს გაერეულების ერთნაირი სიჩქარე და ერთნაირი გარდატების ინდექსი აქვს. ამიტომ ისინი თითქოს ერთ სხივად ერთდებიან.

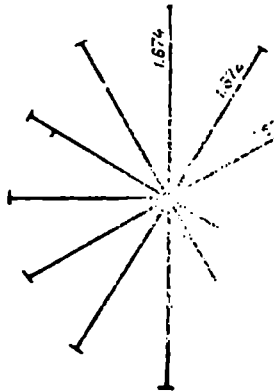
მათი ოპტიკური თვისებების დაწერილებითმა შესწავლამ შემდეგი თავისებურებანი აღმოაჩინა.

გარდატების ინდექსების გაზომვამ დაგვანახა, რომ ისინი სულ იცვლებიან და, რომ მათი სიდიდე მიმართულებაზე დამოკიდებული.

თუ ჰიუგენსის მიერ თავის დროზე გამოყენებული წესის მიხედვით, ერთ წერტილიდან, რომელიმე რომული კრისტალის—მაგალითად ენსტატიტის (Enstatite), გარდატების ინდექსების გრაფიკულ მნიშვნელობებს გადავზომავთ, დაინახავთ, რომ ეს სიდიდეები სრული კანონზომიერებით იცვლებიან.

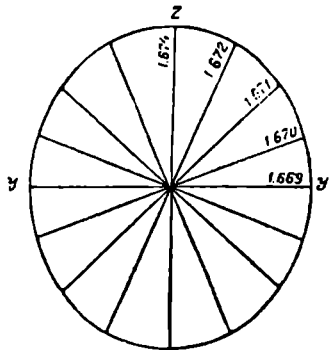
დავიწყოთ რომელიმე გარდატების ინდექსით. გავალოთ სწორი ხაზები, რომლებიც $\frac{1}{V}$ სიბრტყეში ყველა დანაჩენი გარდატების ინდექსის მიმართულებას და სიდიდეს გვიჩვენებენ. მივიღებთ ერთ წერტილში გადაკვეთილი სწორი ხაზების ერთობლიობას. ამ ხაზების სიგრძე და მიმართულება, მოცემულ სიბრტყეში, ენსტატიტის გარდატების ინდექსების გრაფიკულ სიდიდეებს წარმოადგენენ (ნახ. 304.)

თუ შევერთებთ ამ სწორი ხაზების ბოლოებს უწყვეტი მრუდით, მივიღებთ გარკვეულ გეომეტრიულ ფიგურას — ელიფსს (ნახ. 305). ამ ელიფსის რადიუს-ვექტორები სიდიდით და მიმართულებით წარმოადგენენ $\frac{1}{V}$ სიბრტყეში გაზომილ ენსტატიტის გარდატების ინდექსების გრაფიკულ სიდიდეებს.



ნახ. 304.

თუ ავიღებთ კოორდინატა მეორე სიბრტყეს, რომელშიაც X და Z ღერძებია განლაგებული, და ამ სიბრტყის ფარგლებში გამოსაკვლევი სხივის გარდატეხის ინდექსებს სხვადასხვა მიმართულებით გაეზომავთ, მივიღებთ მთელ რიგ რიცხვებს. ამ რიცხვების საშუალებით ხელახლა მოვახდინოთ ანალოგიური გრაფიკული აგება. შევაერთოთ ამ სწორი ხაზების ბოლოები უწყვეტი მრუდით და ჩვენ ისევ ელიფსს მივიღებთ (ნახ. 306).



ნახ. 305.

თუ მესამე კოორდინატული სიბრტყის—XY სიბრტყის ფარგლებში, მსგავსავე აგებას მოვახდენთ, რამდენიმედ განსხვავებული ფორმის ელიფსს მივიღებთ, რომლის რადიუს-ვექტორები ამ სიბრტყეში ენსტატიტის გარდატეხის ინდექსების ტოლია (ნახ. 307).

§ 95. სამღერძიანი ელიფსოიდი

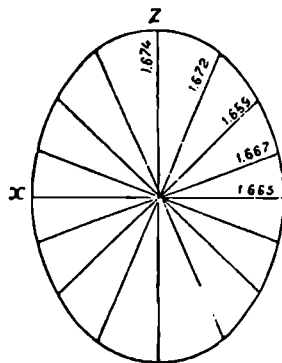
ეხლა ჩვენ უკვე ვგრძნობთ, რომ ენსტატიტის გარდატეხის ინდექსების განაწილებაში გარკვეული წესიერება არსებობს და რომ გარდატეხის ინდექსების სიდიდის ცვლის ეს წესიერება ელიფსების სახით გამოიხატება. ავიღოთ ეხლა მეორე რომბული მინერალი ოლივინი— $(Mg, Fe)_2SiO_4$. აქ ჩვენ რამდენიმედ სხვა სურათს ვღებულობთ. გარდატეხის ინდექსთა სიდიდეების მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობები ოლივინში სხვანაირად არიან განლაგებული.

თუ დავიწყებთ კოორდინატა XY სიბრტყიდან და X ღერძით მომავალი სინათლის გარდატეხას ვაეზომავთ, ოლივინის გარდატეხის ინდექსი 1.697 ტოლი იქნება.

Y ღერძის მიმართულებით გარდატეხის ინდექსი გაცილებით ნაკლებია და 1.661 უდრის.

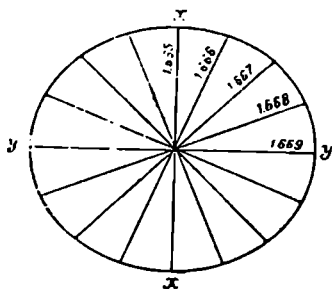
სხვადასხვა მიმართულებით ინდექსების გაზომვა გვაძლევს შენდევ ციფრებს: 1.670, 1.678, 1.688 და ა. შ. იმავე გრაფიკული წესით გავავლოთ ეს მიმართულებები და მათზე გარდატეხის ინდექსების გრაფიკული სიდიდეები ვადაეზომოთ. აგების შედეგად მივიღებთ ელიფსს, რომლის რადიუს-ვექტორები XY სიბრტყეში ოლივინის გარდატეხის ინდექსებს წარმოადგენენ (ნახ. 308).

გარდატეხის ინდექსების გაზომვა შემდეგ კოორდინატულ YZ სიბრტყეში და მათი გრაფიკული აგება, აგრეთვე გვაძლევს ელიფსს 1.661, 1.665, 1.670, 1.674 და Z ღერძით-კი 1.678 ტოლი რადიუს-ვექტორებით (ნახ. 309).

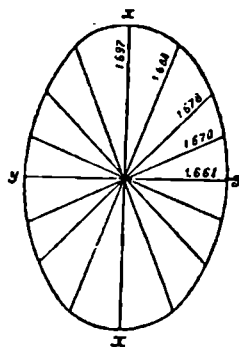


ნახ. 306.

ანალოგიური კვლევა მესამე XZ კოორდინატულ სიბრტყეში ოლიენის გარდატეხის ინდექსებისათვის სხვადასხვა მიმართულებით შემდეგ ციფრებს გვაძლევს: 1,678, 1,683, 1,688, 1,693, 1,697. გრაფიკული აგება ისევ ელიფსს გვაძლევს (ნახ. 310). ამრიგად ოლიენშიაუ გარდატეხის ინდექსების ცვალებადობის წესიერება ელიფსით განიხილება.



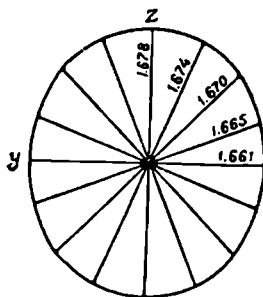
ნახ. 307.



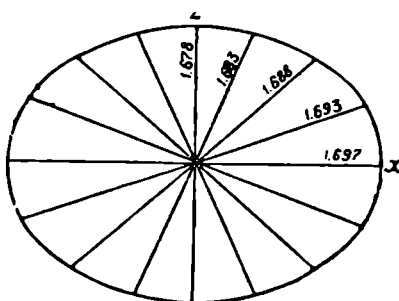
ნახ. 308.

ერთხელ მიღებული წესით შევავერთოთ გარდატეხის ინდექსთა ეს სამი ელიფსი X.Y და Z ღერძების გასწვრივ. მივიღებთ ფიგურას, რომელიც წარმოადგენს სამღერძიანი ელიფსოიდის სამ ურთიერთ მართობ კვეთს. ენსტატიცისათვის ამ ფიგურას ნახ. 311-ზე აღნიშნული სახე აქვს. ოლიენში კი ეს ინდექსები სხვანაირად არიან განლაგებული (ნახ. 312).

ელიფსთა ღერძები წარმოადგენენ გარდატეხის ინდექსების გრაფიკულ სიდიდეებს X.Y და Z ღერძის გასწვრივ. ჩვენ ვხედავთ, რომ ამ სამი გარდა-



ნახ. 309.



ნახ. 310.

ტეხის ინდექსს შორის არის ყველაზე მცირე და ყველაზე დიდი გარდატეხის ინდექსი.

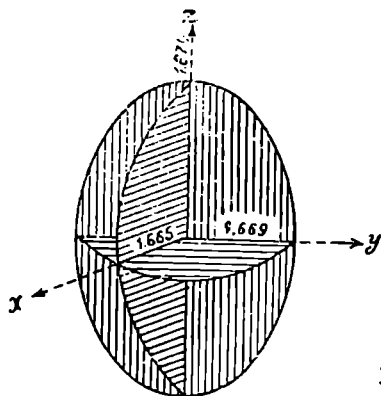
გარდატეხის ამ სამმა ინდექსმა მთავარი ინდექსების სახელწოდება მიიღეს. ისინი ბერძნული ალფაბეტის α , β და γ ასოებით აღინიშნებიან. ამასთან

α -თი აღინიშნება ყველაზე მცირე, ხოლო γ თი-კი ყველაზე დიდი გარდატეხის ინდექსი. ამრიგად, ოლივინისა და ენსტატიტის სამი მთავარი გარდატეხის ინდექსი შემდეგი იქნება:

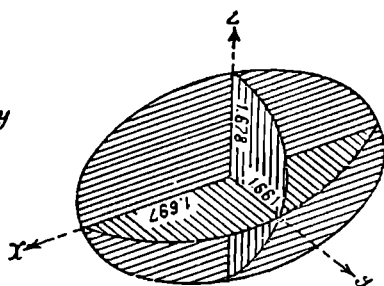
$$\text{ენსტატიტისათვის } \alpha = 1.665; \beta = 1.669; \gamma = 1.674$$

$$\text{ოლივინისათვის } \alpha = 1.661; \beta = 1.678; \gamma = 1.697$$

ეხლა უკვე აღარაა ძნელი გასაგები ის, რომ ერთი წერტილიდან ყოველი მიმართულებით გავლებული და გადაზომილი გარდატეხის ინდექსები, გვაძლევენ ფიგურას, რომელიც სამღერძიან ელიფსოიდს წარმოადგენს (ნახ. 313).



ნახ. 311.



ნახ. 312.

ამრიგად, რომელ კრისტალებში გარდატეხის ინდექსთა ზედაპირი სამღერძიან ელიფსოიდს წარმოადგენს.

ან ფაქტის დადგენა ბევრ უპირატესობას გვაძლევს. ჩვენ შეგვიძლია ბევრად გაუმარტოვოთ გარდატეხის ინდექსის ყველა მიმართულებით გაზომვის რთული პროცესი. ეხლა საკმარისია გავზომოთ მხოლოდ სამი გარდატეხის ინდექსი, სამი— X, Y და Z ღერძის მიმართულებით.

თუ მიღებულ მნიშვნელობებზე ელიფსებს ავაგებთ, დანარჩენი გარდატეხის ინდექსებიც განსაზღვრული გვექნება. რომელი კრისტალების რთული ბუნების მიუხედავად, სინათლის გარდატეხა მათში გარკვეულ კანონს ემორჩილება. ელიფსოიდის კანონს ძალა აქაც აქვს.

§ 96. ოპტიკური ღერძები ერთღერძიანი (ჰექსაგონალური და ტეტრაედრული) კრისტალების გარდატეხის ინდექსთა ზედაპირს, როგორც

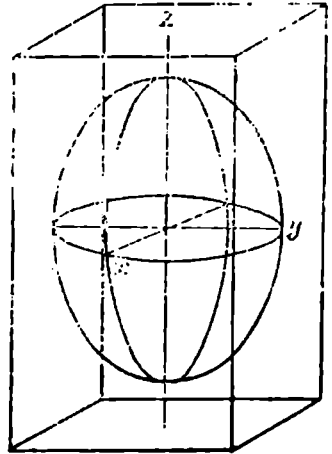
ვიცით, ორმაგი ზედაპირის ფორმა აქვს. ეს ზედაპირი ბრუნვის ელიფსოიდის და სფეროს კომბინაცია არის. ამ კრისტალებში ჩვენ ვხვდებით ერთ მიმართულებას, რომლის გასწვრივ ორი სხივის გარდატეხის ინდექსი ტოლი ხდება. ეს მიმართულება შეეუღ Z ღერძის მიმართულების თანხედენილია და მას ოპტიკური ღერძი ეწოდება. ორი სხივის გავრცე-

ლების სიჩქარე და გარდატეხის ინდექსები აქ ტოლი ხდება $V_0 = V_1$; $n = 2$.
 ორი სხივი ერთდება და ორმაგ გარდატეხას ადგილი არა აქვს. ჰექსაგონალურ
 და კვადრატულ კრისტალებს მხოლოდ ერთი ასეთი მიმართულება ერთი
 ოპტიკური ლერძი აქვთ და ამიტომ ოპტიკურად ერთღერძიანებად. ან
 უბრალოდ, ერთღერძიანებად იწოდებიან (ნახ. 314 და 315).

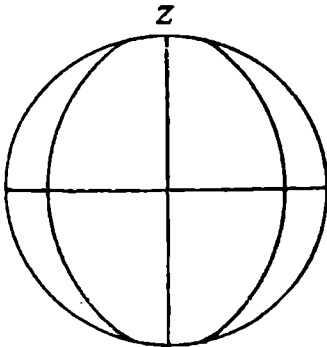
რომბულ, მონოკლინურ და ტრიკლინურ
 კრისტალებში თითოეულ აღმოცენილ სხივს
 არაჩვეულებრივი სხივის ხასიათი აქვს. მათი
 გარდატეხის ინდექსები მიმართულებებს წი-
 ხედვით იცვლებიან.

თუ ჩვენ ნახ. 306 და 308-ზე ენსტატი-
 ტის და ოლივინის გარდატეხის ინდექსებს
 გულდასმით დავაკვირდებით, დავინახავთ,
 რომ უდიდეს (γ) და უმცირეს (α) გარდატე-
 ხის ინდექსის მიმართულებებს შორის, არსე-
 ბობს ორი სიმეტრიული მიმართულება, სა-
 დაც გარდატეხის ინდექსები β -ს ტოლია
 (ენსტატიტის შემთხვევაში $\beta = 1.669$. ოლი-
 ვინში - $\beta = 1.678$).

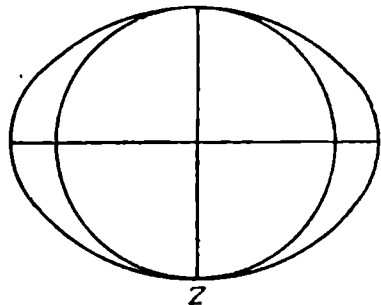
ეს ორი სიმეტრიული მიმართულება
 საკიროა გულდასმით განვიხილოთ. როგორც
 აღენიშნეთ ამ ორი მიმართულების გასწვრივ
 გარდატეხის ინდექსის სიდიდეები გარდა-
 ტეხის საშუალო სიდიდის (β) ტოლია.
 მოგაგონებთ, რომ ეს ორი განსაკუთრებული მიმართულება ძვეს სიბრტყეში,
 რომელშიც განლაგებულია გარდატეხის დიდი (γ) და მცირე (α) ინდექსები
 და რომ მათ მართობულად მოთავსებულია გარდატეხის საშუალო ინდექსი (β).
 სამღერძიან ელიფსოიდს აქვს შემდეგი
 თავისებურებანი: თუ სამღერძიან ელიფ-



ნახ. 313.



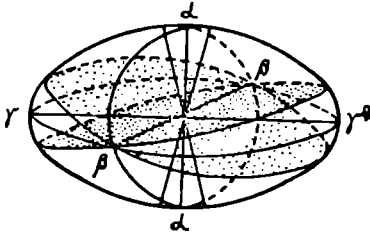
ნახ. 314.



ნახ. 315.

სოიდს მრავალი სხვადასხვა მიმართულებით გავკვეთთ, ვნახავთ, რომ უვლა
 კვეთს ექნება ელიფსის ფორმა გარდა ორი კვეთისა, რომლებსაც წრის ფორმა

აქვთ. ეს ორი წრიული კვეთი ერთმანეთისადმი სიმეტრიულადაა განლაგებულნი; წრიული კვეთების რადიუსი უდრის β -ს, გარდატეხის საშუალო ინდექსს. 316 და 317 ნახაზებზე ნაჩვენებია სამღერძიანი ელიფსოიდების წრიული კვეთები; ამ წრიულ კვეთებში გარდატეხის ყველა ინდექსი გარდატეხის საშუალო ინდექსის β -ს ტოლია.



ნახ. 316.

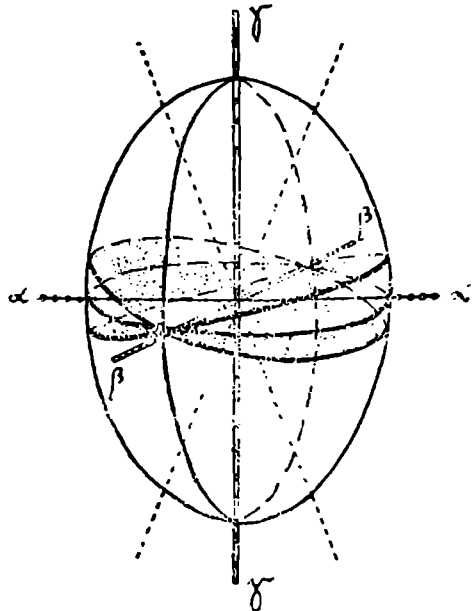
ამ ორი წრიული კვეთის მართობებს აქვთ განსაკუთრებული თვისებები და ეწოდებათ ორი ოპტიკური ღერძი; 317 ნახაზზე მოცემულია ორი წრიული კვეთი, ხოლო წყვეტილი ხაზებით აღნიშნულია ორი ოპტიკური ღერძი.

თუ რომელი სინგონიის კრისტალს ერთ-ერთი ოპტიკური ღერძის მართობულად გავეკეთთ და ასეთი კვეთის შლიფს პოლარიზაციული მიკროსკოპის მაგიდაზე

მოვათავსებთ, მაშინ ჯვარედინ ნიკოლებში ეს კვეთი ბნელი მოგვეჩვენება; მოცემული კვეთი წარმოადგენს წრიულ კვეთს; წრიულ კვეთში ყველა მიმართულებას აქვს ერთნაირი მნიშვნელობა (წრის რადიუსები). პოლარიზატორიდან გამოსული სინათლე ასეთ კვეთში გასვლის დროს ინარჩუნებს თავის რხევის მიმართულებას: ანალიზატორში კანადის ბალზამის შრით აირეკლება და დამკვირვებლის თვალს არ აღწევს. ნოცემული მოვლენა ანალიზატორშია იმ შემთხვევის, რომელსაც ადგილი აქვს ერთღერძიანი კრისტალების „ბაზალურ“ კვეთებში დაპოლარებული სინათლის გასვლის დროს (იხ.ნახ. 202).

რომელი, მონოკლინური და ტრიკლინური სინგონიის კრისტალებში არის ორი ასეთი მიმართულება, ორი ოპტიკური ღერძი და ამიტომ ისინი ოპტიკურად ორღერძიანებად იწოდებიან.

დაპოლარებული სინათლე ამ ორი ოპტიკური ღერძის მიმართ-



ნახ. 317.

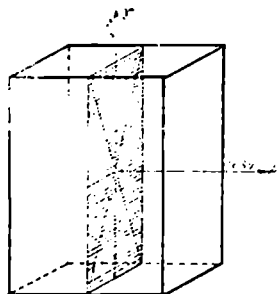
თულებით გასვლის დროს არ ორდება; ორღერძიან მინერალთა კვებები ამოკრილი ოპტიკურ ღერძთა მართობულად, ჯგერდინ ნიკოლებში ბნელი გვეჩვენება და მიკროსკოპის მაგიდის ბრუნვის დროს ბნელი რჩებიან.

§ 97. ოპტიკურ სიბრტყე, რომელშიაც ოპტიკური ღერძებია განლაგებული, ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყედ იწოდება. ჩვეულებრივ, იგი რომელიმე პინაკოიდის სწერივია.

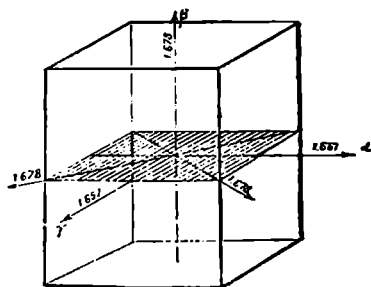
ენსტატიტში ოპტიკური ღერძები მეორე პინაკოიდის სწერივ სიბრტყეში არიან განლაგებული (ნახ. 318). ოლივინში კი, ოპტიკური ღერძების სიბრტყე მესამე პინაკოიდის სწერივია (ნახ. 319). როგორც ეს ნახ. 318 და 319-დან ჩანს უდიდესი და უმცირესი გარდატეხის ინდექსი, γ და α , ყოველთვის მთავარ ოპტიკურ სიბრტყეში მდებარეობენ.

ამრიგად, ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე ის სიბრტყეა, რომელშიაც მდებარეობს ორი ოპტიკური ღერძი და უდიდესი (γ) და უმცირესი (α) გარდატეხის ინდექსები.

ორღერძიან კრისტალებში ოპტიკური კონსტანტების განლაგების ყველა თავისებურებათა გულდასმით შესწავლას იმ დასკვნამდე მიყვებით, რომ საშუალო გარდატეხის ინდექსი (β) ყოველთვის ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყის მართობულია (იხ. ნახ. 318 და 319). საშუალო გარდატეხის ინდექსი აგრეთვე α და γ -ს მართობულია. ამიტომ მას კიდევ „ოპტიკურ ნორმალს“ უწოდებენ.



ნახ. 318.



ნახ. 319.

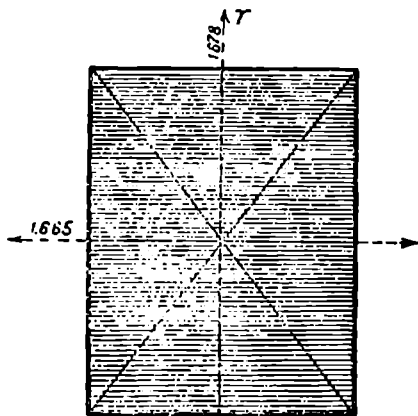
§ 98. ოპტიკურ კუთხე იმ ორ მიღერძთა კუთხე მართულებას შორის.

სადაც ორი სხივი ერთდება, სადაც ორი სხივი ერთნაირი სისწრაფით ვრცელდება და სადაც მათ ერთნაირი გარდატეხის ინდექსები აქვთ, ე. ი. კუთხე ოპტიკურ ღერძებს შორის, ოპტიკურ ღერძთა კუთხედ იწოდება. ენსტატიტში იგი 77° ტოლია, ოლივინში კი $= 88^\circ$. სხვადასხვა მინერალებს ოპტიკურ ღერძთა სხვადასხვა კუთხე აქვთ და მინერალის ზუსტი ოპტიკური დახასიათებისათვის მნიშვნელობა აქვს ან კუთხის სიდიდის ცოდნას.

ამიტომ, ოპტიკურ ღერძთა კუთხე მინერალის დამახასიათებელ ოპტიკურ კონსტანტას წარმოადგენს.

ბისექტორისებო. უბრალო განხილვა გვიჩვენებს, რომ უმცირესი და უდიდესი გარდატეხის ინდექსები α და γ , ისე არიან მიმართული, რომ ოპტიკურ ღერძთა კუთხეს შუაზე ჰყოფენ, ანუ ოპტიკურ ღერძთა კუთხის ბისექტორისებს წარმოადგენენ.

ენსტატიტში უდიდესი გარდატეხის ინდექსის მიმართულება (γ) ყოფს შუაზე ოპტიკურ ღერძთა მახვილ კუთხეს, α -კი, ე. ი. უმცირესი გარდატეხის ინდექსის მიმართულება, ყოფს იმავე ღერძთა შორის მყოფ. ბლაგვ კუთხეს (ნახ. 320).



ნახ. 320.

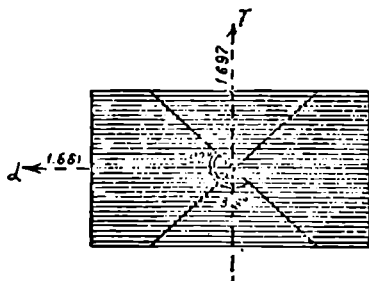
მუშის (1.697) აღწევს, ყოფს შუაზე 88° -იან ხის ინდექსის (1.661) მიმართულება კი 92° -იანი კუთხის შუაში გადის (ნახ. 321).

§ 99. ოპტიკურ როგორც უკვე ვიღერძთა ნამდვი- ცით, ოპტიკური ღერძი და წარმო- ძები ერთ სიბრტყეში სახვითი კუთხე- მდებარეობენ და ურება (2 V და 2 E) თიერთ შორის ბლაგვსა და მახვილ კუთხეებს ქმნიან. თითოეულ ნივთიერებისათვის, რომელსაც გარკვეული ქიმიური შემადგენლობა აქვს. ამ კუთხის სიდიდე მუდმივია და, ამრიგად, ის დამახასიათებელია მისთვის. ოპტიკურ ღერძთა კუთხით ხშირად სარგებლობენ მეკროსკოპის საშუალებით მინერალების განსაზღვრისათვის.

ოპტიკურ ღერძთა კუთხის განსაზღვრისათვის მინერალიდან მახვილი

მოკლედ ეს შემდგენიარად აღინიშნება:— γ ოპტიკურ ღერძთა კუთხის მახვილი ბისექტორსა, ხოლო α -კი ბლაგვი ბისექტორსა.

თუ განვიხილავთ სიერცემში ოლივინის ოპტიკური ღერძების განლაგებას, დავინახავთ (ნახ. 319), რომ ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე მესამე პინაკოიდის (001) სწვრივია და, რომ ოპტიკურ ღერძთა შორის მახვილი კუთხე 88° -ის ტოლია, ხოლო ბლაგვი კი 92° -ს უდრის. γ მახვილი ბისექტორისაა, α -კი ბლაგვი. სხვა სიტყვებით: მიმართულება, სადაც გარდატეხის ინდექსი თავის მაქსიმუმს აღწევს, ყველაზე მცირე გარდატეხის ოპტიკურ ღერძთა შორის მყოფი

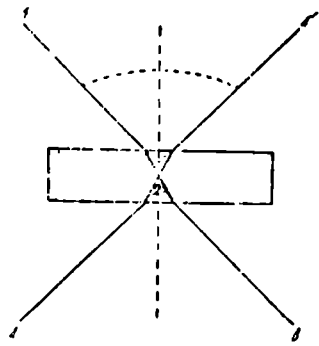


ნახ. 321.

ბისექტრისის მართობულ ფირფიტას ამზადებენ. ნახ. 322-ე წარმოადგენს ასეთი ფირფიტის კვეთს. რომლის ზედაპირი მახვილი ბისექტრისას მართობულია.

თითოეული ოპტიკური ლერძი ბისექტრისასთან ჰქმნის V კუთხეს. მაშ 2V იქნება ის კუთხე, რომელსაც ოპტიკური ლერძები ქმნიან ერთიანერეგსთან. ან კუთხეს ოპტიკურ ლერძთა ნამდვილი კუთხე ეწოდება და იგი 2V-ით აღინიშნება.

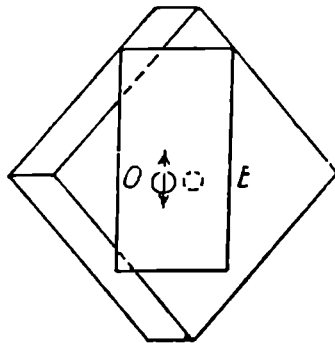
სინათლის სხივი, რომელიც ორღერძიანი მინერალის ფირფიტაში ოპტიკური ლერძის მიმართულებით გადის, ჰაერში გასვლისას გადისხრება ნართობისაგან და ქინის მასთან E კუთხეს. ასევე მოსდის სხივს, რომელიც მეორე ოპტიკური ლერძის მიმართულებით გადის. ამრიგად, 2E ის კუთხეა, რომელსაც ჰაერში დაკვირვების დროს მივიღებთ. ოპტიკურ ლერძთა ამ წარმოსახვით კუთხეს ყოველთვის 2E-ით აღნიშნავენ. იგი ყოველთვის მეტია ოპტიკურ ლერძთა ნამდვილ 2V კუთხეზე.



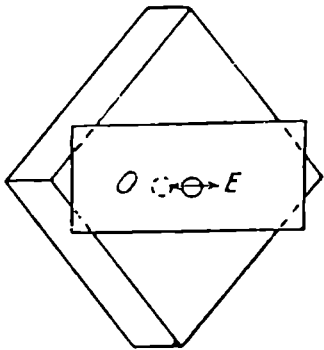
ნახ. 322.

მაგალითად, არაგონიტისთვის ($CaCO_3$) ოპტიკურ ლერძთა წარმოსახვითი კუთხე $2E = 31^\circ$, ხოლო ნამდვილი — $2V = 18^\circ$

§ 100. რხევის მიმართ. ოაგის დროზე, კრისტალთა ოპტიკის განვითარების თულება და ჩაქრობის ხასიათი რომ ბულ კრისტალებში დასაწყისში, ტურმალინის საშუალებით სინათლის პოლარიზაციის საკითხი იქნა გადაწყვეტილი. დადგენილი იქნა, რომ ისლანდიურ შპატში და კვარცში გასული სინათლე საესეებით დაპოლარებულია და, რომ O და E სხივების რხევები ურთიერთ მართობული არიან (ნახ. 323 და 324).



ნახ. 323.



ნახ. 324.

უფრო გვიან, როდესაც რომბული კრისტალების ოპტიკური თვისებების შესწავლას შეუდგნენ, გამოირკვა, რომ რომბული კრისტალებიც აორებენ

სინათლეს, რომ მათ ორმაგი გარდატეხის უნარი აქვთ და რომ ორივე აღმოცენილი სხივი სავსებით დაპოლარებულია.

ეს კარგად ჩანს არაგონიტის მაგალითზე. ქიმიურად მას იგივე შედგენი-

ლობა აქვს, რაც კალციტს, და მისგან განიჩევა მით, რომ იგი რომბულ სისტემაში კრისტალდება. კალციტის მსგავსად, არაგონიტს დიდი ორმაგი გარდატეხის ძალა აქვს.

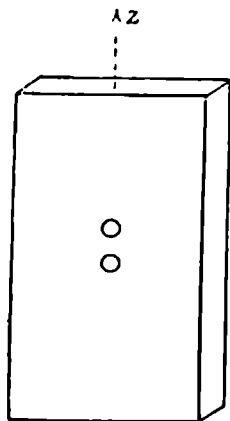
თუ ავიღებთ ეკრანს მცირე ქუქრუტანით და სხივების გზაზე არაგონიტის ფირფიტას მოვათავსებთ, ადგილი ექნება სინათლის გაორებას (ნახ. 325).

მოვათავსოთ ესლა ტურმალინის ფირფიტა

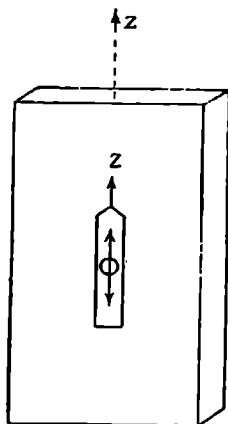
ისე, რომ მისი ოპტიკური ღერძი არაგონიტის შვეული Z ღერძის სწვრივი იყოს. დაინახავთ რომ ეკრანის ქუქრუტანის ორი გამოსახულებიდან ერთი გაქრება (ნახ. 326).

მოვაბრუნოთ ტურმალინის ფირფიტა 90° -ით; ესლა არაგონიტის და ტურმალინის შვეული ღერძები ურთიერთ მართობული იქნებიან. ამ შემთხვევაში შებრუნებულ მოვლენას ექნება ადგილი. ტურმალინი ესლა აკავენს იმ სხივის სინათლის რხევებს, რომელიც მასში პირველ შემთხვევაში ადვილად გადიოდა და, პირიქით, უშვებს იმ სხივს, რომელსაც წინად აკავენდა (ნახ. 327).

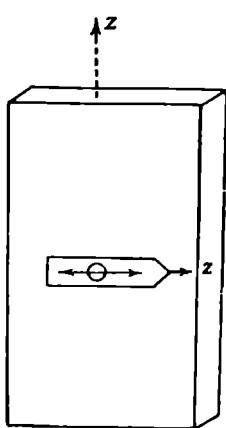
ამრიგად, ტურმალინის საშუალებით ირკვევა, რომ არაგონიტში აღმოცენებული ორივე სხივი სავსებით დაპოლარებულია. ამ სხივების რხევის მიმართულებანი ურთიერთ მართობული არიან (ნახ. 328).



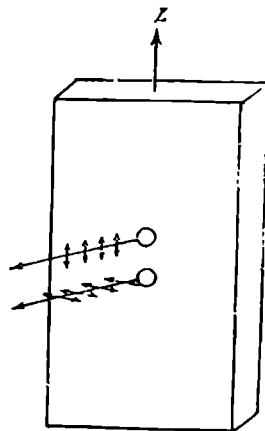
ნახ. 325.



ნახ. 326.



ნახ. 327.



ნახ. 328.

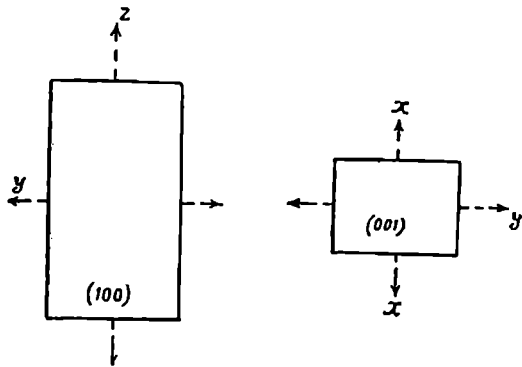
ჩაქრობის ხასიათი. ის გარემოება, რომ რომბული კრისტალები ზრდის დროს უფრო ხშირად Z ლერძით გაქიმულ ფორმებს იძლევიან, მეტად აადვილებს ჯვარედინ ნიკოლებში მათი ჩაქრობის ხასიათზე დაკვირვების წარმოებას.

ავილოთ რომბული კრისტალის ორი ფირფიტა. ერთი გამოქრილი იყოს პირველი პინაკოიდის (100) სწვრივად, ხოლო მეორე კი ბაზოპინაკოიდის (001) სწვრივად. პირველი ფირფიტის გრძელი ლერძი Z ლერძის სწვრივია, ნოკლე კი Y ლერძს ემთხვევა. მეორე ფირფიტის ლერძები შესაბამისად Y და X ლერძების სწვრივი არიან (ნახ. 329).

მოვათავსოთ ფირფიტები ჯვარედინ ნიკოლებში. დავინახავთ, რომ ჩაქრობა ხდება მაშინ, როდესაც დაპოლარებული სინათლის რხევები Z ლერძს ემთხვევიან (ნახ. 330).

ჩაქრობას ადგილი ეწეება აგრეთვე მაშინ, როდესაც დაპოლარებული სინათლის რხევები მეორე — Y ლერძის სწვრივია, ანუ როდესაც ფირფიტას 90°-ით მოვაბრუნებთ (ნახ. 331).

აქედან დასკვნა, რომ ერთი სხივის რხევის მიმართულება Z ლერძის, მეორესი კი Y ლერძის მიმართულების სწვრივია (ნახ. 332).



ნახ. 329.

ამრიგად, რომბულ კრისტალებში ჩაქრობის მოვლენების განხილვას იმავე დასკვნამდე მივყევართ, რომელიც ტურმალინზე ცდების წარმოების დროს მივიღეთ — რომბულ კრისტალებში აღმოცენილი ორი სხივის რხევათა მიმართულებები ურთიერთ მართობული. გარდა ამისა, რხევათა ეს მიმართულებები კრისტალოგრაფიულ X, Y და Z ლერძების სწვრივი არიან.

რომბული კრისტალების ჯგუფიდან, რომელთა რიცხვი ორ ათასს აღწევს, ჩვენ მხოლოდ ოთხ მინერალს ავიღებთ, რომლებიც რომბულ სისტემაში კრისტალდებიან და გვეცნობით მათ ოპტიკურ თვისებებს. აღებული ოთხი მაგალითი საკმარისი იქნება იმისათვის, რომ მათში ოპტიკურ ლერძთა სიბრტყის და სამი მთავარი გარდატეხის ინდექსის განლაგების სხვადასხვაობა და ორმაგი გარდატეხის სხვადასხვა ძალა ნაჩვენები იყოს.

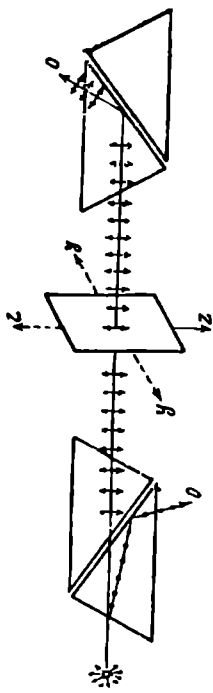
§ 101. ენსტატიტი რომბული, ორ ლერძიანი, ანიზოტროპული. შედგენილობა — $MgSiO_3$.

ჩვეულებრივი სასე მლიფში. უსწორი მარცვლები Z ლერძის სწვრივი ტექჩეალობის ბზარებით. ნახ. 334. Z ლერძის მართობულ კვეთებში ტექჩეალო-

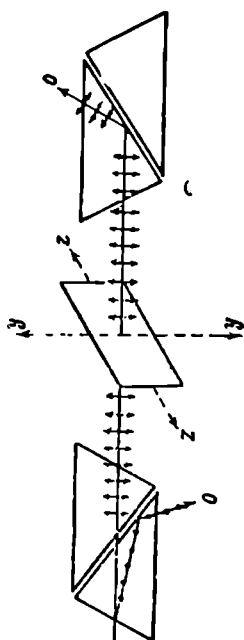
ბის ბზარების ორი სისტემა ჩანს, რომლებიც 92° -იანი კუთხით ჰკვეთენ ერთიმეორეს (ნახ. 336).

უფრო, ზოგჯერ მომწვანო ან მოყვითალო.

გარდატეხის ინდექსები. $\gamma=1,674$; $\beta=1,669$; $\alpha=1,665$.

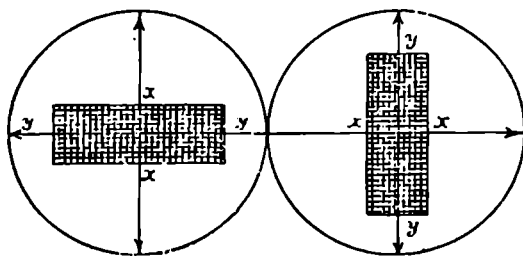


ნახ. 330.



ნახ. 331.

რელიეფი. ენსტატიტს გარდატეხის ინდექსები გაცილებით უფრო დიდი აქვს, ვიდრე კანადის ბალზამს, ამიტომ რელიეფი მკვეთრია და ზედაპირი ხორკლიანი.



ნახ. 332

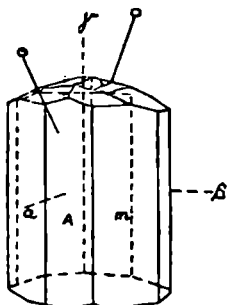
ტექნოლოგია. როგორც ყველა პიროქსენებისათვის, ტექნოლოგია ვერტიკალური პრიზმის (110) სწვრივია. ნაკლებ მკვეთრადაა გამოსახული მეორე—(010) და პირველი—(100) პინაკოიდის სწვრივი განწვევება.

ნიკოლმზი ჯვარამლინია

ინტერფერენციული ფერები. პირველი რიგის ნაცრისფერი, ლიანაცრისფერი, თეთრი და მოყვითალო ფერები. კვარცის მსგავსი ფერებია.

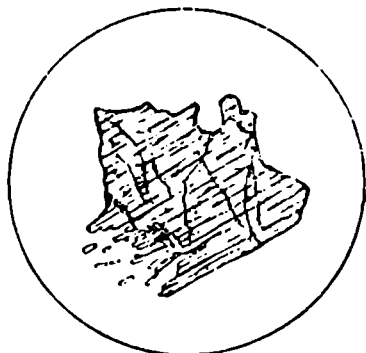
ორმაგი გარდატეხა. რადგან გარდატეხის ორ ინდექსს შორის სხვაობა— $\gamma - \alpha = 0,009$, ორმაგი გარდატეხა სუსტია.

ჩაქრობა. მოგრძო კვეთებში ტექნოლოგიის მიმართულების სწვრივია (ნახ. 335).



ნახ. 333.

ენსტატიტის კრისტალი.



ნახ. 334.

ენსტატიტის შლიფი.

ბაზალურ კვეთებში, სადაც შვეული პრიზმის (110) სწვრივი ტექნოლოგიის ორი მიმართულება ჩანს, ჩაქრობის მიმართულება ბზარებს შორის კუთხეს ყოფს შუაზე (ნახ. 336).

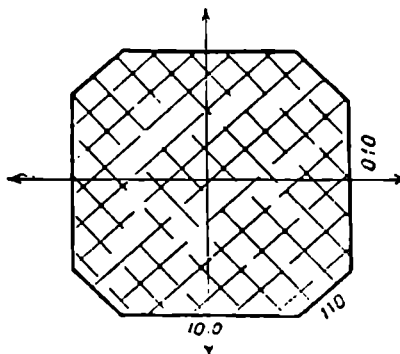
ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე. ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე მეორე პინაკოიდის (010) სწვრივია. ოპტიკურ ღერძთა კუთხე— $2V = 77^\circ$. უდიდესი გარდატეხის ინდექსის— γ -ს მიმართულება ბაზოპინაკოიდის მართობულია. ამასთან γ მახვილი ბისექტრისაა (ნახ. 337).

გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკი. გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკს სივრცეში შემდეგი ორიენტირება აქვს: α უთავსდება X ღერძს, $\beta - Y$ ღერძს და $\gamma - Z$ ღერძს.



ნახ. 335.

ენსტატიტის სწორი ჩაქრობა.



ნახ. 336.

ენსტატიტის სიმეტრიული ჩაქრობა.

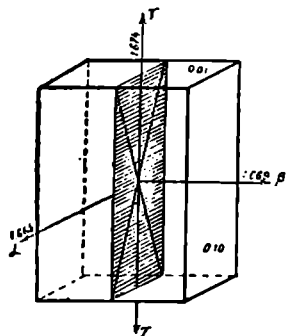
კოორდინატული სიბრტყეებით გადაკვეთას ნახ. 338-ზე ნაჩვენებ-სახე აქვს.

ოპტიკური ხასიათი. რაკი γ მახვილი ბისექტრისაა, ენსტატიტი ოპტიკურად დადებითად ითვლება (ნახ. 339).

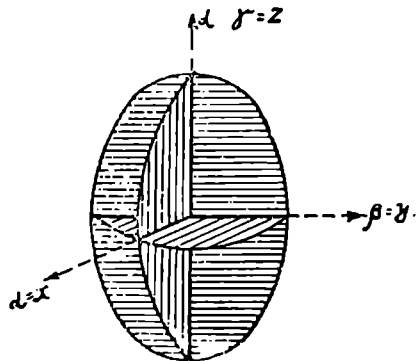
§ 102. შიპერსტენი რომბული, ორღერძიანი, ანიზოტროპული.

შედგენილობა: $(Mg, Fe) Si_2O_6$

ორთოპიროქსენები (რომბული პიროქსენები) შედგენილობის შედარებითი სიმარტივის გამო, უფრო ახლო დგანან ოლოვინის ჯგუფთან, ვიდრე მონოკლინურ პიროქსენებთან. მათში რკინის შემცველობის პროცენტული



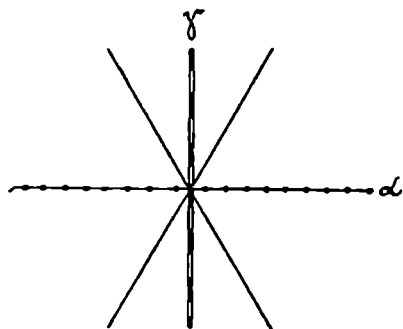
ნახ. 337. ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე ენსტატიტში.



ნახ. 338. ენსტატიტის გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკი.

რაოდენობის მიხედვით შემდეგ სახესხვაობებს გამოყოფენ:

ენსტატიტი	FeO	1%-დან 5%-მდე.
ბრონიტი	FeO	5%-დან 14%-მდე.
შიპერსტენი	FeO	14%-ზე მეტი.



(+)

ნახ. 339. ენსტატიტის ოპტიკური ხასიათი.

შედგენილობასთან შეიძროკავშირში იმყოფება ოპტიკური და სხვა ფიზიკური თვისებები. რკინის შემცველობის გადიდება იწვევს გარდატეხის ინდექსის, ორმაგი გარდატეხის ძალის, ოპტიკურ ღერძთა კუთხის, კუთრი წონისა და შეფერვის ინტენსივობის გადიდებას და, პირიქით, ლღობის ტემპერატურისა და მჟავების მოქმედებისადმი წინამდებარეობის შემცირებას. ორიკომპონენტის — $MgSi_2O_6$ -სა და $FeSi_2O_6$ -ის თვისებები, რომელია იზომორფულ ნარევეს რომბული-

პიროქსენები წარმოადგენენ, სხვადასხვაა. ეს სხვადასხვაობა ორთოპიროქსენების თვისებებში მკლავნდება.

MgSiO₃ უფროა

ობტიკურად დადებითი
საღნობი მილით არ ღლვება .

მკავეებში არ იხსნება
კუთრი წონა 3,1

FeSiO₃ შავი ფერისაა

ობტიკურად უარყოფითი
საღნობი მილით ღლვება და
წარმოშობს მაგნიტურ მინას
მკავეებში იხსნება.
კუთრი წონა—4,0

სახელწოდება („ენსტატოს“—წინააღმდეგობის გამწვევი) მიიღო ძნელად ღლობის გამო.

ენსტატიტების ფიზიკური თვისებები, მათში მაგნიუმის მეტასილიკატის შემცველობის მკვეთრი სიკარბის გამო, MgSiO₃-ის თვისებების მსგავსია და, პირიქით, FeSiO₃-ის საგრძნობი შემცველობა ჰიპერსტენის თვისებებზე მოქმედებს. ამგვარად მათი ფერი მომწვანო ან მორუხო შავია. ზოგი ჰიპერსტენის კუთრი წონა 3,88-ს აღწევს. საღნობი მილით ღლვება და წარმოქმნის მომწვანო-შავ მინაქარს, რომელიც რკინით უფრო მდიდარ სახესხვაობებში მაგნიტური თვისებებით ხასიათდება. მარლის მკავეში ნაწილობრივ იხსნება.

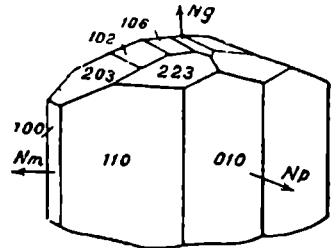
ჰიპერსტენის მაღალი სიმკვრივე (6) მისი სახელწოდების საფუძველი გახდა. ბერძნულად ჰიპერ—ძალიან და სტენოს—მდგრადს, მაგარს ნიშნავს.

საერთო დასასაითება. ქმნის პრიზმულ, ვერტიკალური მიმართულებით რამოდენიმედ წაგრძელებულ (ნახ. 340), აგრეთვე პირველი ან მეორე პინაკოიდის გასწვრივ საქელ ფირფიტოვან კრისტალებს. (ნახ. 341). შლიფებში გვხვდება მომრგვალო პრიზმულ-პირამიდული მარცვლების სახით.

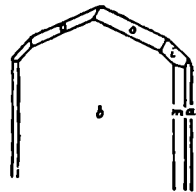
ტექნვადობა სრული მესამე გვარის პრიზმის (110) გასწვრივ ქმნის 88°-იან კუთხეს, რომელიც საერთოა ყველა პიროქსენებისათვის. განწევრება სრული მეორე პინაკოიდისა (010) და იშვიათად პირველი პინაკოიდის (100) გასწვრივ. ტექნვადობისა და განწევრების ეს სახეები განსაკუთრებით კარგად ჩანან განივ კვეთებში (ნახ. 342). ჰიპერსტენის ლითონისებრი ელვარება გამოწვეულია ილმენიტის FeTiO₃-ის ფირფიტისებრი ჩანართებიდან სინათლის არეკლით. ეს უკანასკნელი კი რკინის მეტასილიკატში (FeSiO₃) რკინის ტიტანატის (FeTiO₃) მყარი ხსნარის დაშლის პროდუქტს წარმოადგენს (ნახ. 343).



ნახ. 342. ჰიპერსტენის ბახალური კვეთი.



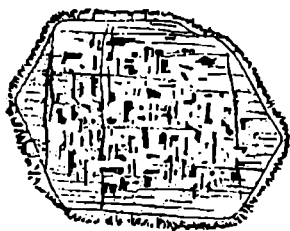
ნახ. 340. ჰიპერსტენის კრისტალი



ნახ. 341. ჰიპერსტენის სკელ ფირფიტისებრი კრისტალი.

მრჩობლები იშვიათია, მაგრამ მონოკლინურ პირო-

ქსენობთან (დიალაგთან) პარალელური შეზრდა ხშირადაა შემჩნეული. ასეთი შეზრდა აიხსნება აგრეთვე სიღრმის ქანების ნელი გაცივებისას ჰიპერსტენში დიალაგის მყარი ხსნარების დაშლით და დიალაგის ფირფიტების გამოყოფით. ეს უკანასკნელნი ორიენტირებული არიან ჰიპერსტენის მეორე პინაკოიდის



ნახ. 343. ჩანართები ჰიპერსტენში.

(010) წახნაგის სწვრივად. ისინი არა გვხვდებიან ეფუზიურ ქანების ჰიპერსტენებში. რადგან სწრაფი გაცივება მყარი ხსნარის დაშლას წინააღმდეგობას უწევდა.

§ 103. ჰიპერსტენის ზემოთ უკვე იყო ოპტიკური თვისებები აღნიშნული, რომ ორ-თოპიროქსენებში $FeSiO_3$ -ის შემცველობის გადიდებასთან ერთად გარდატეხის ინდექსებიც დიდდება.

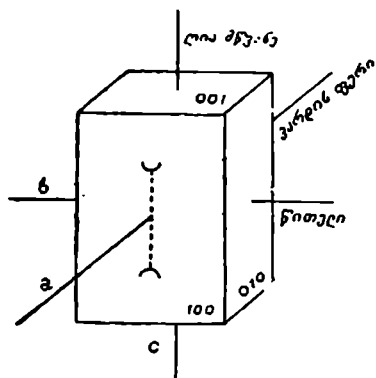
თვისებები	ენსტატიტი		ჰიპერსტენი		
	მორავია	ნორვეგია	ლაბრადორი	პავლეს კუნძული	მანჯური
FeO — %	2,76	5,20	14,8	22,6	46,6
γ	1,665	1,671	1,705	1,727	1,773
α	1,656	1,660	1,692	1,715	1,755
γ — α	0,009	0,011	0,013	0,012	0,018
2V	69°42'	76°54'	—	—	83°
კუთრი წონა	3,15	3,27	3,40	3,50	3,68

მიკროსკოპში ჰიპერსტენს მკვეთრი რელიეფი და ხორკლიანი ზედაპირი აქვს.

პოლარიზებული სინათლე

პლეოქროიზში ენსტატიტს თით-

ქმის არა აქვს, ნათლად მეღვენდება ჰიპერსტენში და თანდათან იზრდება რკინის რაოდენობის გადიდებასთან ერთად. პოლარიზატორის რხევის მიმართულების, გარდატეხის მთავარი ინდექსების α, β, γ მიმართულებასთან შეთავსებისას, ჰიპერსტენის შლიფი სხვადასხვა ფერს ღებულობს (ნახ. № 344). ჰიპერსტენის ვერტიკალური ლერძის სწვრივი კვეთები 90°-ზე ბრუნვის დროს ფერს იცვლიან მომწვანოდან სხვა და სხვა ელფერის მქონე წითელ ფერებად.



ნახ. 344. ჰიპერსტენის პლეოქროიზი.

ნიკოლუმი ჯვარედინია

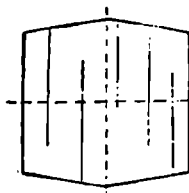
ორმაგი გარდატეხა სუსტიდან შესამჩნევამდე — $\gamma - \alpha = 0,012 - 0,018$; ზოგჯერ 0,020-საც კი აღწევს და მატულობს რკინის შემცველობის გადიდ-

ბასთან ერთად. ანალიზატორის ჩართვისას წარმოიშობა პირველი რიგის მეორე ნახევრის ინტერფერენციული ფერები— ყვითელი და ნარინჯისფერი.

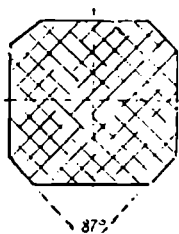
ჩაქრობა სწორი, ვერტიკალური ზონის კვეთებში (ნახ. 345).

1/2 ღერძის მართობულ კვეთებში ჩაქრობის მიმართულება (110) პრიზმის სწვრივი პიროქსენული ტექნივადობის კუთხეებს შუაზე ყოფს (ნახ. 346).

კონუსური სინათლე. ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე (010)-ის პარალელურია, ანუ იგი მეორე პინაკოიდის სწვრივი განაწევრების ნაპრალების პარალელურია (ნახ. 347). მახვილ ბისექტრისას წარმოადგენს გარდატეხის მცირე ინდექსი (α), რომელიც პირველი პინაკოიდის მართობულია (ნახ. 347). 348-ნახაზი, რომელზედაც წარმოდგენილია ჰიპერსტენის მეორე პინაკოიდის პარალელური



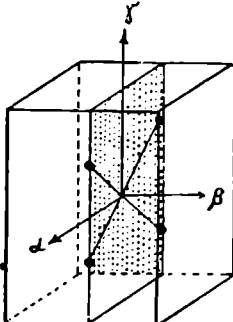
ნახ. 345. ჰიპერსტენის სწორი ჩაქრობა.



ნახ. 346. ჰიპერსტენის სიმეტრიული ჩაქრობა.

კვეთი, გვიჩვენებს ჰიპერსტენის ოპტიკურ ორიენტირებას. რადგან ოპტიკურ ღერძთა კუთხის მახვილ ბისექტრისას α წარმოადგენს, ამიტომ ჰიპერსტენს ოპტიკურად უარყოფით მინერალად სთვლიან.

ოპტიკურ ღერძთა კუთხე: ზემოთ აღნიშნული იყო, რომ ორთოპიროქსენებში შემჩნეულია ოპტიკურ ღერძთა კუთხის გაზრდა მათში რკინის შემცველობის გადიდებასთან ერთად. ენსტატიტის ოპტიკურ ღერძთა კუთხე $2V = +60^\circ$ -დან $+80^\circ$ -მდე. ბრონზიტების ოპტიკურ ღერძთა კუთხე 90° -ს უახლოვდება $-2V + 80^\circ$ -დან -80° -მდე მერყეობს. ბრონზიტები, რომლებიც 12,5% FeO-ს შეიცავენ საინტერესო არიან იმით, რომ მათი ოპტიკურ ღერძთა კუთხე 90° -ის ტოლია. ამ ფარგლებს გარეთ ისინი ოპტიკურად დადებითიდან ოპტიკურად უარყოფითი ხდებიან. FeO-ს შემცველობის 12,5%-ზე ზევით გადიდება ოპტიკურ ღერძთა კუთხის შემდგომ გადიდებას იწვევს და ის 90° -ზე მეტი ხდება. მაშინ ყ ანუ გარდატეხის უდიდესი ინდექსი მახვილი ბისექტრისიდან ბლაგვ ბისექტრისად გადაიქცევა. სხვანაირად რომ ვთქვათ, ბრონზიტი ოპტიკურად უარყოფით მინერალად გარდაიქმნება.

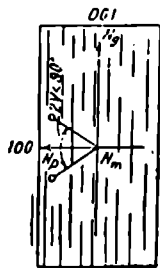


ნახ. 347. ჰიპერსტენში ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე.

დაწყებული $2V = 90^\circ$ -დან ოპტიკურ ღერძთა კუთხის აღნიშვნას თანახმად უარყოფითი ნიშანი — ($-$) 89° , ($-$) 88° , ($-$) 87° ($-$) 82° , ($-$) 81° , ($-$) 80° .

ჰიპერსტენები ისეთი ორთოპიროქსენებია, რომლებშიც რკინის შემცველობა 14%-ს და მეტსაც აღწევს. ცხადია, რომ ისინი ოპტიკურად უარყოფით

ფით მინერალებს წარმოადგენენ და მათში მახვილი ბისექტრისა გარდატეხის მცირე ინდექსის (α) მიმართულებას წარმოადგენს. ჰიპერსტენებში 2V-ს მნიშვნელობა $(-)$ 80°-დან $(-)$ 48°-მდე იცვლება.

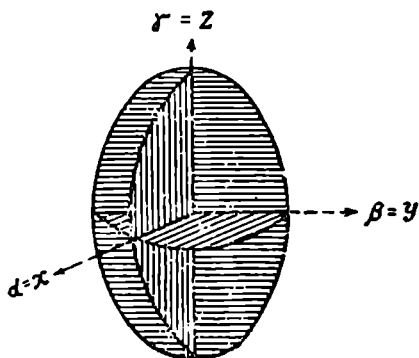


ნახ. 348. ჰიპერსტენის ოპტიკური ორიენტირება.

გარდატეხის ინდექსის გრაფიკი: ელიფსოიდის დიდი ღერძი γ თანხვედება Z ღერძს, მცირე ღერძი α , X ღერძსა და საშუალო β კი Y ღერძს (ნახ. (349)).

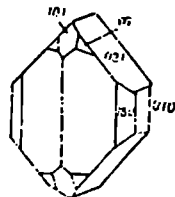
მსგავსი მინერალებიდან განსხვავება: ენსტატიტისაგან ჰიპერსტენი განსხვავდება ოპტიკურად უარყოფითი ხასიათით, ფერით, ნათლად გამოხატული პლეოქროიზმით, გარდატეხის უფრო მაღალი ინდექსებით და ორმაგი გარდატეხის რამოდენიმედ უფრო დიდი ძალით. მონოკლინური პიროქსენებიდან—ვერტიკალური ღერძის სწვრივ კვეთებში—სწორი ჩაქრობით, პლეოქროიზმით და ორმაგი გარდატეხის ნაკლები ძალით.

საბადოები. ჰიპერსტენი რიგი სიღრმის ქანების (ნორიტების, პიროქსენიტების, ზოგი პერიდოტიტებისა და გრანიტების) მთავარ ქანმაშენ მინერალს წარმოადგენს. გვხვდება აგრეთვე



ნახ. 349. ჰიპერსტენის გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკი.

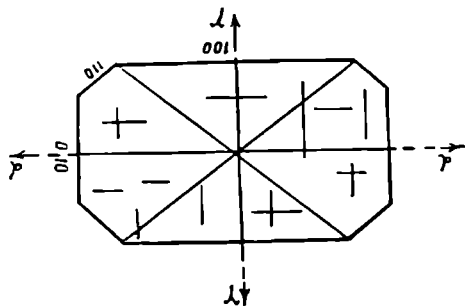
საბადოები. ჰიპერსტენი რიგი სიღრმის ქანების (ნორიტების, პიროქსენიტების, ზოგი პერიდოტიტებისა და გრანიტების) მთავარ ქანმაშენ მინერალს წარმოადგენს. გვხვდება აგრეთვე



ნახ. 350 ოლივინის კრისტალი

ანდეზიტებში და საკმაოდ ხშირად მეტეორიტებშიც.

ქვევლის პროცესები. მინერალ ბასტიტში $H_4(Mg, Fe)_3Si_2O_9$, გადასვლა შემჩნეულია იშვიათად. უფრო ხშირად იგი ლიმონიტისა და ოპალის ნარევეში გადადის.



ნახ. 351. ოლივინის ბახალური კვთი.

§ 104. ოლივინი რომბული, ორღერძიანი, ანიზოტროპული.

შედგენილობა. $(Mg, Fe)_2SiO_3$. ჩვეულებრივი სასე პლიფში. პრიზმული კრისტალები ან დაკუთხული ნატეხები და მარცვლები. მოგრძო კვეთებს სწორკუ-

თხედების სახე აქვთ. გარდგარდმო კვეთები-კი ექვსკუთხედებს და რვაკუთხედებს წარმოადგენენ (ნახ. 351 და 352).

ფერი. თითქმის უფერო. თუ რკინის რაოდენობა დიდია ოდნავ მოწითალო ფერს ღებულობს.

გარდატეხის ინდექსები: $\gamma=1,697$; $\beta=1,678$; $\alpha=1,661$.

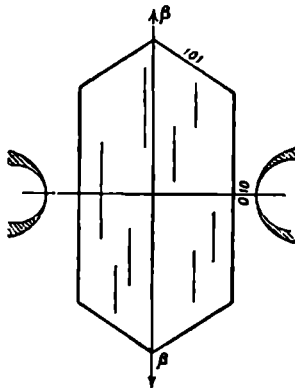
რელიეფი. რელიეფი მკვეთრია და ზედაპირი ხოკლიანი გვეჩვენება.

ტყევალობა. იშვიათად ჩანს. ოლივინის ცუდად გამოხატული ტყევალობა აქვს ორი მიმართულებით: მეორე (010) და პირველი (100) პინაკოიდის სწვრივად. ოლივინი ხშირად დასერილია არასწორი ნაპრალებით, რომლებიც სერპენტინში გადასვლის გამო განიერდებიან.

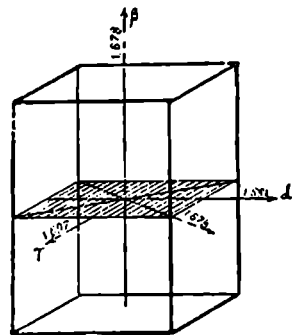
ჩანართები. ჩანართებს ეკუთვნიან ქრომიტი — $FeCr_2O_4$, მაგნეტიტი — $FeFe_2O_4$, აპატიტი — $Ca_2(ClF)P_2O_{11}$. ხშირად, ბაზალტურ ქანებში, ჩანართებს წიდა და მინა წარმოადგენენ. სითხის ($NaCl$ -ის და Cl_2 -ის) ჩანართები პერიოდოტიტებში და ოლივინის ლოდებში გვხვდება.

ნიკოლაზი ჯვარდინია

ინტერფერენციული ფერები — მეორე და მესამე რიგის კაშკაშა ლურჯი, მწვანე, ვარდისფერი, ყვითელი და ა. შ.



ნახ. 352. ოლივინის კვეთი პირველი პინაკოიდის გასწვრივ.



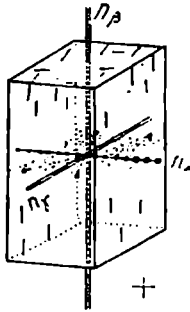
ნახ. 353. ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე ოლივინში.

ორმაგი გარდატეხა ძლიერია. ორ გარდატეხის ინდექსის შორის სხვაობა — $\gamma - \alpha = 0,036$.

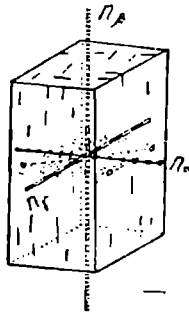
ჩაქრობა ტყევალობის ხაზების ანუ X, Y და Z ღერძების სწვრივია.

ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე ოლივინში ბაზისის (001) სწვრივია. ოპტიკურ ღერძთა კუთხე დიდია — $2V = 80^\circ$. უდიდესი გარდატეხის ინდექსის მიმართულება პირველი პინაკოიდის (100) მართობულია (ნახ. 353). ამასთან γ მახვილი ბისექტრისაა.

ოპტიკურ ღერძთა კუთხე სხვადასხვა მნიშვნელობისაა იმის და მიხედ-
ვით, თუ ოლივინი რკინის (FeO) რა რაოდენობას შეიცავს. FeO-ს რაოდენო-
ბის ზრდასთან ერთად იზრდება ოპტიკურ ღერძთა კუთხეც (ნახ. 354 და 355).

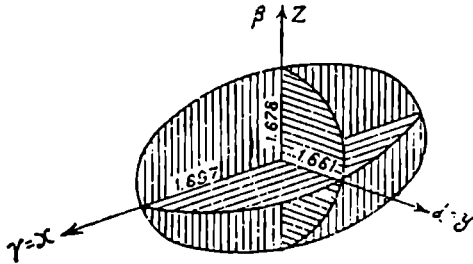


ნახ. 354. ოპტიკურად დადებითი (+) ოლივინი.



ნახ. 355. ოპტიკურად უარყოფითი (-) ოლივინი

გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკი. სამღერძიან ელიფსოიდს, რომელიც
გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკს წარმოადგენს, კოორდინატთა ღერძების მი-
მართ შემდეგი ორიენტირება აქვს



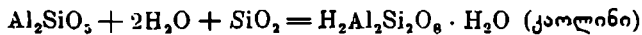
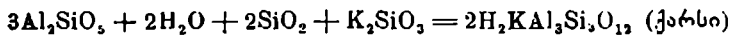
ნახ. 856. ოლივინის გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკი.

γ უთავსდება X ღერძს, β —Z ღერძს
და უმცირესი გარდატეხის ინდექ-
სი α —Y ღერძს (ნახ. 356).

ოპტიკური ხასიათი. ოლი-
ვინი შეიძლება იყოს როგორც
ოპტიკურად დადებითი, ისე უარ-
ყოფითი. თუ FeO-ს რაოდენ-
ობა 13% ზე მეტია, იგი ოპტი-
კურად უარყოფითია. ნახ. 354-ზე
ნაჩვენებია დადებითი, ხოლო

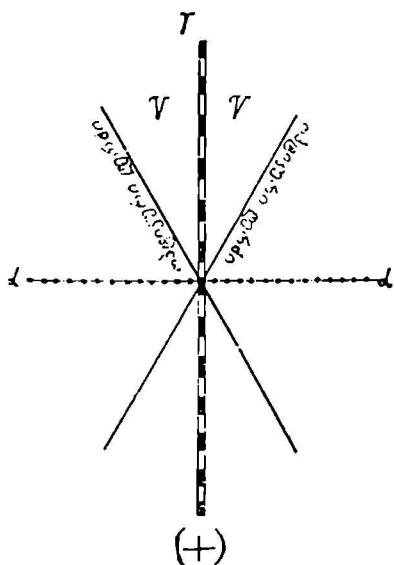
355-ზე კი ოპტიკურად უარყოფითი ოლივინი.

რომბული, ორღერძიანი, ანიზოტროპული.
§ 105. ანდალუზიტი შედგენილობა. Al_2SiO_5 ; Al_2O_3 —63,2%; SiO_2 —
—36,8%; მეაეები, მათ შორის HF-იც, არ მოქმედებს, შეცვლის, პროცესების
დროს გადადის თეთრ ქარსში და კაოლინში



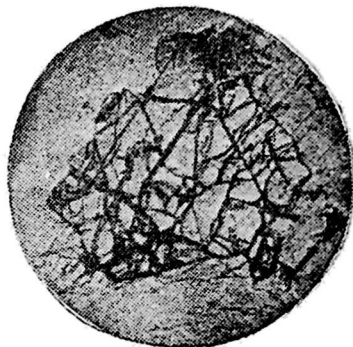
ანდალუზიტის კრისტალები წახნაგებით ღარბია; ისინი ჩვეულებრივ
წარმოქმნილი არიან ბაზოპინაკოიდიტ (001) და ვერტიკალური პრიზმით
(110), რომლებთანაც ზოგჯერ მეორე გვარის პრიზმის (101) წახნაგებიც გვხვ-
დება (ნახ. 360).

ტყევადობა ვერტიკალური (110) პრიზმის გასწვრივ, რომლის წახაგები თითქმის სწორი კუთხით იკვეთებიან:
 $(110) : (110) = 89^{\circ}10'$ (ნახ. 361).



სიმაგრე დიდი 7 7.5: კუთრი წონა—3,1 3,2

ფერი სხედასხვა: ნაკოსიდური, მოწითალო, რუხი, მომწვანო. ანდალუზიტის კრისტალები ჩვეულებრივ ნახშიროვანი ნიეთიერების ჩანაოვების შემ-



ნახ. 357. ოპტიკურად დადებითი ხასიათი, γ — წარმოადგენს მახვილ ბისექტრისას.

ნახ. 358. ოლივინის შლიფი

ცვლობის გამო ზუქათ არიან შეფერილი, მაგრამ მიკროსკოპში ანდალუზიტის მარცვლები უფერო ან მოვარდისფრო გვეჩვენებენ.



ნახ. 359.

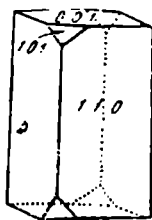


ნახ. 359 ა.

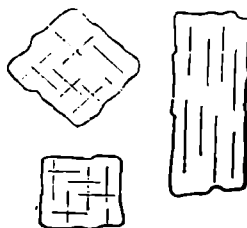
ოლივინის სახე მაგმური ქანების შლიფებში.

ჩვეულებრივი სახე შლიფში. გვხვდება მოკლე, მომრგვალებული პრიზმული კრისტალების სახით, განივ კვეთებს თითქმის კვადრატული მოხაზუ-

ლობა აქვს შესამჩნევი რელიეფით (ნახ. 363). უფერო, ზოგჯერ კი მოვარდისფრო, უკანასკნელ შემთხვევაში იჩენს შესამჩნევ პლეოქროიზმს—მოვარდისფროდან უფერომდე. პლეოქროიზმი ზოგჯერ უწყსოთ განლაგებული ლაქების სახით მელაენდება.

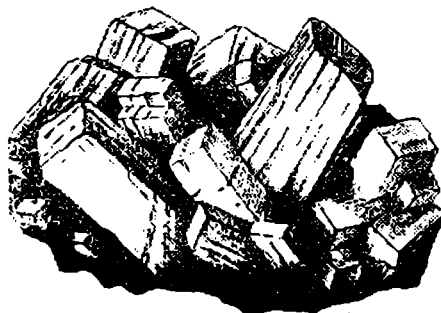


ნახ. 360. ანდალუზიტის კრისტალი.



ნახ. 361. ანდალუზიტის ტყევადობა

კარდატესის ინდექსები: $\gamma=1,643$, $\beta=1,638$, $\alpha=1,632$. ამის გამო კარდად შესამჩნევი რელიეფი და ხორკლიანი ზედაპირი აქვს. ჩანს მესამე გვარის პრიზმის (110) სწორივი ტყევადობის სიბრტყეები, რომლებიც ერთმანეთს სწორი კუთხით კვეთენ.



ნახ. 362. ანდალუზიტის დრუზა.

პლეოქროიზმი მელაენდება მხოლოდ ვერტიკალური ზონის კვეთებში და დამახასიათებელი არ არის განივი კვეთებისათვის.

ნიკალები ჯვარედინია. ორმაგი გარდატეხა სუსტია $\gamma-\alpha=0,011$, რამოდენიმედა ზალალი. ვიდრე კვარცს აქვს. ანალიზატორის ჩართვისას წარმოიშობა ინტერფერენციული ფერები—პირველი რიგის თეთრი და ყვითელი.

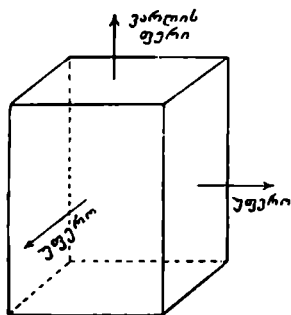
პლეოქროიზმი — ანდალუზიტის მხოლოდ შეფერილ სახესხვაობებს ახასიათებს. შლიფის ბრუნვის დროს შეფერვა იცვლება მოვარდისფროდან მკრთალ მოყვითლომდე ან მკრთალ მომწვანომდე, ზოგჯერ თითქმის უფერომდე. 364 ნახაზიდან ნათლად ჩანს, რომ



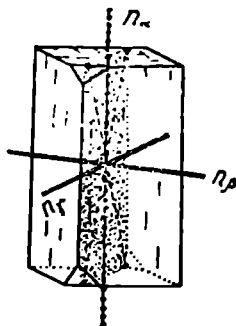
ნახ. 363. ანდალუზიტის შლიფი.

ჩაქრობა წაგრძელებულ კვეთებში გრძელი Z ღერძის სწვრივია, განივ კვეთებში კი სიმეტრიული.

ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე ანდალუზიტში მეორე პინაკოიდის (010) სწვრივია. ოპტიკურ ღერძთა კუთხე დიდი, $2V = 86^\circ$. გარდატეხის



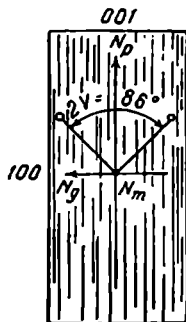
ნახ. 364. ანდალუზიტის პლეოქროიზმი.



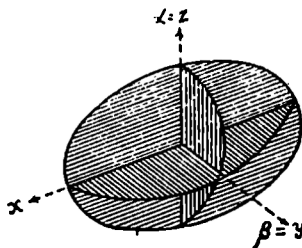
ნახ. 365. ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე ანდალუზიტში..

მცირე ინდექსის (α) მიმართულება მახვილ ბისექტრისას წარმოადგენს (ნახ. 365).

ოპტიკური სასიათი. ნახაზი 366 წარმოადგენს ანდალუზიტის კვეთს მეორე პინაკოიდის სწვრივად; მასზე ნაჩვენებია ამ მინერალის ოპტიკური ორიენტაცია. მახვილ ბისექტრისას— α გარდატეხის მცირე ინდექსი წარმოადგენს; ამის გამო ანდალუზიტის კრისტალები ოპტიკურად უარყოფითად



ნახ. 366. ანდალუზიტის ოპტიკური ორიენტაცია.

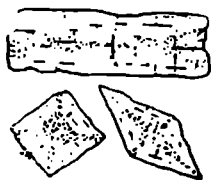


ნახ. 367. ანდალუზიტის გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკი.

ითვლებიან. უარყოფით ოპტიკურ ხასიათს მოკლედ აღნიშნავენ ოპტიკურ ღერძთა კუთხის ($2V$) ნიშნულს $(-)$ წინ მიწესით ($-$) ($-2V = 86^\circ$).

გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკი. ელიფსოიდის დიდი ღერძი γ ორიენტირებულია X ღერძის გასწვრივ, Z ღერძს თანხვედება α , ხოლო ოპტიკური ნორმალი β , Y ღერძს უთავსდება (ნახ. 367).

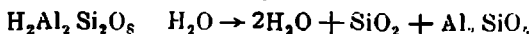
ჩანართები. ანდალუზიტის სახესხვაობაში, რომელიც „ხიასტოლითად“ არის წოდებული, ნახშიროვანი ნივთიერების ჩანართები განლაგებული არიან განსახლებული კრისტალოგრაფიული მიმართულებით. ეს ჩანართები განივ-კვეთებში ქმნიან შავ ჯვარს, ხოლო წაგრძელებულ კვეთებში კი განლაგებული არიან სარტყლის სახით, რომლის ბოლოები თართოვლებიან (ნახ. 368).



ნახ. 368. ჩანართები ანდალუზიტში

ბ) დიოქსიდისაგან—უფრო სუსტი ორმაგი გარდატეხით (დიოქსიდის $\gamma - \alpha = 0.030$), განივი კვეთების რომელიც კვადრატული ფორმით და წაგრძელებულ კვეთებში სწორი ჩაქრობით.

საბადოები. ანდალუზიტი მეტამორფული ქანების და თიხა-ფიქლების გრანიტთან კონტაქტური ზონების ტიპური მინერალია. თიხის მინერალები კონტაქტის ზონის სიახლოვეში ძლიერი გახურებით კარგავენ წყალს, კაემიწის ნაწილს და ანდალუზიტად გარდაიქმნებიან.



კალინი

ანდალუზიტი.

§ 106. ნატროლითი

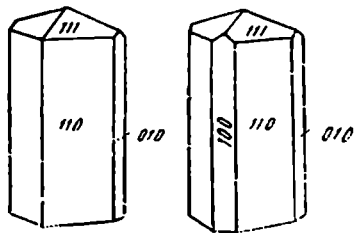
რომბული, ორღერძიანი, ანიზოტროპული.

შედგენილობა. $Na_2Al_2Si_3O_{10} \cdot 2H_2O$. ნატროლითი

ციკლოტენება ცეოლითების („მულარე ქვები“) ჯგუფს, წყალშემცველ ალუმოსილიკატებს, რომლებიც ადვილად ღლევიან ბუშტულების გამოყოფით, ამასთან ნატრიუმის ცეოლითები ლობისას გვაძლევენ გამჭვირვალე მინას. კალციუმის ცეოლითები კი, თეთრ მი-ნაქვარს.

ნატროლითი იმ 6 მინერალთაგანია. რომელიც შერჩეულია ფონ კობელის მიერ ლობის სკალისათვის. ამ სკალაში მინერალები განლაგებულია ლობის ტემპერატურათა ზრდის მიხედვით: სტიბნიტი— Sb_2S_3 , ლობადობა=1, ნატროლითი — $Na_2Al_2Si_3O_{10}$

$2H_2O$ ლობადობა=2, ალმანდინი— $Fe_2Al_2Si_3O_{12}$, ლობადობა=3, აქტინოლითი— $H_2(Mg,Fe)_2Ca_2Si_8O_{23}$, ლობადობა=4, ორთოკლაზი $K_2Al_2Si_6O_{16}$ ლობა=5, ბრონზიტი $(Mg,Fe)SiO_3$ ლობა=6. სტიბნიტის ლობის ტემპერატურა $525^\circ C$, ნატროლითის— 965° , ალმანდინის— 1200° , აქტინოლითის— 1296° , ორთოკლაზის— 1310° და ბრონზიტის— 1380° .

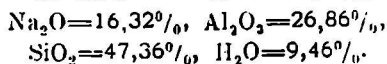


ნახ. 369. ნატროლითის კრისტალები.

ნატროლითის კრისტალები შემოფარგლული არიან ვერტიკალური პრიზმის (110), შერეე პინაკოიდის (010) და რომბული ბიპირამიდის (111) წახნაგებით, რომლებთანაც ზოგჯერ პირველი პინაკოიდიც (100) გვხვდება (ნახ. 369). ტყეწვადობა საშუალო, (110) პრიზმის სწვრივი. კრისტალთა ჰაბიტუსი, ჩვეულებრივ, სვეტიცებრი (ნახ. 370). ნატროლითი ხშირად ქჷნის რადიალურ-სხივოსნურ აგრეგატებს, გვხვდება აგრეთვე სფეროლითების და ბოქვოვანი მასების სახით.

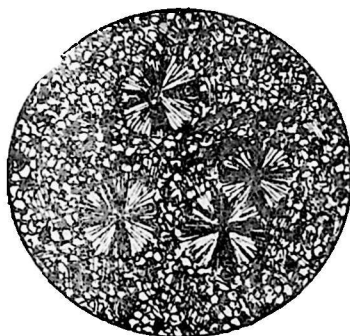
სიმაგრე 5—5,5, მსხვრევადია, კუთრი წონა—2.2—2,5.

ფერი. უფერო და გამჭვირვალე, ან თეთრი. მოყვითალო და მოწითალო ელფერი. ელვარება შინის. მარილმჟავაში იხსნება და გამოიყოფა სილიციუმის მჟავის კოლოიდური ნალექი. შემადგენელ ენგეულთა პროცენტული რაოდენობა შემდეგია:



სვეულებრივი სასე შლიფში. უფერო; ზოგჯერ ბოქვოვან კრისტალთა აგრეგატები, აგუფდებიან სფეროლითებად, რომლებიც ჯვარედინ ნიკოლებში მუქ ჯვარს გვაძლევენ (ნახ. 371).

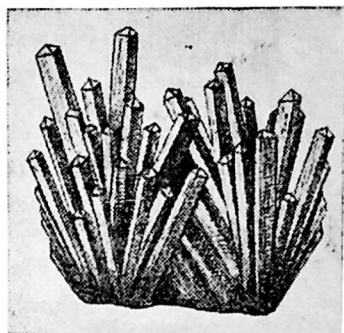
გარდატეხის ინდექსები კანადის ბალზამის გარდატეხის ინდექსზე დაბალი ($\alpha=1,478$, $\beta=1,483$, $\gamma=1,490$). ამის გამო, ნატროლითის დიდ კრისტალებს აქვთ უარყოფითი რელიეფი, ისინი ძეზობელ მინერალებზე დაბლა განლაგებულად გვეჩვენებიან და მათი ზედაპირი ხორკლიანია.



ნახ. 371 ნატროლითის სფეროლითები

ნათლის გარდატეხის ინდექსები ქიმიური შედგენილობის ცვალებადობასთან დაკავშირებით მერყეობენ:

$$\gamma=1,485-1,493, \beta=1,476-1,483, \alpha=1,473-1,480.$$

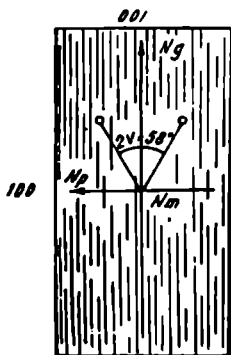


370.

ნატროლითის დრუხა

ოპტიკური ორიენტირება: ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე მეორე პინაკოიდის (010) სწვრივია, მახვილი ბისექტრისა γ ან. სხვაგვარად. Nგ მესამე პინაკოიდის (001) მართობულრა, ოპტიკურ ღერძთა კუთხე იეოყეობს 58° -დან 63° -მდე ($2V=58^\circ-63^\circ$). 372-ე ნახაზზე წარმოდგენილია ნატროლითის ოპტიკური ორიენტირება. ნატროლითის სი-

ზოგი ავტორი ბერძნული ასოების α , β და γ -ს მაგივრად აღნიშნავენ სინათლის გარდატეხის მცირე ინდექსს ორი ასოთი Np , სინათლის გარდატეხის საშუალო ინდექსს Nm და სინათლის გარდატეხის დიდ ინდექსს Ng ; ასო N ნიშნავს სინათლის გარდატეხის ინდექსს, პატარა ასოები p , m და g წარმოადგენენ ფრანგული სიტყვების petit—მცირე, medium—საშუალო და grand—დიდი, საწყის ასოებს; ამგვარად Ng ისევე როგორც γ ნიშნავს სინათლის



ნახ. 372. ნატროლითის ოპტიკური ორიენტირება.

c ღერძს და ამიტომ ნატროლითის წაგრძელება დადებითია.

ოპტიკური სასიათი დადებითი (+), რადგან γ მახვილ ბისექტრისას წარმოადგენს (ნახ. 373).

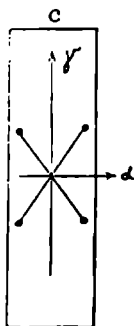
შენიშვნა: ნატროლითი პირველადი მინერალის სახით ქანებში არასოდეს არ გვხვდება; ჩვეულებრივ იგი ვულკანურ ქანებში ავსებს მინდალინისებურ სიციარიელებს და წარმოადგენს ჰიდროთერმულ პოსტვულკანურ წარმონაქმს. გარდა ამისა, იგი ჩვეულებრივ წარმოიშობა სოდალითის $3Na_2Al_2Si_2O_8 \cdot NaCl$, ნეფელინის $Na[AlSiO_3]$ და მუყავე პლაგიოკლაზების შეცვლის შედეგად.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. მეზოლითისაგან, სკოლეციტისაგან და სხვა გავრცელების პირობების მიხედვით ანალოგიური ცეოლითებისაგან ნატროლითის თვალით გარჩევა ძნელია. ზუსტი განსაზღვრისათვის საჭიროა ოპტიკური კონსტანტების გაზომვას ან კიმიურ ანალიზს მივმართოთ.

საბადოები ხშირად გვხვდება ვულკანური ქანების ბაზალტების და პორფირიტების მინდალინებსა და ევოლებში.

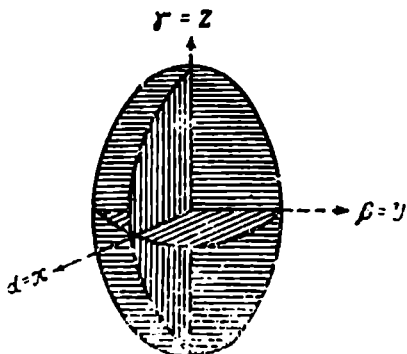
ნეფელინიანი სიენიტების პეგმატიტურ ძარღვებში ნატროლითი ყველაზე გვიან წარმოშობილ ჰიდროთერმულ მინერალს წარმოადგენს.

ნატროლითის დიდი ზომის კრისტალები ნაპოვნია შორაპანში, პორფირი-



ნახ. 373. ნატროლითის ოპტიკურად დადებითი ხასიათი.

ტების ევოდებში, ანალციმთან $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ და ლომონტიტთან $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ერთად.

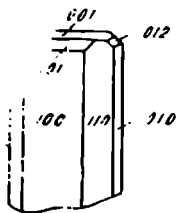


374. ნატროლიტის გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკი.

§ 107. ტომსონიტი რომბული, ანიზოტროპული, ორღერძიანი. შედგენილობა. $\text{Ca}_3\text{N}_2(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

ქიმიური შედგენილობა ცვალებადია და იცვლება კალციუმის შეფარდება ნატრიუმთან, ნატრიუმის ნაწილი შეიძლება ჩაანაცვლოს კალიუმმა.

საერთო დასასიათება. ტომსონიტის კრისტალები წარმოშობილი არიან სამი პინაკოიდისა და პირველი, მეორე და მესამე გვარის პრიზმების შეხამებით (ნახ. 375). კრისტალების იერი—პრიზმული, ფსევდოკვადრატული. ზოგჯერ გვხვდება შენაზარდები ნატროლიტთან. იშვიათია კარგად გან-



ნახ. 375. ტომსონიტის კრისტალი

ნახ. 376. რადიალურ-სხივოსნური ტომსონიტი.

ვითარებული კრისტალები, უფრო ხშირად გვხვდება რადიალურ—სხივოსნური აგრეგატების სახით (ნახ. 376).

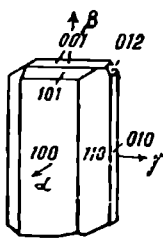
ფერი—უფერო, თეთრი ან ღიად შეფერილი სხვადასხვა ელფერიით. ელვარება—მინის, ტყეჯალობის სიბრტყეებზე საღაფისებრი. სიმკვრე—5—5,5. მსხვრევალია.

ტექნიკაობა სრული მეორე პინაკოიდის (010) გასწვრივ და უფრო სუსტი პირველი პინაკოიდის (100) გასწვრივ.

კუთრი წონა— 2,3—2,4; სადნობი მილით ადვილად ღლვება, ფუელება და იძლევა თეთრ მინანქარს (ნატროლითი გვაძლევს გამჭვირვალე მინას). ღლობადობა = 2. ადვილად იხსნება მარილის მჟავაში სილიციუმის მჟავის კოლოიდური ნალექის გამოყოფით; სხვა ცეოლითების მსგავსად ჩვეულებრივ გვხვდება ლავეების სიყარიელებში—მინდალინებში და ეჟოდებში.

ტომსონიტი ნეფელინიან სიენიტებში გვხვდება, როგორც ნეფელინის ჰიდროთერმული შეცვლის პროდუქტი.

ჩვეულებრივი სახე შლიფში. ჩვეულებრივ მეორე პინაკოიდის (010) მიმართ ფირფიტისებრი, ვერტიკალურად დაშტრიხული პრიზმები ან ბოქკოები, ხშირად გვხვდება რადიალური აღნაგობის აგრეგატები.

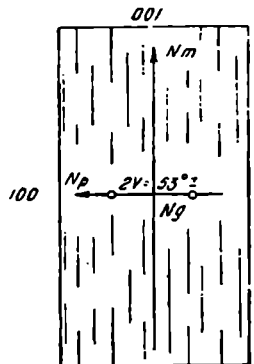


ნახ. 377. ტომსონიტში მთავარ გარდატეხის ინდექსთა განლაგება.

გარდატეხის ინდექსები კანადის ბალზამთან შედარებით რამდენადმე დაბალია და ქიმიური შედგენილობის ცვალებადობის გამო მერყეობს სხვადასხვა საბადოების ტონსონიტებში: $N_g(\gamma) = 1,518 - 1,545$, $N_m(\beta) = 1,513 - 1,532$, $N_p(\alpha) = 1,511 - 1,530$.

რელიეფი სუსტია და ტომსონიტის ფირფიტების ზედაპირი გლუვი გვეჩვენება.

ოპტიკური ორიენტირება. ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე მესამე პინაკოიდის (001)-ის სწვრივია, ე. ი. წაგრძელების მართობული. სინათლის გარდატეხის დიდი ინდექსი $N_g(\gamma)$ მეორე პინაკოიდის (010)-ის მართობულია (ნახ. 377). ოპტიკურ ღერძთა კუთხე $2V = 47^\circ$ -დან 75° -მდე მერყეობს. 378 ნახაზზე, რომელიც ტომსონიტის ოპტიკურ ორიენტირებას გამოხატავს, ორი ოპტიკური ღერძი აღნიშნულია რგოლებით მესამე პინაკოიდის (001) სწვრივად განლაგებულ მცირე გარდატეხის ინდექსის N_p ხაზზე.



ნახ. 378. ტომსონიტის ოპტიკური ორიენტირება.

ნიკოლეები ვუარეღინია.

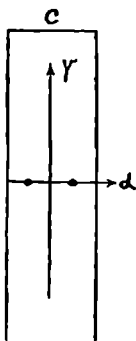
ინტერფერენციული ფერები სხვადასხვა ტომსონიტებს სხვადასხვა აქვთ: ზოგს პირველი რიგის ნაცრისფერი და თეთრი, ზოგს პირველი რიგის—ყვითელი, ნარინჯისფერი და წითელიც კი. ეს იმიტომ ხდება, რომ ტომსონიტების ორმაგი გარდატეხის ძალა 0,006-დან 0,020-მდე მერყეობს ($\gamma - \alpha = 0,006 - 0,020$).

ოპტიკური ხასიათი—დადებითი (+) მოკლედ ამას აღნიშნავენ ფრჩხილებში ჩასმული + ნიშნით და ათავსებენ ოპტიკური კუთხის ღერძების აღნიშვნის წინ (+) $2V = 47^\circ - 75^\circ$; ტომსონიტის დადებითი ხასიათი განისაზღვრება იმით,

რომ ოპტიკურ ღერძთა კუთხის მახვილ ბისექტრისას წარმოადგენს სინათლის გარდატეხის დიდი ინდექსი $Ng(\gamma)$ (ნახ. 379).

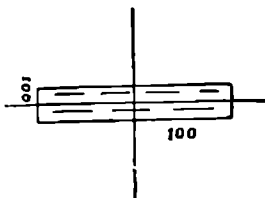
დიაგნოსტიკა. სკოლეციტისაგან და სხვა მონოკლინურ ცეოლითები-საგან ტომსონიტი სწორი ჩაქრობით და წაგრძელების დადებითი ნიშნით განსხვავდება.

ნატროლითისაგან, რომელსაც აგრეთვე სწორი ჩაქრობა და დადებითი წაგრძელება ახასიათებს, ტომსონიტი განსხვავდება სინათლის გარდატეხის უფრო მაღალი ინდექსებით და იმით, რომ ლლობის დროს გვაძლევს თეთრ მინანქარს და არა გამკვირვალე მინას.



ნახ. 379. ტომსონიტის ოპტიკურად დადებითი ხასიათი

მიკროსკოპში ტომსონიტი გამოიკნობა იმით, რომ მისი მთავარი ტყეზადობა, მეორე პინაკოიდის (010) სწერივი,



ნახ. 380. ტომსონიტის სწორი ჩაქრობა.

დადებითი მახვილი ბისექტრისას $\gamma(Ng)$ მართობულია (იხ. ნახ. 378).

ტომსონიტის მეორე განმასხვავებელ ნიშანს წარმოადგენს მისი ტყეზადობის მეორე მიმართულების — პირველი პინაკოიდის (100) სწერივი ტყეზადობის მიმართ სწორი ჩაქრობა (ნახ. 380).

საბადოები. ტომსონიტი მუდამ გვხვდება სხვა ცეოლითებთან ან პრენიტთან $Ca_2Al_2Si_3O_{10} \cdot (OH)_2$ ერთად ფუფე ვულკანური ქანების სიცარიელებში ან კონტაქტურად შეცვლილ კირქვებში. პრენიტთან ერთად გვხვდება კურსების ტეშენიტის ევოდებში.

§ 108. ცოიზიტი რომბული, ორღერძიანი, ანიზოტროპული.

შედგენილობა $Ca_2Al_2Si_3O_{12}(OH)$. ზოგჯერ მცირე რაოდენობით (5%-მდე) შეიცავს Fe_2O_3 -ს.

მიეკუთვნება ეპიდოტის ჯგუფის მინერალებს და წარმოადგენს ამ ჯგუფის რომბულ წევრს. ეპიდოტის ჯგუფში შედიან შემდეგი მინერალები: ცოიზიტი, კლინოცოიზიტი, ეპიდოტი, პიემონტიტი, ორთიტი და სხვ. უფრო იშვიათი მინერალები. მათი შედგენილობა შემდეგი ფორმულებით გამოისახება:

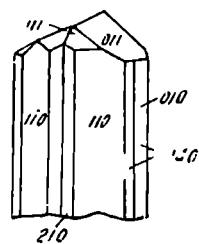
ცოიზიტი	$Ca_2 Al_2 Si_3 O_{12} (OH)$	რომბული
კლინოცოიზიტი	$Ca_2 Al_2 Si_3 O_{12} (OH)$	მონოკლინური
ეპიდოტი	$Ca_2 (Al, Fe)_3 Si_3 O_{12} (OH)$	
პიემონტიტი	$Ca_2 (Al, Mn, Fe)_3 Si_3 O_{12} (OH)$	
ორთიტი	$(CaCe)_2 (Al, Fe)_3 Si_3 O_{12} (OH)$	

საერთო დასასიათება. ცოიზიტი ეწოდება ცოიზის საპატრივცემლოდ, რომელმაც ეს მინერალი პირველად აღმოაჩინა. კრისტალები პრიზმული (ნახ. 381),

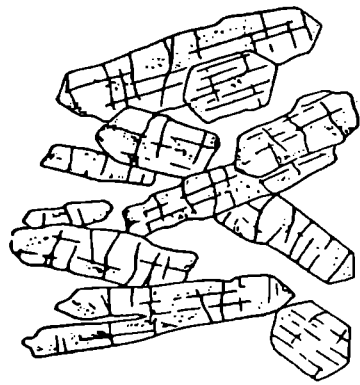
პრიზმის წახნაგები ჩვეულებრივ ძლიერ დაშტრიხული არიან, ცოიზიტი მაგურ ქანებში გვხვდება პლაგიოკლაზების შეცვლის პროდუქტის სახით; სოსურიტი წარმოადგენს შეცვლილ პლაგიოკლაზს, გადასულს ცოიზიტის, მეორადი ალბიტის და სერიციტის $H_2KAl_3Si_3O_{12}$ ნარევეში, რომელთანაც ხშირად გვხვდება მწვანე მინერალები: აქტინოლითი $H_3(Mg,Fe)_2Ca_2Si_8O_{24}$ და ქლორიტი $[m H_3Mg_2Si_2O_6, nH_3Mg_2Al_2SiO_6]$;

ცხელი წყლების „პიდროთერმების“ მოქმედების შედეგად, კალციუმით მდიდარი „ფუძე“ პლაგიოკლაზები განიცდიან სოსურიტიზაციას. ცოიზიტის აგრეგატებს უფრო ხშირად აქვთ ჩხირისებრი ან მარცვლოვანი აღნაგობა.

ფერი—ნაცრისფერი, ნომწვანო, რუხი; ელვარება მინის; სიმაგრე—6, სრული ტკეჩვადობა აქვს მეორე პინაკოიდის (010) გასწვრივ და სუსტი პირველი პინაკოიდის (100) გასწვრივ; მორატები უსწორო, კუთრი წონა 3,25—3,36; სადნობი მილით ღვება, იძლევა თეთრ ბუშტულებიან მასას, რომელიც გარეგნულად ყვავილოვან კომბოსტოს მოგვაგონებს. ღობადობა=3 (~1200°); მჟავებში არ იხსნება, მაგრამ წინასწარი გაღობის შემდეგ მჟავებში იხსნება და გვაძლევს სილიციუმის მჟავის კოლოიდურ ნალექს.



ნახ. 381. ცოიზიტის კრისტალი.



ნახ. 382. ცოიზიტის სახე შლიფში.

როცა ცოიზიტი შეიცავს 5%-ზე მეტ რკინის ჟანგს, მაშინ ის მონოკლინურ სინგონიაში კრისტალდება, ე. ი. გადადის ეპიდოტში და მოყვითალო მწვანე შეფერვას იღებს. ოპტიკური თვისებები ცოიზიტისა, რომელიც არ შეიცავს რკინას, და ცოიზიტისა, რომელიც რკინას შეიცავს სხვადასხვა-მათ გამოყოფენ α-ცოიზიტის (M_2O_3 -ს მოკლებული) და β-ცოიზიტის (რკინის შემცველი) სახელწოდებით.

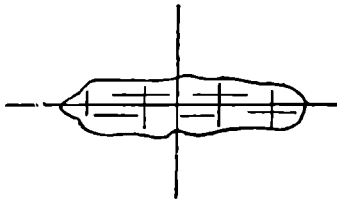
ოპტიკური თვისებები. სინათლის გარდატეხის ინდექსები გაცილებით მაღალია, ვიდრე კანადის ბალზამს აქვს და მატულობს რკინის ჟანგის ზრდასთან ერთად; $N_g=1,702$ -დან $1,706$ -მდე, სინათლის გარდატეხის საშუალო ინდექსი $N_m=1,696$ -დან $1,700$ -მდე; ამის გამო, რელიეფი მკვეთრია და მარცვლების ზედაპირი ხორკლიანი (ნახ. 382); ტკეჩვადობა მეორე პინაკოიდის (010) გასწვრივ, რომელიც შლიფში კარგად ჩანს.

დაზოლარებული სინათლე. პლექროიზმი არა აქვს.

ნიკოლები ჯვარედინია

ინტერფერენციული ფერები დაბალი პირველი რიგის, ნაცრისფერიდან თეთრამდე, ზოგჯერ აქვს უვითელი და მუქი ლურჯი ანომალური ფერები; ცოიზიტის ოპტიკური თვისებები ზრდის ცალკეულ ზონებში Fe_2O_3 -ის შემცველობის მიხედვით ზოგჯერ ერთსადაიმაცეკრისტალებში იცვლება; ამის გამო, ასეთი ცოიზიტის ინტერფერენციული ფერები ლაქებრივია.

ასე მაგალითად, $2,14\%$ Fe_2O_3 -ის შემცველ ცოიზიტს აქვს შემდეგი სინათლის გარდატეხის მაჩვენებლები: $N_g=1,718$ $N_m=1,703$ და $N_p=$



ნახ. 383. ცოიზიტის სწორი ჩაქრობა.

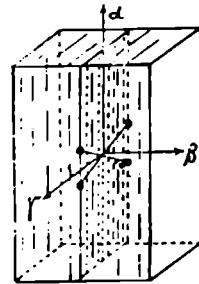
$=1,700$, მისი ორმაგი გარდატეხა $N_g-N_p=$
 $=0,018$ და ინტერფერენციული ფერები აქვს ღია წითელი, ლურჯი და იისფერი.

ორმაგი გარდატეხის ძალა. $N_g-N_p=0,006-0,009$, რაც იწვევს ინტერფერენციის პირველი რიგის დაბალი ფერების წარმოქმნას.

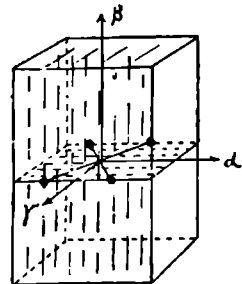
ჩაქრობა პინაკოიდალური ტეჟვადობის ბზარების სწვრივია, ე. ი. სწორი (ნახ. 383).

ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე— α ცოიზიტში, რომელიც რკინას არ შეიცავს, მეორე პინაკოიდის (010), ე. ი. ტეჟვადობის ბზარების მიმართულების სწვრივია (ნახ. 384); $+2V=30^\circ$. ოპტიკურ ღერძთა მახვილ ბისექტრისას გარდატეხის დიდი ინდექსი N_g წარმოადგენს, ამიტომ ცოიზიტი ოპტიკურად დადებითია; 384 ნახაზზე ჩანს, რომ მახვილი ბისექტრისა პირველი პინაკოიდის (100) მართობულია.

ცოიზიტში, რომელიც Fe_2O_3 -ს $4-5\%$ -ის რაოდენებით შეიცავს, ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე მესამე პინაკოიდის (001) სწვრივია, ხოლო ტეჟვადობის სიბრტყის მიმართულების მართობულია (ნახ. 385); მახვილ ბისექტრისას ისევე გარდატეხის დიდი ინდექსი N_g წარმოადგენს. ოპტიკურ ღერძთა კუთხე $2V=60^\circ$ და $2V$ -ს წინ ფრჩხილებში მოთავსებულ პლუსს სწვრენ, რათა აღნიშნონ β -ცოიზიტის დადებითი ოპტიკური ხასიათი (N_g მახვილი ბისექტრისა); მახვილი ბისექტრისა პირველი პინაკოიდის მართობულია.



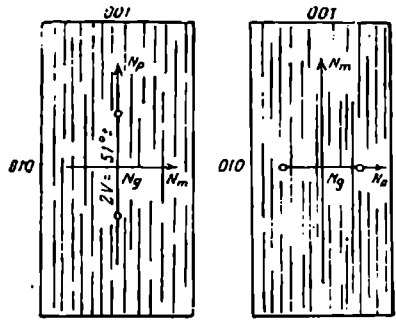
ნახ. 384. α —ცოიზიტის ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე.



ნახ. 385. β —ცოიზიტის ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე.

386 და 387 ნახაზებზე მოცემულია α -კოიზიტის (ნახ. 386) და β -კოიზიტის (ნახ. 387) ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყის მდებარეობა (010)-ის სწორივი ტექნეადობის მიმართ.

დიაგნოსტიკური ნიშნები— შლიფში გამოირჩევა კრისტალური მარკვლების წაგრძელებული ფორმით, სწორი ჩაქრობით, მაღალი რელიეფით და



ნახ. 386. α -კოი-
ზიტის ოპტიკურ
ღერძთა სიბრტყის
მდებარეობა ტექნეა-
დობის ბზარების
მიმართ.

ნახ. 387. β -კოი-
ზიტის ოპტიკურ
ღერძთა სიბრტყის
მდებარეობა ტექნეა-
დობის ბზარების
მიმართ.

ინტერფერენციის დაბალი ნაცრისფერი და თეთრი ფერებით. ეპიდოტისაგან განსხვავდება სუსტი ორმაგი გარდატეხით და შეფერვის უქონლობით. კლინოკოიზიტისაგან—სწორი ჩაქრობით და β -ოპტიკურ ღერძთა მცირე კუთხით.



მეათე მესაღინეოგა

მონოკლინური კრისტალები

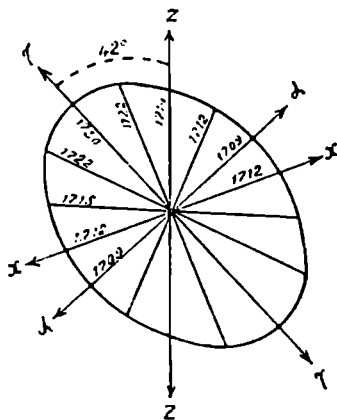
§ 109. გარდატეხის ინდექსთა ელიფსოიდი ავგიტში

მონოკლინური სისტემის კრისტალები ოპტიკურად ორღერძიან კრისტალების ჯგუფს ეკუთვნიან. ჰექსაგონალური და კვადრატული კრისტალების მსგავსად, სინათლის გაორების უნარი მათაც აქვთ, ოღონდ ჩათი ოპტიკური ხასიათი უფრო რთულია. მონოკლინურ კრისტალებში სინათლის გარდატეხის მოვლენათა ზუსტმა შესწავლამ გამოარკვეა, რომ მათში აღმოცენილი ორივე სხივი არაჩვეულებრივი სხივია, რადგან ამ სხივების გარდატეხის ინდექსი მიმართულებასთან ერთად იცვლება. გარდატეხის ინდექსთა შეცვლას თავისი ზღვრები, ნაკსიმუმი და მინიმუმი აქვს.

თუ გრაფიკულ მეთოდს გამოვიყენებთ და გადავზომავთ მონაკვეთებს, რომლებიც გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკულ სიდიდეებს წარმოადგენენ, ჩვენ წარმოდგენას მივიღებთ ამ კანონზომიერების შესახებ, რომელსაც მონოკლინურ კრისტალებში სინათლის გასვლისას აქვს ადგილი. ასე მაგალითად, თუ ჩვენ ავგიტის კრისტალში სინათლეს სხვადასხვა მიმართულებით შეუშვებთ და გარდატეხის ინდექსს განვსაზღვრავთ, მივიღებთ მთელ რიგ ციფრებს -- 1,709, 1,710, 1,712, 1,715 და ა. შ. დაკვირვება რომ უფრო ადვილი იყოს გარდატეხის ინდექსებს ჯერ ერთ რომელიმე სიბრტყეში, მაგალითად X სიბრტყეში განსაზღვრავენ.

ავგიტში X ღერძის მიმართულება Z ღერძთან 105°50'-ის ტოლ კუთხეს ქმნის. ავგიტის გარდატეხის ინდექსი X ღერძის მიმართულებით 1,712-ის ტოლია, Z ღერძის მიმართულებით იგი შედარებით მეტია და უდრის 1,714.

თუ სინათლე ავგიტში გაივლის იმ მიმართულებით, რომელიც Z ღერძთან 3° იან კუთხეს ქმნის, მაშინ გარდატეხის ინდექსი 1,715 ტოლი იქნება. მაქსიმალური მნიშვნელობა ავგიტის გარდატეხის ინდექსს აქვს იმ მიმართულებით, რომელიც



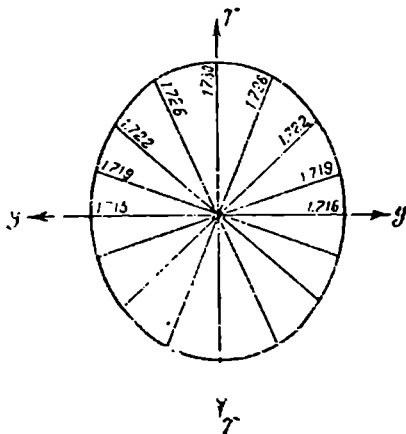
ნაზ. 358.

Z ლერძთან 42°-იან კუთხეს ქმნის. აღნიშნული მიმართულების მართობული მიმართულებით ავეტიტს უმცირესი გარდატეხის ინდექსი აქვს.

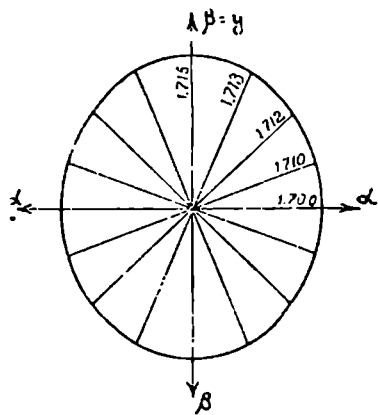
თუ ეხლა გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკულ სიდიდეებს გადავზომავთ და მათ ბოლოებს უწყვეტი ხაზით შევავერთებთ მივიღებთ ელიფსს, რომლის დიდი ნახევარღერძი = 1,730, მცირე -- კი 1.709-ს (ნახ. 388).

ავილოთ ეხლა სიბრტყე. რომელიც კრისტალოგრაფიულ Y ლერძზე და γ —უდიდესი გარდატეხის ინდექსის მიმართულებაზე გადის ($\gamma=1,730$). ეს სიბრტყე ზემოთ მიღებული ელიფსის მართობული იქნება. გარდატეხის ინდექსები მასში შემდეგნაირად არიან განლაგებული.

Y ლერძის მიმართულებით გარდატეხის ინდექსი 1,715 უდრის. მიმართულების ცვლასთან ერთად იცვლება გარდატეხის ინდექსის სიდიდეც და ბოლოს მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს. თუ ეხლა მათ გრაფიკულ სიდიდეებს გადავზომავთ და ბოლოებს უწყვეტი მრუდით შევავერთებთ, ისევ ელიფსს მივიღებთ (ნახ. 389), რომლის დიდი ნახევარღერძი 1.730 ს და მცირე 1.715-ს უდრის.



ნახ. 389.



ნახ. 390.

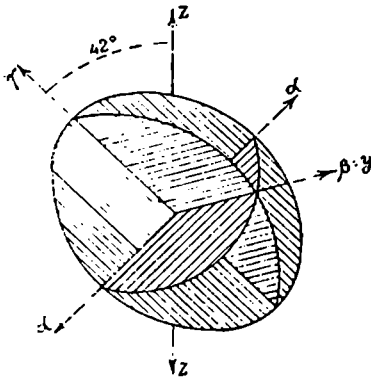
თუ ასეთსავე აგებას მოვახდენთ იმ სიბრტყეში, რომელიც Y და უმცირესი გარდატეხის ინდექსის α -ს მიმართულებაზე გადის ისევ ელიფსს მივიღებთ. ამ ელიფსის დიდი ნახევარღერძი $\beta=1.715$, ხოლო მცირე $\alpha=1.709$ (ნახ. 390).

ეხლა საჭიროა მიღებული სამი ელიფსი განვალაგოთ სივრცეში. ნახ. 391-ზე ჩანს, რომ უდიდესი გარდატეხის ინდექსის- γ -ს მიმართულებულია შევეულ Z ლერძთან 42°-იან კუთხეს ქმნის და, რომ ავეტიტის საშუალო გარდატეხის ინდექსის მიმართულება— β კრისტალოგრაფიულ Y ლერძს ემთხვევა.

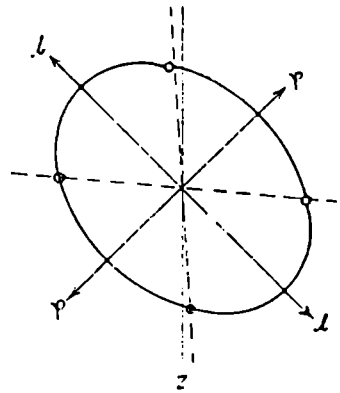
ამრიგად, ავეტიტის ოპტიკური ინდიკატრისა ანუ გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკული ზედაპირი სამღერძიან ელიფსოიდს წარმოადგენს. ამ ელიფსოიდის

უდიდესი ღერძი (γ) კრისტალოგრაფიულ Z ღერძთან 42° -ის ტოლ კუთხეს ქმნის, ხოლო β კი Y ღერძს ემთხვევა.

ამ სიბრტყეში, რომელშიაც α და γ , ე. ი. უმცირესი და უდიდესი გარდატეხის ინდექსები არიან, არსებობს ორი სიმეტრიული მიმართულება, რომლის გასწვრივ ავეჯიტის გარდატეხის ნაჩვენებელი 1.715 უდრის. ავეჯიტის საშუალო გარდატეხის ინდექსიც— β ამ სიდიდის ტოლია ($\beta=1,715$). ეს ორი მიმართულება ავეჯიტის ოპტიკური ღერძების მიმართულებებს წარმოადგენენ. აქ ორი სხივის გარდატეხის ინდექსები ერთიმეორის ტოლი ხდება. თითოეული სხივის ინდექსი 1.715 უდრის. ორივე სხივი ავეჯიტში თანაბარი სიჩქარით გადის და ამიტომ, ამ ორი ოპტიკური ღერძის მიმართულებით, ორმაგ გარდატეხას ადგილი არა აქვს. ერთი ოპტიკური ღერძი კრისტალოგრაფიულ Z ღერძთან მცირე, 3° -ის ტოლ კუთხეს ქმნის. ეს კუთხე ავეჯიტისათვის ფრიად დანახასიათებელ ოპტიკურ კონსტანტას წარმოადგენს (ნახ. 392). ნახ. 392-ზე



ნახ 391.



ნახ. 392.

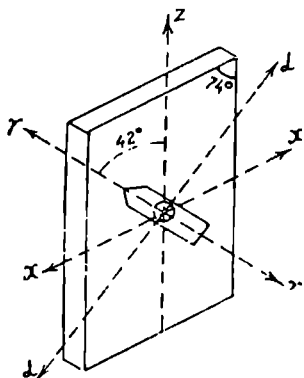
ჩანს, რომ γ ავეჯიტის ოპტიკურ ღერძთა კუთხის მახვილი ბისექტრისაა. უმცირესი გარდატეხის ინდექსის (α) მიმართულება-კი ჰყოფს შუაზე ოპტიკურ ღერძთა ბლაგვ კუთხეს.

§ 110. რხევების მიმარ- ეხლა, როდესაც ჩვენ უკვე ვიცით ავეჯიტში გარ-
თულება და ჩაქრობის დატეხის ინდექსების მდებარეობა, ვნახოთ ტურმალინ-
ხასიათი ავეჯიტში ნის ფირფიტის საშუალებით რა მოსდის სხივს ავეჯიტ-
ში გასვლის დროს. ცდა გვიჩვენებს, რომ ავეჯიტში აღ-
მოცენილი ორივე სხივი საეკსეპტით და პოლარებულა და, რომ მათ
რხევის ფრთხილ მართობული მიმართულებები აქვთ.

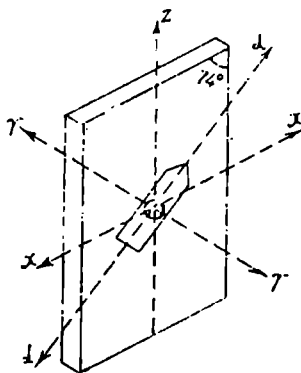
თუ ჩვენ მეორე პინაკოიდის სწვრივად გამოჭრილ ავეჯიტის ფირფიტას ავიღებთ და მოვახდენთ ცდას ტურმალინის საშუალებით, დავინახავთ, რომ ერთი სხივის სინათლის რხევები γ -სი და მეორესი კი, უმცირესი გარდატეხის ინდექსის მიმართულების, α -ს სწვრივია (ნახ. 393 და 394).

ჩვენ შეგვიძლია ეს ცდა მიკროსკოპის საშუალებით შევამოწმოთ. მოვა-

თავსით ავეგიტის იგივე ფირფიტა მიკროსკოპის მაგიდაზე ისე, რომ მისი (ფირფიტის) Z ღერძი პოლარიზატორის რხევის მიმართულების სწვრივი იყოს და გადავაჯვარედინოთ ნიკოლები, დავინახავთ, რომ ავეგიტის ფირფიტა



ნახ. 393.



ნახ. 394.

კაშკაშა ინტერფერენციულ ფერებად არის შეფერილი. მოვაბრუნოთ ნიკროსკოპის მაგიდა. როდესაც მობრუნების კუთხე 42° -ს გაუტოლდება, დადგება ჩაქრობის მომენტი (ნახ. 395). ამრიგად, ჩაქრობის მიმართულება ერთ-ერთი მთავარი გარდატეხის ინდექსის მიმართულების— γ -ს სწვრივია.

თუ ბრუნვას გავაგრძელებთ, 90° -ის შემდეგ, ხელახლა მივალწვეთ ჩაქრობის მიმართულებას. ეხლა უკვე ეს მიმართულება უმცირესი გარდატეხის ინდექსის (α) მიმართულების სწვრივია (ნახ. 396).

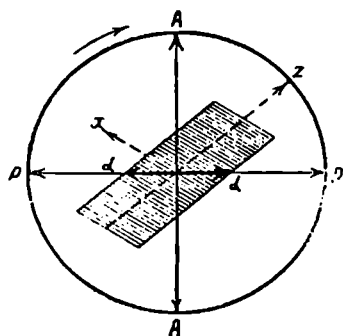
ჩვენ უკვე ვიცით, რომ ჩაქრობის მდგომარეობა კრისტალური ფირფიტის ისეთი მდგომარეობაა, როდესაც მასში დაპოლარებული სხივის რხევები ერთი სხივის სახით მთლიანად გადაიან.

ამრიგად, ჩაქრობის მიმართულება ანიზოტროპული კრისტალის ფირფიტაში ორივე აღმოცენილი სხივის სინათლის რხევის განსაზღვრის საშუალებას გვაძლევს. ნახ. 397.

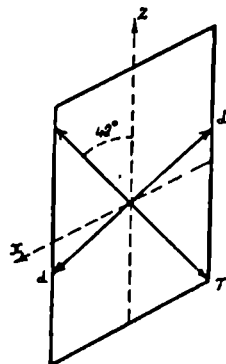
გვიჩვენებს ამ მიმართულებას ავეგიტის, (010)-ის სწვრივად გამოჭრილ. ფირფიტაში.

ტურმალინის საშუალებით ავეგიტის ფირფიტის შესწავლის და მასში ჩაქრობის მიმართულების განსაზღვრის საშუალებით ჩვენ ერთნაირი შედეგი მივიღეთ. ეს კი საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ ის ფაქტი. რომ ერთი სხივის რხევები და მეორესი კი α მიმართულების სწვრივია.

ავილოთ ეხლა ავეგიტის პირველი პინაკოიდის (100) სწვრივად გამოკრილი ფირფიტა.

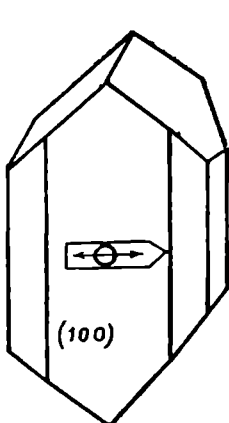


ნახ. 396.

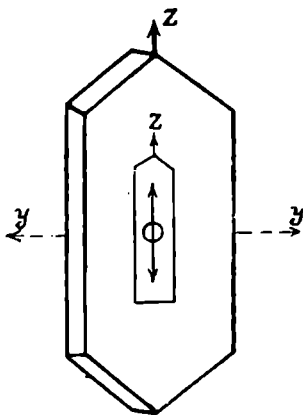


ნახ. 397.

ტურმალინის საშუალებით ცდის წარმოება გვიჩვენებს, რომ ამ შემთხვევაში, სინათლის გასვლის დროს აღმოცენილი ორი სხივიდან ერთის რხევები Y ღერძის სწვრივია (ნახ.398), მეორესი კი ამ მიმართულების მართობული (ნახ.399).



ნახ. 398.



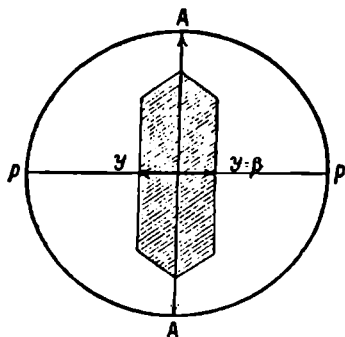
ნახ. 399.

თუ ეხლა ავეგიტის ფირფიტას მიკროსკოპის მაგიდაზე გადავიტანთ და განვსაზღვრავეთ ჩაქრობის მიმართულებას, იმავე შედეგს მივიღებთ, როგორც ტურმალინის საშუალებით შესწავლის დროს. ჩაქრობა იმ მომენტებში ხდება, როდესაც პოლარიზატორის რხევის მიმართულება ან Y ღერძის, ან მისი მართობული მიმართულების სწვრივია (ნახ. 400 და 401).

ანრივად, ჩვენ უკვე საშუალება გვაქვს ვთქვათ, რომ ავეგიტის ორ, პირველ და მეორე პინაკოიდის სწვრივ ფირფიტაში, ჩაქრობა სამი მთავარი გარ-

დატეხის ინდექსის — γ , β და α მიმართულების სწვრივია. მაშასადამე, სინათლის რხევები ავგარში მისი საში მთავარი გარდატეხის ინდექსის მიმართულებით ხდება.

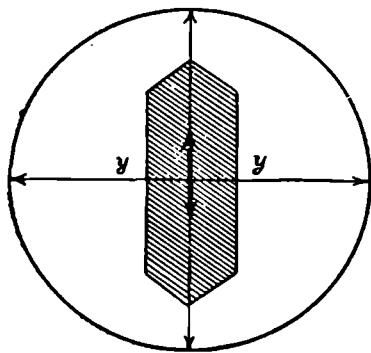
§ 111. სწორი და ავგიტში ჩაქრობის ირიბი ჩაქრობა მოვლენებზე დაკვირვებით ირკვევა, რომ მას



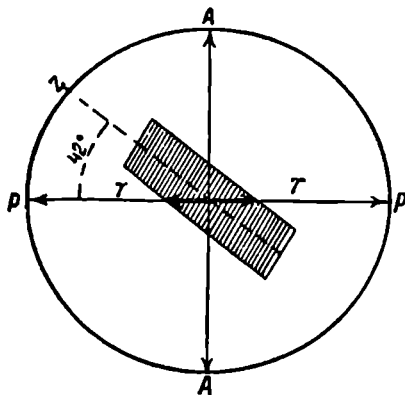
ნა. 400.

(ჩაქრობას) პირველ (100) და მეორე (010) პინაკოიდის სწვრივად გამოქრილ ფირფიტებზე სხვადასხვა ხასიათი აქვს. პირველ შემთხვევაში ჩაქრობის მიმართულება კრისტალოგრაფიულ ღერძების და შემოფარგვის ელემენტების სწვრივია, ანუ, სხვანაირად, ჩაქრობა სწორია (იხ. ნახ. 400 და 401). მეორე შემთხვევაში, როდესაც ავგიტის ფირფიტა (010)-ის სწვრივია, ჩაქრობის მიმართულება შემოფარგლის ხაზების სწვრივი არაა და კრისტალოგრაფიულ ღერძებთან რაიმე კუთხეს ქმნის.

ასეთ ჩაქრობას ირიბი ჩაქრობა ეწოდება (ნახ. 395, 396 და 402). ავგიტის სხვადასხვა წახნაგების სწვრივად გამოქრილ ფირფიტებზე ჩაქრობის მოვლენებზე დაკვირვებამ შემდეგი გამოარკვია:



ნახ. 401.



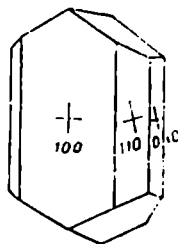
ნახ. 402.

კრისტალოგრაფიული Y ღერძის, ანუ ორთო ღერძის, ყველა სწვრივ კვებებზე ჩაქრობა სწორია. მაგალითად, პირველ და მესამე პინაკოიდზე სწორი ჩაქრობა გვექნება.

იმ კვებებზე კი, რომლებიც Y ღერძის სწვრივი არ არიან, ირიბ ჩაქრობას აქვს ადგილი. ამრიგად, კვებებს ორთოღერძის ზონიდან სწორი ჩაქრობა ახასიათებს.

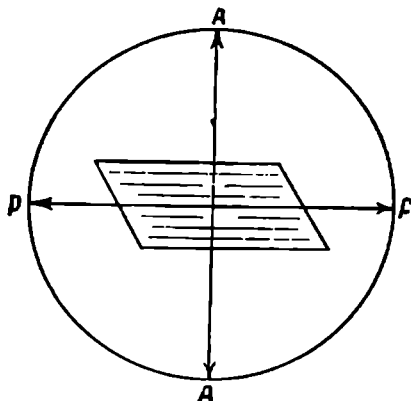
ყველა დანარჩენ შემთხვევაში ჩაქრობა ირიბია. ნახ, 403 ზე პირველი პინაკოიდის სიბრტყეზე პირდაპირი ჯვრით სწორი ჩაქრობის ნიშანტოლებია აღნიშნული, დანარჩენ წახნაგებზე აღნიშნული ირიბი ჯვრები გვიჩვენებენ იმას, რომ ამ წახნაგებს ირიბი ჩაქრობა აქვთ.

ავგიტის სხვადასხვა კუთხებში ჩაქრობის მიმართულებასა და χ ლერძს შორის მდებარე კუთხების განსაზღვრიდან ჩანს, რომ ირიბი ჩაქრობის მაქსიმალური კუთხე მეორე პინაკოიდის წახნაგზე გვაქს. ირიბი ჩაქრობის ეს კუთხე (010) -ზე χ ლერძსა და γ შორის მანძილს განსაზღვრავს. ეს კუთხე 42° -ს უდრის და ავგიტისათვის ერთ-ერთ დამახასიათებელ სიდიდეს, მის ერთ-ერთ ოპტიკურ კონსტანტას წარმოადგენს. ნოკლედ იგი შემდეგნაირად აღინიშნება $Z:\gamma=42^\circ$.



ნახ. 403

§ 112. ირიბი ჩაქრობის რადგან ირიბი ჩაქრობის კუთხე მნიშვნელოვან დიაკუთხის განსაზღვრა გნოსტურ ნიშანს, — მონოკლინური კრისტალების ერთ-ერთ ოპტიკურ კონსტანტას წარმოადგენს, აუცილებელია მისი მიკროსკოპის საშუალებით განსაზღვრის მეთოდებს გავეცნოთ.



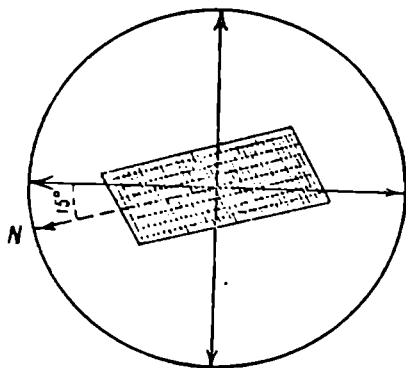
ნახ. 404.

მონოკლინური კრისტალების უფრო ხშირად Z ლერძის სწვრივად გაკინულ თორმებს იძლევიან. ამის გარდა, ბევრ მონოკლინურ მინერალებში χ ლერძის სწვრივი ტკეჩვადობა არის განვითარებული. მაგალითად, ისე ძლიერ გავრცელებულ ქანჭაშენ მინერალებში, როგორც ავგიტები და რკატუარები არიან, ტკეჩვადობა შევეული პრიზმის (110) სწვრივად არის განვითარებული. ამ მინერალების თხელ კუთხებში (ახუ წლიფებში) ტკეჩვადობა წვრილი და გრძელი სწვრივი ბზარების სახით ჩანს. ტკეჩვადობის ბზარები Z ლერძის სწვრივი არიან და საშუალებას გვაძლევენ ამ მნიშვნელოვანი კრისტალოგრაფიული ლერძის მიმართულება ადვილად განესაზღვროთ. ავგიტის ან რკატუარის ირიბი ჩაქრობის კუთხე რომ განესაზღვროთ. მინერალის ფორფიტა მაგიდაზე ისე უნდა მოვათავსოთ, რომ ტკეჩვადობის ბზარების ნიშანტოლება პოლარიზატორის რხევის მიმართულების სწვრავი იყოს. შემდეგ აღნიშნავთ მაგიდის მდებარეობას ნონიუსის ნულის ნიშართ და ავიღებთ ანათვალს (ნახ. 404).

როდესაც ანათვალი აღებულია და ჩაწერილი, შეგვეყვას ანალიზატორი ისე, რომ ნიკოლები ჯვარედინი იყოს და ვაბრუნებთ მიკროსკოპის ნა-

გიდაა მანამდე, სანამ არ დადგება ფირფიტის სრული ჩაქრობის მომენტი. ხელახლა აღენიშნეთ მაგიდის მდებარეობას და ვიწერეთ ანათვალს (ნახ. 405).

ამ ორი რიცხვის (ორი ანათვალის) სხვაობა უდრის კუთხეს, რომელზედაც მოპრუნებულია მაგიდა. ეს კუთხე, ცხადია, მინერალის ირიბი ჩაქრობის კუთხეს წარმოადგენს.



ნახ. 405.

მაგიდა სანამ სრული ჩაქრობის მომენტს არ მივალწვეთ. აღენიშნეთ მაგიდის ეს მდებარეობა. ნონიუსის ნულის წინ 100°-ით აღნიშნული დანაყოფია. გამოვაცლოთ 120°-დან ასი გრადუსი, ნივილებთ, რომ მაგიდის მოპრუნების კუთხე 20°-ს უდრის. ამრიგად, აქტინოლითის ირიბი ჩაქრობის კუთხე 20°-ს უდრის, ან მოკლედ $\gamma : Z = 20^\circ$

უფრო საფუძვლიანად რომ შევითვისოთ მონოკლინური კრისტალების ოპტიკური თვისებები, განვიხილოთ მიკროსკოპში ოთხი მთავარი ქანმაშენი მინერალი—ავგიტი, ჩეულებრივი რქატყუარა, ოროთოკლაზი და ბიოტიტი.

§ 113. ავგიტი მონოკლინური, ორღერმიანი, ანიზოტროპული.

შედგენილობა. $m \text{CaMgSi}_2\text{O}_6 + n \text{CaFeSi}_2\text{O}_6 + p (\text{Mg}$

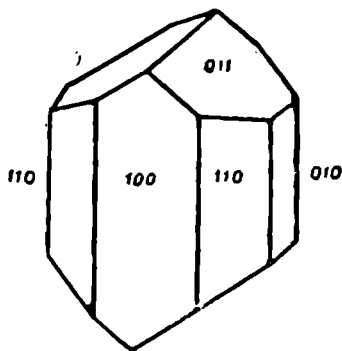
$\text{Ec})\text{Al}_2\text{SiO}_6 + q \text{Na}_2\text{Fe}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$.

კალციუმის პროცენტული რაოდენობა ნაგნიუმისაზე წვტია.

სასე შლიიუმი. გვხვდება მოკლე პრიზმული კრისტალების და ზარცვლების სახით.

ტექნკალობა. ტექნკადობის მნიშართულე-ბა შეეილი პრიზმის (110) სწვრივია. ტექნკადობის ბზარები კარგად ჩანან და შრავალ-ოიციხოვანი არიან. ხაზები ზოგჯერ წყვეტი-ლია. ტექნკალობა არაა ისეთი სრული, რო-გორც ამფიბოლების შემთხვევაში.

მაგალითისათვის ავიღოთ აქტი-ნოლითი. მოვათავსოთ შლიფი მიკროსკოპის მაგიდაზე ისე, რომ აქტინოლითის ტექნკადობის ბზარების მიმართულემა ოკულარის ჯვრის თარაზული ხაზის სწვრივი იყოს და აღენიშნოთ მაგიდის მდებარეობა. ნონიუსის ნულის წინ 120°-ით აღნიშნული დანაყოფია. გადავაჯვარედინოთ ნიკო-ლები; აქტინოლითის ფირფიტა კაშკაშა ინტერფერენციულ ფერე-ბად გვეჩვენება შეფერილი. ეს მეორე რიგის ვარდისფერი და სწვანე ფერებია. ვაბრუნოთ ეხლა

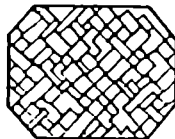
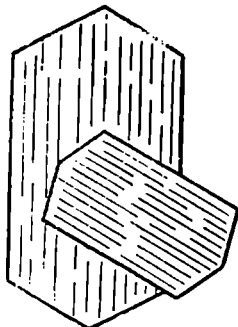


ნახ. 406. ავგიტის კრისტალი

ვერტიკალური პრიზმის სწვრივ კვეთებში (ნახ. 407) ტყევადობის ბზარებს სწვრივი, გრძელი. წმინდა ხაზების სახე აქვთ. Z ღერძის მართობული კვეთები ოვალურებში და ოთხკუთხედებს წარმოადგენენ. ტყევადობის ბზარები შვეული პრიზმის (110) წახნაგების სწვრივად გადიან. მათი გადაკვეთის კუთხე 87° -ს უდრის (ნახ. 408).

გარდატეხის ინდექსები. $\gamma = 1.730$ $\beta = 1.715$
 $\alpha = 1.709$.

რელიეფი. ავკიტის გარდატეხის ინდექსები კანადის ბალსამის გარდატეხის ინდექსზე გაცილებით დიდი არიან, ამიტომ მისი მოხაზულობა კარგად ჩანს და მას ხორკლიანი ზედაპირი და მკვეთრი რელიეფი ახასიათებს.



ნახ. 407. ავკიტის ტყევადობა.

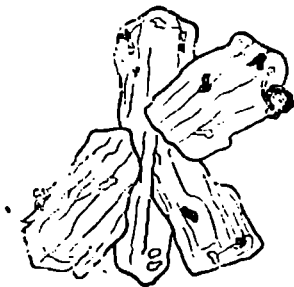
ნახ. 408. ავკიტის განივი კვეთი.

ფერი. დაწყებული თეთრის უფეროდან, მწვანე და ოდნავ მორუხონდღე. ზოგიერთი ავკიტების ოდნავ მორუხო-წითელი ფერი ნანგანუმის მინარეცებით არის გამოწვეული. ტიტან-ავკიტებს ოდნავ იისფერი აქვთ.

ჩანარტები. ჩანარტების სახით გვხვდება მაგნეტიტის მავი, არაგამჟივრვალე მარცვლები, აპატიტის უფერო ნემსისებრი კრისტალები და, უფრო იშვიათად, ცირკონის მარცვლები (ნახ. 409).

წაგრძელება. ავკიტის კრისტალები მოკლე პრიზმული ფორმისა არიან, მათი წაგრძელება Z ღერძის სწვრივია.

პლეოქროიზმი. ჩვეულებრივ ავკიტს პლეოქროიზმი არა აქვს. ტუტე ქანების ავკიტებს კი, რომელთა შედგენილობაში ეგირინის ნივთიერება ($Na_2Fe_2Si_4O_{12}$) მნიშვნელოვან როლს თამაშობს, აქვთ ფერის ინტენსიური ცვლის უნარი, როდესაც მათ პოლარიზატორის ზემოთ ვაბრუნებთ. მათი შეფერვა იცვლება და ხან მწვანე, ხან-კი მოყვითალო მომწვანო ხდება იმის მიხედვითა

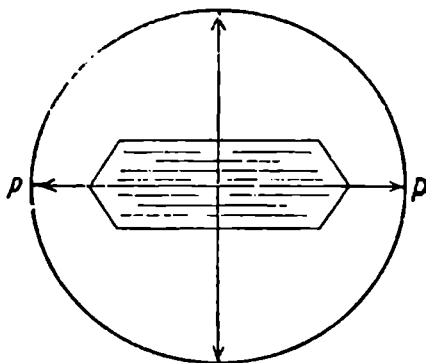


ნახ. 409.

თუ დაპოლარებული სხივის რხევები მათში, ათუ γ მიმართულების სწვრივად გადიან. თუ ეგირინ-ავკიტის (ე. ი. Na -ით ჭმლიდარი ავკიტის) ფირფიტას ისე მოვათავსებთ, რომ პოლარიზატორის რხევები მასში β -ს სწვრივად გავლენ, იგი მოწითალო-რუხ ფერს ღებულობს. ტიტან-ავკიტები ღია იისფერი ხდებიან, როდესაც პოლარიზატორის რხევები მათში β -ს სწვრივად გადიან.

§ 114. ნიკოლები ინტერფერენციული ფერები. ჩვეულებრივ, მეორე ჯვარედინია რიგის კაშკაშა ფერები — ყვითელი, წარინჯისფერი, იისფერი, ლურჯი და სხვა.

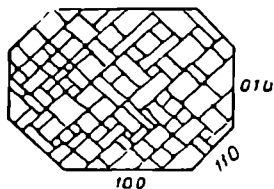
ორმაგი გარდატეხა. გარდატეხის ორ ინდენსთა შორის სხვაობა დიდია, $\gamma - \alpha = 0,021$. ამიტომ ორმაგი გარდატეხა ძლიერია.



ნახ. 410. ავგიტის (100) წახნაგზე სწორი ჩაქრობა.

„სიმეტრიულ“ ჩაქრობას აქვს ადგილი (ნახ. 411). ჩაქრობის მიმართულებები ტყეჩვადობის ბზარებს შუა კუთხეებს ორ სიმეტრიულ ნაწილად ყოფენ. ჩაქრობის ერთი მიმართულება Y ღერძის სწვრივია, მეორე კი მისი მართობულია.

3) Z ღერძის სწვრივ კვეთებს, პირველი პინაკოიდის (100) გარდა, ირიბი ჩაქრობა ახასიათებს. ტყეჩვადობის ბზარებსა და ჩაქრობის მიმართულებას შორის ყოველთვის გარკვეული კუთხეა, ამ კუთხის სიდიდე კვეთისაგანაა დამოკიდებული და ირიბი ჩაქრობის კუთხის მაქსიმუმს მეორე პინაკოიდზე (010) აქვს ადგილი. მეორე პინაკოიდის სწვრივ კვეთებზე გაზომილი ავგიტის ირიბი ჩაქრობის კუთხე მერყეობს $36^{\circ} 30' - 50^{\circ}$ -ღე (ნახ. 412).



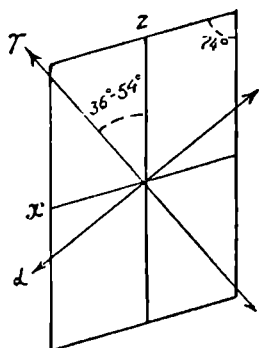
ნახ. 411. ავგიტში სიმეტრიული ჩაქრობა.

ეს მერყეობა ავგიტის ქიმიურ შედგენილობაზეა დამოკიდებული, რომელიც, როგორც მისი ფორმულა გვიჩვენებს, საკმაოდ ცვალებადია. რაც უფრო ნაკლებია ავგიტის შედგენილობაში პირველი კომპონენტი — $CaMgSi_2O_6$ (დიოპსიდის ნივთიერება), მით უფრო მეტია მისი ჩაქრობის კუთხე. თუ ავიღებთ სხვადასხვა საზაღოთა ავგიტების ანალიზებს და აბსცისების ღერძზე ჩაქრობის კუთხეებს გადავხედავთ, ხოლო ორდინატთა ღერძზე კი $CaFeSi_2O_6$, $MgFeSi_2O_6$, $Mg(Al, Fe)_2Si_2O_6$ და $Na_2FeSi_3O_{12}$ პროცენტულ რაოდენობათა ჯამს, მივიღებთ უწყვეტ მრუდს. ამრიგად, ავგიტის ირიბი ჩაქრობის კუთხე

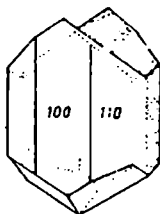
მისი ქიმიური შედგენილობის ფუნქცია არის. ირიბი ჩაქრობის კუთხე იზრდება, როდესაც $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ -ს პროპორცია კლებულობს. საერთოდ ეს კუთხე დიდია და $36^\circ 30'$ -დან 54° -დე იცვლება.

მრჩობლები საკმაოდ ხშირია. ჩვეულებრივად გვხვდება მრჩობლები პირველი პინაკოიდის (100) მიხედვით (ნახ. 413, 414, 415)

სონალური სტრუქტურა. ზონალური სტრუქტურის შენჩნევა შეიძლება მაშინ, როდესაც ერთი-



ნახ. 412. ავგიტებში ირიბი ჩაქრობის კუთხეები.

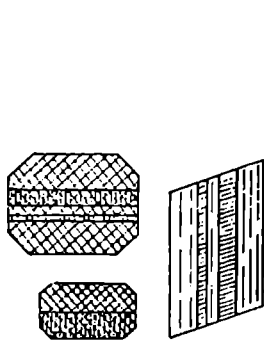


ნახ. 413. ავგიტის მრჩობლი.



ნახ. 414. ავგიტის მრჩობლების კვლები.

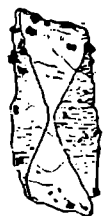
დამიჯე კრისტალის სხვადასხვა ნაწილების ჩაქრობა სხვადასხვა დროს ხდება, ან როდესაც მათ (კრისტალის ნაწილებს) სხვადასხვა ინტერფერენციული ფე-



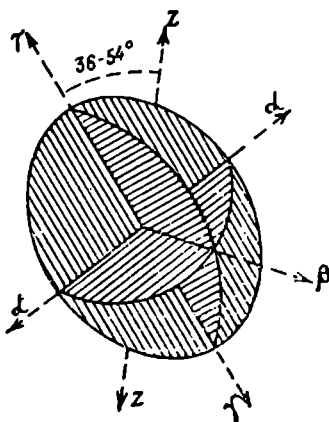
ნახ. 415. ავგიტის მრჩობლების კვლები.



ნახ. 416. ბაზოპინაკოიდის მიმართ მრჩობლები.



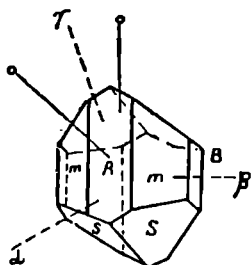
ნახ. 417. ქვიშის საათის სტრუქტურა.



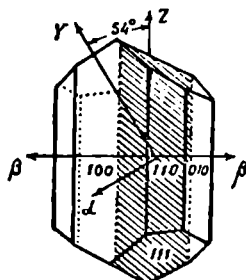
ნახ. 418. ავგიტებში ვარდატების ინდექსთა გრაფიკი.

რები აქვთ. ეს აიხსნება კრისტალის სხვადასხვა ფენების სხვადასხვა ქიმიური შედგენილობით. ზონალური სტრუქტურის სახეოსხვაობას ე. წ. Saud-Uhr Struktur-ა („ქვიშის საათის“ სტრუქტურა) წარმოადგენს (იხ. ნახ. 417).

გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკი. ავგიტის გარდატეხის ინდექსთა ზედაპირის სამწერძინი ელიფსოიდის ფორმა აქვს. უდიდესი γ ღერძი Z კრისტალოგრაფიულ ღერძისადმი $36^{\circ} 30' - 54^{\circ}$ ის კუთხითაა დახრილი. საშუალო ღერძი β (ოპტიკური ნორმალი) მეორე პინაკოიდის (010) მართობულია და აპრიგად. მართოდერძს — Y ღერძს ემთხვევა (ნახ. 418).

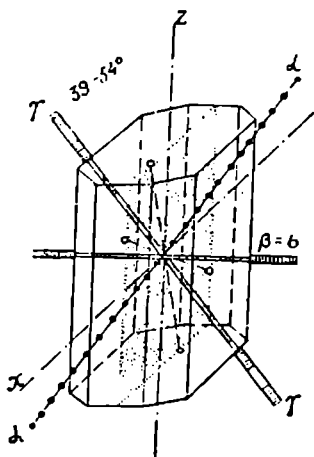


ნახ. 419. ავგიტის კრისტალში გარდატეხის ინდექსთა და ოპტიკურ ღერძთა განლაგება.

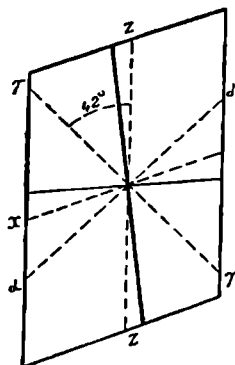


ნახ. 420. ავგიტში ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყის მდებარეობა.

ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე. ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე მეორე პინაკოიდის (010) სწვრივია. ოპტიკურ ღერძთა კუთხე დიდი და ავგიტის შედეგნილობაზეა დამოკიდებული (ნახ. 419, 420, 421).



ნახ. 421. ავგიტში ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყის მდებარეობა.



ნახ. 422. ავგიტში ერთ-ერთი ოპტიკური ღერძის გამოსავალი Z — ღერძის მახლობლად.

γ მახვილი ბისექტრისაა. რადგან ოპტიკურ ღერძთა კუთხე დიდი პირველი პინაკოიდის (100) სწვრივ კვეთებზე მხოლოდ ერთი ოპტიკური ღერძი გამოდის. მეორე ოპტიკური ღერძის გამოსავალი გარდიგარდმო, ანუ Z ღერძის მართობულ კვეთებზე ჩანს. დაკვირვება კონუსურ სინათლეში ხდებ-

ბა. ერთ-ერთი ოპტიკური ღერძი შეეუღლ ღერძთან 3°-ის ტოლ კუთხეს ქმნის (ნახ. 422).

ოპტიკური სასიათი. ავეგითი ოპტიკურად დადებითია. ოპტიკურ ღერძთა კუთხის მახვილი ბისექტრისა უდიდესი გარდატეხის ინდექსის (γ) მიმართულუბას წარმოადგენს.

გადასვლა სსვა მინერალებში. გადადის ქლორიტში, სერპენტინში, იძლევა ურალიტს (მეორადი რქატყუარა), ეპიდოტს და კალციტს. შეცვლის შედეგი დამოკიდებულია ავეგიტის პირვანდელ ქიმიურ შედგენილობაზე და შეცვლის პირობებზე.

§ 115. ტიტან-ავეგითი მონოკლინური, ანიზოტროპული, ორღერძიანი.

საერთო დასახიათება. ტუტე-მაგმურ ქანებისათვის დამახასიათებელია ტიტანის შედარებით დიდი რაოდენობით შემცველობა. ილმენიტთან $FeTiO_3$ და ტიტანიტთან $CaTiSiO_5$ ერთად ტუტე ქანებში გვხვდება პეროვსკიტი $CaTiO_3$. გარდა ამისა ტიტანი შესამჩნევი რაოდენობით შედის შაბი მუქი სილიკატების ქარსების, რქატყუარებისა და პიროქსენების შედგენილობაში. ავეგიტები, რომლებიც შეიცავენ TiO_2 -ის რამოდენიმე პროცენტს, ტიტან-ავეგიტების სახელწოდებას ატარებენ.

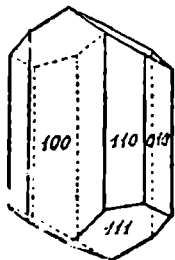
არ არის სავსებით გამორკვეული, თუ რა სახით იმყოფება მათში ტიტანი, ე. ი. იზომორფულად ანაცვლებს იგი სილიციუმს თუ ალუმინიუმს; ამ მინერალებში წარმოადგენს იგი სამ თუ ოთხეალენტოვან ელემენტს; მაგრამ ასე თუ ისე ტიტანის არსებობა ავეგიტებში რამდენიმე პროცენტის რაოდენობით მკვეთრად მოქმედობს მათ ოპტიკურ თვისებებზე.

მოვიყვანოთ ორი ტიტან-ავეგიტის ქიმიური ანალიზების მონაცემები:

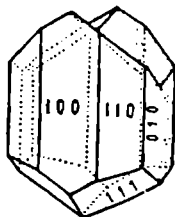
SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO
45.83	3.57	7.47	4.90	4.11	10.92	22.83
44.15	4.57	6.90	6.02	3.49	12.28	22.79

გარდა რთული შედგენილობისა ტიტან-ავეგიტებს ახასიათებს კიდევ ერთი თავისებურება, არაერთგვაროვნება.—ისინი არა ერთგვაროვანი არიან ერთი და იგივე კრისტალის სხვადასხვა უბნებში და ხშირად ამჟღავნებენ ზონალურ სტრუქტურას.

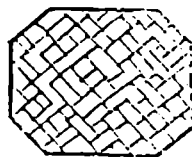
ტიტან-ავეგიტების კრისტალთა გარეგნული სახე ისეთივეა, როგორც ჩვეულებრივი ავეგიტებისა. ისინი წარმოშობილი არიან პირველი (100) და მეორე (010) პინაკოიდის, (110) პრიზ-



ნახ. 423. ტიტან-ავეგიტის კრისტალი.



ნახ. 424. ტიტან-ავეგიტის მრჩობლური კრისტალი.



ნახ. 425. ტიტან-ავეგიტის განივი კვეთა.

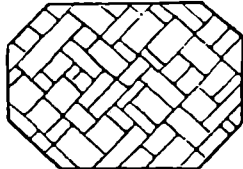
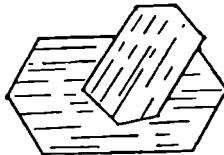
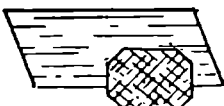
მის და „ავგიტის წყვილის“ (111) წახნაგთა ერთობლიობით (ნახ. 423). ხნი-
რად გვხვდება მრჩობლები ავგიტის კანონის მიხედვით, ე. ი. პირველი პინა-
კოიდის (100) მიმართ (ნახ. 424).

ისევე როგორც სხვა პიროქსენებს, ტიტან-ავგიტებსაც ახასიათებს ტყეჩ-
ვადობა პრიზმის (110) მიმართ, ამასთან ტყეჩვადობის ბზარები ურთიერთ-
შორის 87°-ის ტოლ კუთხეს ქმნიან, რაც კარგად ჩანს C ლერძის მართობ
კვეთებში (ნახ. 425).

სიმკვრე 6. კუთრი წონა 3,4—3,55, ელვარება მინის, მაგრამ უფრო სუს-
ტი, ვიდრე ოქატუარებს აქვთ. კრისტალთა ფერი—შავი. ლღევა 1200°—
1250°. სხვა ავგიტებისაგან განსხვავებით ტიტან-ავგიტები მარლის ზედაში
იხსნებიან და გაჟოყოფენ Si-ის მჟავის ფხვნილისებრ ნალექს.

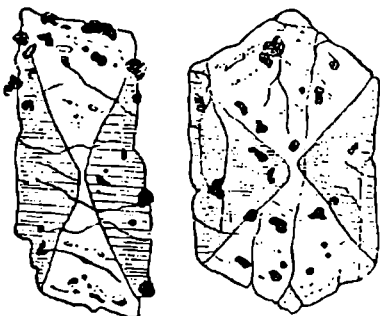
§ 116. ტიტან-ავგი-
ტის ოპტიკური თვის-
ებები

ჩვეულებრივი სასე მლიფეში. მაგნური ქანების კრის-
ტალიზაციის პირობებისაგან დამოკიდებულებით. ტიტან-
ავგიტები გვხვდებიან იდიომორფული, კარგად განვითა-
რებული კრისტალების (ნახ. 426) ან არასწორად შე-
მოუარგლული მარცვლების სახით; კრისტალების გარდიგარდმო კვეთები,
რომლებიც თითქმის მართობული არიან ვერტიკა-
ლური C ლერძისა—რვაკუთხედებს წარმოადგენენ
(ნახ. 427), სწვრივ, C ლერძის პარალელურ კვე-



ნახ. 426. იდიომორფული ტიტან-
ავგიტების კვეთები.

ნახ. 427. ტიტან-ავგიტის რვაკუთხო-
ვანი კვეთი.



ნახ. 428. ქვიშის სა. თის სტრუქტურა.

თებს კი ძელაკების ფორმა აქვთ. ვულ-
კანურ ქანებში გვხვდებიან აგრეთვე
ჩონჩხისებრი კრისტალებისა და მიკრო-
ლითების სახით.

ზონალური სტრუქტურა სხვადასხვა
ზონების სხვადასხვა შეფერვაში და
არაერთდროულ ჩაქრობაში შელავნდება.
ხშირად შემჩნეულია აგრეთვე „ქვიშის
საათის“ მაგვარი სტრუქტურა (ნახ.
428).

მრჩობლები — საკმაოდ ხშირია,
მრჩობლის სიბრტყე პირველი პინაკოი-
ლია (ნახ. 429).

ფერი—მოვარდისფრო ან მოიისფრო— რუხი (ტოპიური ნიშანი ტიტან-
ავგიტებისათვის).

გარდატეხის ინდექსები — შედგენილობასთან დამოკიდებულებით მერყეობს შემდეგ ფაზგლებში: $N_g = 1,710 - 1,720$; $N_p = 1,685 - 1,700$.

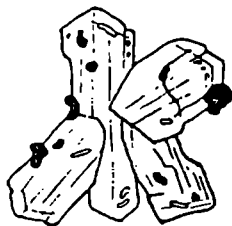
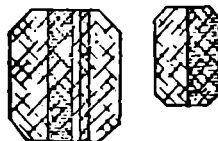
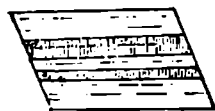
რელიეფი — მაღალი და ზედაპირი ხორკლიანი.

ტექნოლოგია — პრიზმის პარალელურია 87° -იანი კუთხით, ტკეჩვადობის ბზარები მკვეთრი, მრავალრიცხოვანი და, ზოგჯერ, წყვეტილი არიან (ნახ. 430).

ჩანართები — მაგნეტიტი, აპატიტი და მავმის კრისტალიზაციის სხვა აღრული პროდუქტები.

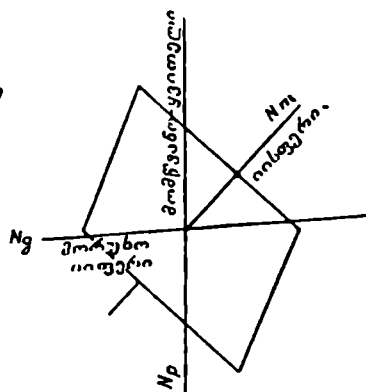
დაპოლარებული სინათლე

პლეოქროიზმი. ტიტან-ავგიტები სხვა პირობებისაგან მათთვის დამახასიათებელი ხ ლერძის სწვრივი იისფერი პლეოქროიზმით განსხვავდებიან. N_g — მორუხო-იისფერი, N_m — იისფერი, N_p — მომწვანო-ყვითელი ან ვარდისფერი (ნახ. 431).



ნახ. 429. ტიტან-ავგიტის მრხოზლების კვეთები.

ნახ. 430. ტიტან-ავგიტში მაგნეტიტის და აპატიტის ჩანართები.

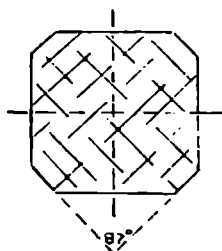


ნახ. 431. ტიტან-ავგიტის პლეოქროიზმი.

ნიკოლები ჯვარედინია:

ორმაგი გარდატეხა. ძლიერი ($N_g - N_p = 0,018 - 0,025$).

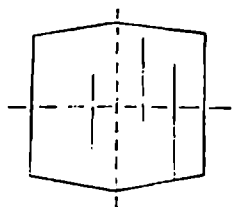
ინტერფერენციული ფერები. მეორე რიგის და პირველი რიგის მეორე ნახევრის კაშკაშა ფერები; ყველაზე მაღალი ინტერფერენციული ფერები მელანდებამეორე პინაკოიდის სწვრივ კვეთებში.



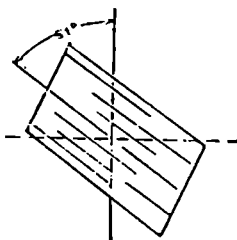
ნახ. 432. ტიტან-ავგიტში სიმეტრიული ჩაქრობა.

ჩაქრობა. სიმეტრიული ს ლერძის მართობულ კვეთებში, რომლებიც გვიჩვენებენ დაახლოებით სწორი კუთხით (87°) გადამკვეთ ტკეჩვადობის ნაპრალებს. ასეთ შემთხვევაში ჩაქრობის მიმართულდება არის ტკეჩვადობის კუთხის ბისექტრისა (ნახ. 432); იმ კვეთებში, რომლებშიც შემჩნეულია ტკეჩვადობის ბზარების ერთი სისტემა, ჩაქრობა თანხვდება ტკეჩვადობის მიმართულდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ კვეთი პირველი პინაკოიდის (100) სწვრივია (ნახ. 433); დანარჩენი კვეთებისათვის დამახასიათებელია ი რ ი ბ ჩაქრობა (ნახ. 434).

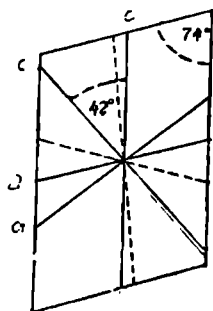
ირიბი ჩაქრობის ყველაზე დიდი კუთხე შემჩნეულია მეორე პინაკოიდის წახნაგზე. მონოკლინურ პიროქსენებს, რომლებიც შეიცავენ Al_2O_3 , Fe_2O_3 და TiO_2 -ს აქვთ ირიბი ჩაქრობის უფრო დიდი კუთხე, ვიდრე მარტივი შედგენილობის პიროქსენებს (ზემოაღნიშნულ ჟანგეულებს მოკლებულთ). ტი-



ნახ. 433. ტიტან-ავგიტის სწორი ჩაქრობა.



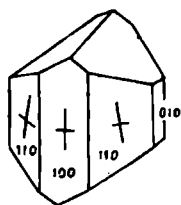
ნახ. 434. ტიტან-ავგიტის ირიბი ჩაქრობა.



ნახ. 435. მეორე პინაკოიდის წახნაგზე ირიბი ჩაქრობა.

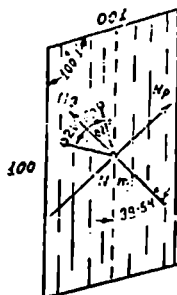
ტან-ავგიტების ირიბი ჩაქრობა მეორე პინაკოიდზე C ღერძთან კენის 42° — 50° -ის ტოლ კუთხეს (ნახ. 435), ზოგჯერ უფრო დიდსაც.

კვეთის პირველ პინაკოიდთან (100) მიახლოებისდა მიხედვით ირიბი ჩაქრობის კუთხე მცირდება და პირველი პინაკოიდის წახნაგზე 0° -ის ტოლი ხდება. სხვანაირად რომ ვთქვათ პირველი პინაკოიდის წახნაგებზე სწორი ჩაქრობაა (ნახ. 436).



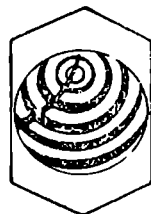
ნახ. 436.

სხვადასხვა ჩაქრობა ტიტან-ავგიტის (100) და (110)-ის წახნაგებზე.



ნახ. 437.

ტიტან-ავგიტის ოპტიკური ორიენტირება.



ნახ. 438.

ტიტან-ავგიტის (100) წახნაგზე ოპტიკური ღერძის გამოსავალი.

ოპტიკური ორიენტირება. ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე მეორე პინაკოიდის (010) სწვრივია (ნახ. 437). პირველი პინაკოიდის (100) სწვრივ კვეთებზე ჩანს ერთი ოპტიკური ღერძის გამოსავალი (ნახ. 438); ოპტიკურ ღერძთა კუთხის მახვილ ბისექტრისას Ng წარმოადგენს და ამის გამო ტიტან-ავგიტები ოპტიკურად დადებითად ითვლებიან. ოპტიკურ ღერძთა კუთხე $(+)\alpha = 60^{\circ}$ — 62° . ძლიერი ორმაგი გარდატეხის გამო ინტერფერენციული ფიგურები სიმკვეთრით ხასიათდებიან. მეორე ოპტიკური ღერძის გამოსავალი

ვერტიკალურ C ლერძის ახლო თავსდება და მასზე დაკვირვება შეიძლება გარ დიფარდმო კვებებში.

შენიშვნა. ტიტან ავგიტები წარმოადგენენ ტუტე სიენიტების, ტუტე გაბროენის და მათი ვოლკანური ანალოგების ქანმანშენ მინერალებს. ისინი წარმოადგენენ ტიწენიტების (ანალკინიანი გაბრო) და მონჩიკიტების ტი-პიურ ფერად სილიკატს. მონჩიკიტები წარმოადგენენ მუქ ძარღვის ქანვას, რომლებიც შედგებიან ტიტან-ავგიტისაგან და სხვა აუქი სილიკატებისაგან, აგრეთვე ი არე რაოდენობით პლაგიოკლასებისაგან, რომლებიც ჩაძირულია ანალკინის ძირითად მასაში, ტუტენიტების გამოსავალი ცნობილია კურსებში და ოფუტჩხეთში. მონჩიკიტების ძარღვები კი მისულდებიან სოფ. სორმონთან და კომასთან ქუთაისთან ახლო.

§ 117. დიოპსიდი მონოკლინური, ორღერძიანი, ანიზოტროპული.

იდეალურად სუფთა დიოპსიდი შემდეგი შედგენი-ლობისაა $\text{CaMg}[\text{SiO}_3]_2$ და წარმოადგენს ორმაგ მარილს, რომელიც შედგება კალციუმისა და მაგნიუმის მეტასილიკატთა CaSiO_3 და MgSiO_3 -ის მოლეკულე ბისაგან; შესაბამის ეანგეულთა პროცენტული შედგენილობა შედგება:

SiO_2	CaO	MgO
55.6	25,9	18.5

საერთო დასახიათება:

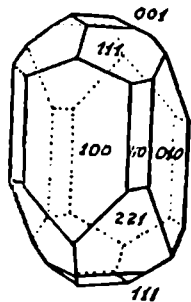
ბუნებრივ დიოპსიდებში მუდამ გვხვდება ჰედენბერგიტის $\text{CaFe}[\text{SiO}_3]_2$ წინარევი, რაც მათ თვისებებზე მოქმედებს ასე. სუფთა დიოპსიდის ლლობის ტემპერატურა 1390° -ის ტოლია, ვაცილებით უფრო მაღალია, ვიდრე ჰედენბერგიტის ლლობის ტემპერატურა; ჰედენბერგიტი $\text{CaFe}[\text{SiO}_3]_2$ სადნობი მილით ღლდება და შავი ფერის მაგნიტურ მინას იძლევა. მისი ლლობის ტემ-პერატურა ახლოა 1200° -თან. ნაშასადამე ჰედენბერგიტის მოლეკულის ზრდას-თან ერთად, ბუნებრივი დიოპსიდების ლლობის ტემპერატურა იცირდება. სუფთა დიოპსიდის კუთრი წონა = 3,27, ჰედენბერგიტისა კი = 3,55. ანატომ ჰედენბერგიტის მინარევის გაღიდება გამოიწვევს დიოპსიდების კუთრი წონის გაზრდას. სუფთა დიოპსიდი უფეროა, ჰედენბერგიტი კი თითქმის შავია. ცხა-დია, რომ ბუნებრივი დიოპსიდების ფერი დამოკიდებულია მათში ჰედენბერ-გიტის მინარევის რაოდენობაზე.

ორმაგი მარილები $\text{CaMg}[\text{SiO}_3]_2$ და $\text{CaFe}[\text{SiO}_3]_2$ იზომორფული ნარევის უწყვეტ რიგს იძლევიან. დიოპსიდებად იწოდებიან ამ რიგის წევრები. დაწყე-ბული სუფთა დიოპსიდიდან $\text{CaMg}[\text{SiO}_3]_2$ მინერალამდე, რომელიც დიოპსიდის $\text{CaMg}[\text{SiO}_3]_2$ და ჰედენბერგიტის— $\text{CaFe}[\text{SiO}_3]_2$ თანაბარი რაოდენობისაგან შედგება.

იზომორფულ ნარევის შედგენილობაში რკინოვანი კომპონენტის სიკარ-ბის დროს, მინერალები იღებენ ჰედენბერგიტების სახელწოდებას.

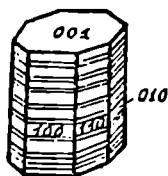
დიოპსიდი გვხვდება მარცვლების და მარცვლოვანი მასების სახით. აგ-რეთვე ხშირად მშვენივრად განვითარებული კრისტალების სახით; დიოპსიდის კრისტალები წაგრძელებული არიან C ლერძის გასწვრივ და პირველი და

მეორე პინაკოიდის წახნაგების თანაბრად განვითარების გამო მათ აქვთ კვადრატული სინგონიის კრისტალების იერი (ნახ. 439). მრჩობლები ხშირია, ისინი



ნახ. 439.

დიოპსიდის კრისტალი.



ნახ. 440.

„სალიტური“ განწვევა. ნება.

წარმომობილი არიან პირველი პინაკოიდის (100) მიმართ; სახესხვაობას, ე. წ. სალიტს, პოლისინთეტური მრჩობლები აქვს მესამე პინაკოიდის (001) მიმართ, რომლებიც იწვევენ განწვევას მესამე პინაკოიდის (001) გასწვრივ (ნახ. 440). ტკეჩადობა სრული პრიზმის გასწვრივ 87° კუთხის წარმოქმნით. სიმაგრე 5.5—6. მარილმყავაში არ იხს-

§ 118. დიოპსიდის ჩვეულებრივი სახე შლიფში. დიოპსიდის მარცხოპლკური თვისებები ლებს ძვეთრი რელიეფი და სხვადასხვა ხარისხის იდიომორფიზმი ახასიათებს („იდიოს“—თავისი, „მორფოს“—ფორმა). კარგად გამოსახული იდიომორფიზმის დროს დიოპსიდის კრისტალებს აქვთ წაგრძელებული სვეტების სახე, რომელთა ვანივი კვეთები მოკვეთილ კუთხეებიან კვადრატებს წარმოადგენენ (ნახ. 441). ამ კვეთებში (110) ის გასწვრივ სრული ტკეჩადობა ვითარდება.

მრჩობლები ჩვეულებრივია პირველი პინაკოიდის მიმართ, ზოგჯერ განმეორებითი (ნახ. 442).



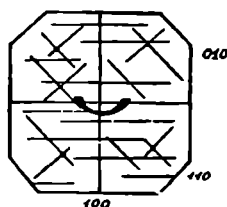
ნახ. 441.

დიოპსიდის ვანივი კვეთი.



ნახ. 442.

დიოპსიდის მრჩობლები (100)-ის მიმართ.



ნახ. 443. დიოპსიდში ტკეჩადობა. ცენტრის მახლობლად ნაჩვენებია ოპტიკურ ღერძთა გამოსავალი.

ფერი ---უფერო ან ოღნავ მომწვანო.

გარდატეხის ინდექსები—დამოკიდებული არიან ჰედენბერგიტის მოლეკულის შემკველობაზე; სუფთა დიოპსიდის $N_g = 1.694, N_{III} = 1.671, N_p = 1.664$ და იზრდება რკინის შემკველობის ზრდასთან ერთად.

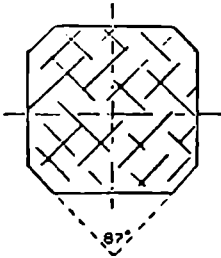
ტკეჩადობა სრული პრიზმის (110) მიმართ, ტკეჩადობის ბზარებს შორის თითქმის სწორი კუთხეა (87°), განწვევება პირველი პინაკოიდის (100)

სწერივი; ნახ. 443-ზე ნაჩვენებია ბზარების და განწყვერების ორიენტირება, ცენტრის ახლოს კი—ოპტიკური ღერძის გამოსავალი.

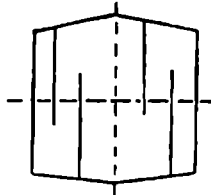
სანარსები კრისტალიზაციის ადრეული პროდუქტების—აპატიტის, ცირკონისა და მადნეული მინერალების.

ჰაჰილარებული სინააღე.

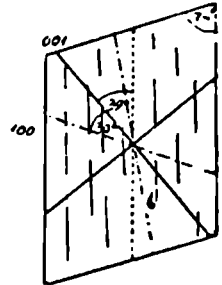
ჰლეოქროიზმი—დიოქსიდს არა აქვს, ჰედენბერგიტს კი სუსტი პლეოქროიზმი ახასიათებს.



ნახ. 444. დიოქსიდის სინეპროიული ჩაქრობა.



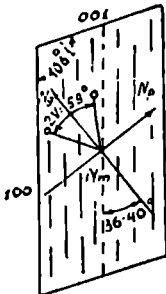
ნახ. 445. დიოქსიდის სწორი ჩაქრობა.



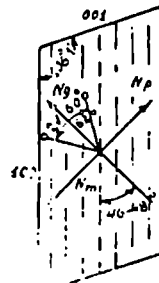
ნახ. 446. დიოქსიდის ირიბი ჩაქრობა.

ნეოლუბი ჯვარედინია:

ორმაგი გარდატეხა—ძლიერი, $N_g - N_p = 0,030$, ჰედენბერგიტის კი უფრო მცირე 0,018; (110) პრიზმის წახნაგებზე დიოქსიდის ორმაგი გარდატეხა = 0,022, ხოლო ჰედენბერგიტის = 0,011.



ნახ. 447. დიოქსიდის იპტიკური ორიენტირება.



ნახ. 448. ჰედენბერგიტის ოპტიკური ორიენტირება.

ინტერფერენციული ფერები მეორე რიგის კაშკაშა ფერები.

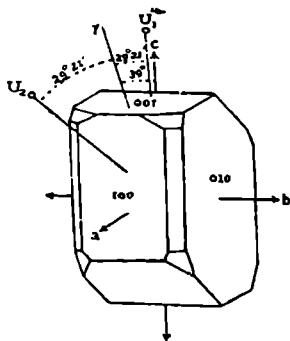
ჩაქრობა—გარდიგარდმო კვეთებში ს ი მ ე ტ რ ი უ ლ ი, ამასთან ჩაქრობის მიმართულება კუთხეებს ტყეჯადობის ბზარებს შორის შუაზე ყოფს (ნახ.444); იმ კვეთებში, რომლებშიც ტყეჯადობის სწერივი ხაზებია, ჩაქრობა თანხედება ამ ხაზებს მხოლოდ პირველი პინაკოიდის წახნაგებზე (ნახ. 445), ეს სწორი ჩაქრობის შემთხვევაა; ყველა დანარჩენ შემთხვევებში ტყეჯადობის

ხაზებსა და ჩაქრობის მიმართულებას შორის შემჩნეულია ირიბი ჩაქრობა ამა თუ იმ კუთხით.

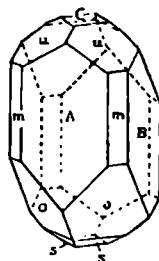
ირიბი ჩაქრობა. ირიბი ჩაქრობის კუთხე მაქსიმუმს აღწევს მეორე პინაკოიდის წახნაგზე და უდრის 38° (ნახ. 446).

ოპტიკური ორიენტირება—ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე განლაგებულია მეორე პინაკოიდის (010) სწვრივად (ნახ. 447 და 448); ერთი ოპტიკური ღერძი გამოდის პირველი პინაკოიდის, ხოლო მეორე მესამე პინაკოიდის წახნაგებზე; დიოპსიდში ოპტიკურ ღერძთა კუთხე უდრის 59° , ჰედენბერგიტში კი $60^\circ-62^\circ$. მახვილ ბისექტრისას N_x წარმოადგენს და ამიტომ დიოპსიდს მიაკუთვნებენ ოპტიკურად დადებით მინერალებს; ძლიერი ორმაგი გარდატეხის გამო ($N_x - N_y = 0.030$) კონუსურ სინათლეში ინტერფერენციული ფიგურა კარგადაა გამოსახული.

შეცვლა—დიოპსიდის შეცვლის პროდუქტებს წარმოადგენს ანტიგორიტი, ანტიგორიტი ქლორიტთან, კალციტთან, კვარცთან და ზოგჯერ ეპიდოტთან ერთად; დინამომეტამორფიზმის ზონაში დიოპსიდი ჩაინაცვლება აქტინოლითით; ჰიდროთერმების მოქმედებით დიოპსიდისაგან შეიძლება წარმოიშვას ტალკი, მიმდინარე ცვლილებების სქემები შემდეგია:



ნახ. 449. დიოპსიდის ოპტიკურად დადებითი ხასიათი; γ —მახვილი ბისექტრისაა.

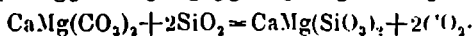


ნახ. 450. დიოპსიდის კრისტალი.

- 1) $3CaMg(SiO_3)_2 + 3CO_2 + 2H_2O = 3CaCO_3 + H_2Mg_3Si_2O_{11} + 4SiO_2$
დიოპსიდი კალციტი ანტიგორიტი კვარცი
- 2) $5CaMg(SiO_3)_2 + 3CO_2 + H_2O = H_2Mg_2Ca_2Si_6O_{21} + 3CaCO_3 + 2SiO_2$
აქტინოლითი
- 3) $3CaMg(SiO_3)_2 + 3CO_2 + H_2O = H_2Mg_3Si_1O_{12} + 3CaCO_3 + 2SiO_2$
 $t > 100^\circ$ ტალკი

გენეზისი—დიოპსიდი კრისტალდება მაგმური მღნარებიდან; ის წარმოადგენს პიროქსენიანი გრანიტების, პიროქსენიანი სიენიტების და დიორიტების,

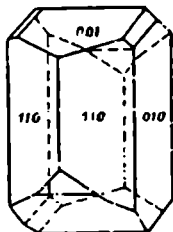
პიროქსენიტების და სხვ. ფერად კომპონენტს. ის არის მაგმური ქანების კირ-
ქვებთან და დოლომიტებთან კონტაქტის ტიპური მინერალი.



დოლომიტი (მაგნიდან)

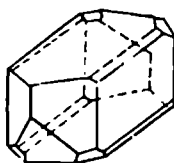
§ 119. ორთოკლაზი მონოკლინური, ორდერმიანი, ანაზიოცრისტალური.
შედგენილობა. $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$. კალიუმის ნაწილი
ზოგჯერ Na-ით არის ჩანაცვლებული.

სასე შლიფში. გვხვდება კრისტალების და მარცვლების სახით. კრისტა-
ლების კვეთებს ექვსკუთხიანი და ოთხკუთხიანი ფორმები აქვთ (ნახ. 453).



ნახ. 451.

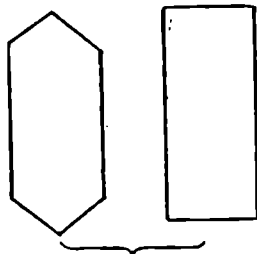
სხვადასხვა ჰაბიტუსის ორთოკლაზის კრისტალები.



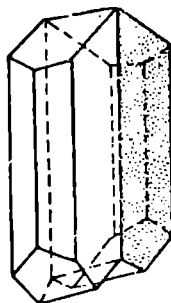
ნახ. 452.

მრჩობლები ხშირია. დამრჩობლვა სხვადასხვა კანონებით ხდება.

1) მრჩობლებს კარლსბადის კანონით შეზრდის სიბრტყედ პირველი
პინაკოიდი (100) აქვთ (ნახ. 454).



ნახ. 453. ორთოკლაზის კრის-
ტალების კვეთები.



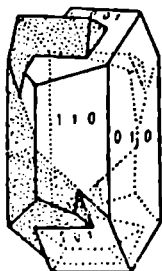
ნახ. 454. ორთოკლაზის
მრჩობლი შეზრდის
სიბრტყით (100).

სხვა შემთხვევებში შეზრდის სიბრტყე მეორე (010) პინაკოიდა (ნახ.
455).

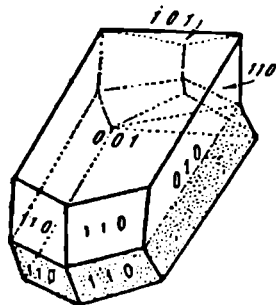
შლიფში ასეთი მრჩობლების გარჩევა შეიძლება იმით, რომ კრისტალის

ორი ნახევარი, მიკროსკოპის მაგიდის ბრუნვის დროს ჯვარედინ ნიკოლებში, სხვადასხვა დროს ქრება.

2) მრჩობლებს მანებახის კანონით შეზღუდას სიბრტყედ ბაზოპინაკოიდი 001 აქვთ (ნახ. 456).

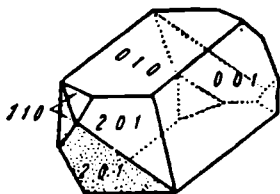


ნახ. 455. კალსბადის მრჩობლი

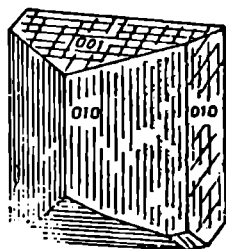


ნახ. 456. მანებახის მრჩობლი.

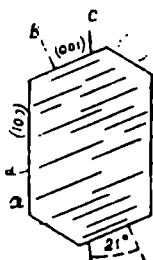
3) ბავენურ მრჩობლებში შეზღუდის სიბრტყე დახრილი პრიზმაა (ნახ. 457). ფერი, უფერო, ზოგჯერ შეფერილია რკინის ქანგით. კაოლინზაციის ვამო იშორად მღვრიეა.



ნახ. 457. ბავენის მრჩობლი.



ნახ. 458. ორთოკლასის კრისტალი.



ნახ. 459. ტყეზადობა ბაზოპინაკოიდის გასწვრივ.

გარდატეხის ინდექსები. $\gamma = 1.526$; $\beta = 1.523$; $\alpha = 1.518$.

რელიეფი. ორთოკლასის გარდატეხის ინდექსები კანადის ბალზამის გარდატეხის ინდექსზე ნაკლებია, ამიტომ მას უარყოფითი რელიეფი და სწორი ზედაპირი აქვს.

ტყეზადობა. ტყეზადობა ორთოკლასს ორი მიმართულებით აქვს. სრული ტყეზადობა ბაზოპინაკოიდის სწვრივია. მეორე პინაკოიდის სწვრივი ტყეზადობა ნაკლებ სრულია. ორთოკლასის სწვრივ კვებებში ტყეზადობის მიმართულებები (001) და (010)-ით ერთმანეთს

სწორი კუთხით ჰკვეთენ. აქედან თვით სახელწოდებაც—ორთოკლაზი: ორთოს.—სწორი, კლაზოს.—ვიპობი. სიტყვა ორთო-კლაზი ნიშნავს სწორკუთხედებად კობის უნარს (ნახ. 458).

მეორე პინაკოიდის სწვრივ კვეთებზე კარგად ჩანს ტკეჩვადობის წვრილი ბზარები ბაზოპინაკოიდის (001) მიხედვით (ნახ. 459).

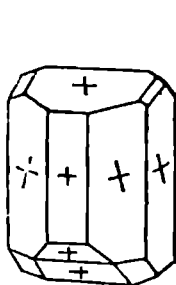
ნიკოლაზი ჯვარადინია

ინტერფერენციული ფერები მუქი-ნაცრისფერი, ნაცრისფერი. ღია ნაცრისფერი. კვარცზე უფრო მკრთალი ფერები აქვს.

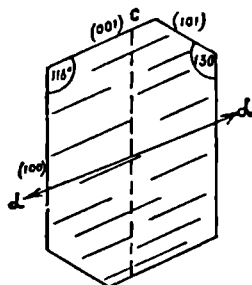
ორმაგი გარდატეხა. გარდატეხის ინდექსთა შორის განსხვავება მცირეა: $\gamma - \alpha = 0.008$. ორმაგი გარდატეხა სუსტია (კვარცზე უფრო სუსტი).

ჩაქრობა. სხვადასხვა კვეთებში ორთოკლაზს სხვადასხვა ჩაქრობა აქვს (ნახ. 460).

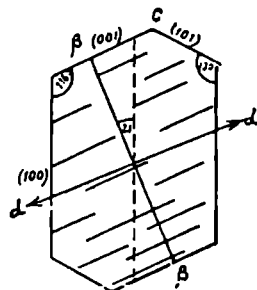
ასე მაგალითად, პირველი პინაკოიდის და ბაზოპინაკოიდის სწვრივ კვეთებში ჩაქრობა სწორია. ასეთ კვეთებში ჩაქრობა ხდება შაშინ, როდესაც ტკეჩვადობის ბზარები პოლარიზატორის რხევათა მიმართულების სწვრივია. აქედან დასკვნა, რომ ორთოკლაზში ერთ-ერთი სხივის რხევის მიმართულება ორთო ლერძს თანხვდება. მეორე პინაკოიდის (010) სწვრივ კვეთებში ჩაქრობის მიმართულება ბაზოპინაკოიდის—(001) სწვრივ ტკეჩვადობის ბზარების მიმართულებასთან ქმნის 5° -ის ტოლ კუთხეს (ნახ. 461).



ნახ. 460. სწორი და ირიბი ჩაქრობა ორთოკლაზის სხვადასხვა წახნაგებზე



ნახ. 461. ორთოკლაზის (010) წახნაგზე ირიბი ჩაქრობის დამახასიათებელი კუთხე (5°)



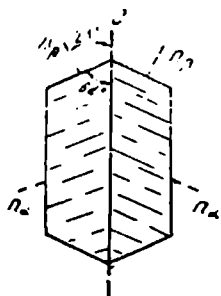
ნახ. 462. Z და კ ლერძებს შორის მდებარე 21° -იანი ჩაქრობის კუთხე.

ე. ი. ერთ-ერთი სხივის რხევის მიმართულებას ასეთივე მიმართულება აქვს.

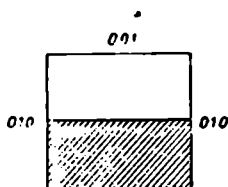
თუ ეხლა ამ კვეთს 90° -ით მოვებრუნებთ, ჰივალწვეთ ჩაქრობის მეორე მდებარეობას; თუ ჩაქრობის ამ მიმართულების და Z ლერძს შორის მდებარე კუთხეს გაეზომავთ მივიღებთ 21° (ნახ. 462).

ამრიგად, მეორე პინაკოიდზე ორთოკლაზის ირიბი ჩაქრობის კუთხე 21° -ს უდრის. ეს Z ღერძსა და გარდატეხის β ინდექს შორის მანძილია. მოკლედ ეს შემდეგნაირად აღინიშნება: $Z: \beta = 21^\circ$.

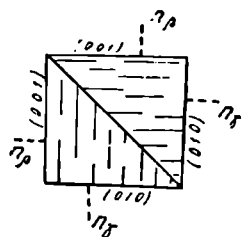
ქრობლები ნიკოლებში. ორთოკლაზის მრჩობლებს ჯვარედინ ნიკოლებში შემდეგი სახე აქვთ: მრჩობლები კარლსბადის და მანებახის კანონით შეზრდილი ორი ნახევრისაგან შედგებიან. ეს ორი ნახევარი ერთდროულად არ ქრება (ნახ. 463 და 464).



ნახ. 463. ჯვარედინ ნიკოლებში კარლსბადის მრჩობლის სახე.

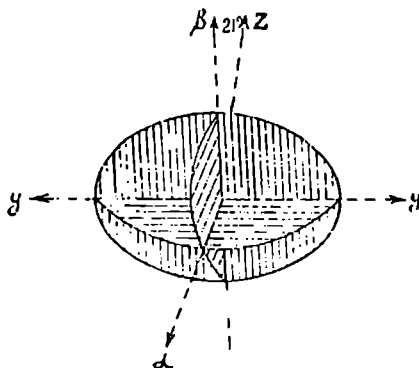


ნახ. 464. ჯვარედინ ნიკოლებში მანებახის მრჩობლის.

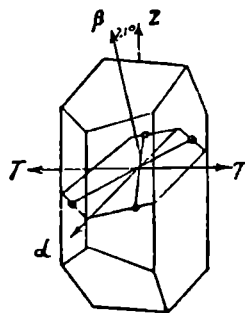


ნახ. 465. ჯვარედინ ნიკოლებში ბავენოს მრჩობლი.

ბავენურ მრჩობლებს დიაგონალით ორ სიმეტრიულ ნაწილად გაყოფილი კვადრატის სახე აქვს. ეს ხაზი მრჩობლის სიბრტყის (021) -ის კვალს წარმოადგენს (ნახ. 465).



ნახ. 466. ორთოკლაზის გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკი.



ნახ. 467. ორთოკლაზში ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყის მდებარეობა.

გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკი. გარდატეხის ინდექსები ორთოკლაზში შემდეგნაირად არიან განლაგებული: უდიდესი გარდატეხის ინდექსი (γ) Y ღერძს თანხედება. უმცირესი გარდატეხის ინდექსი (α) X ღერძთან 5° -ის

ტოლ კუთხეს ქმნის. β შეეულ $\%$ ღერძისაგან 21° -ით არის დაცილებული. ორთოკლაზის გარდატეხის ინდექსთა ზედაპირის (რომელიც სამღერძიან ელიფსოიდს წარმოადგენს) სამი მთავარი კვეთი ნახ. 466-ზეა ნოცემული.

ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე: ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე ორთოკლაზში მეორე პინაკოიდის მართობულია და X ღერძზე 5° -ით ზემოთ გადის. უმცირესი გარდატეხის ინდექსი— α X ღერძთან 5° იან კუთხეს ქმნის და ოდნავ მის ზემოთ გამოდის. უდიდესი გარდატეხის ინდექსის γ -ს მიმართულება Y-ს თან ხვდება (ნახ. 467).

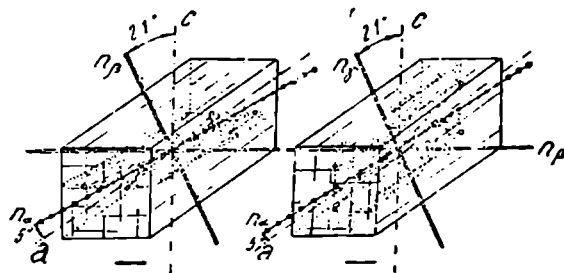
ნახ. 468 და 469 ნაჩვენებია ორთოკლაზში და სანიდინში ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყის სხვადასხვა გვარი განლაგება.

ოპტიკურ ღერძთა კუთხე— $2V = 70^\circ$, ოპტიკურ ღერძთა შორის მდებარე ნოჩვენებითი კუთხე— $2E = 125^\circ$.

α მახვილი და γ ბლაგვი ბისექტრისაა (ნახ. 470).

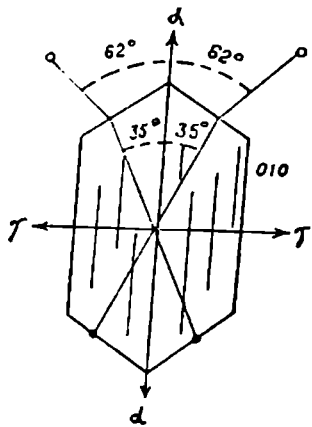
ოპტიკური სხისათი. ორთოკლაზი ოპტიკურად უარყოფითია (—). ოპტიკურ ღერძთა კუთხის მახვილი ბისექტრისა უმცირესი გარდატეხის ინდექსის (α) მიმართულებათა.

კვანძვლა. ორთოკლაზი მიწის დიდი სიღრმის მინერალია, იგი მალალი ტემპერატურის და წნევის დროს წარმოიშობა, რის გამოც მიწის ზედაპირზე არანდგრადია, ორთოკლაზი ადვილად გადადის კაოლინში.

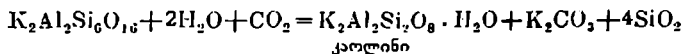


ნახ. 468. ორთოკლაზის ოპტიკური ორიენტირება.

ნახ. 469. სანიდინის ოპტიკური ორიენტირება.



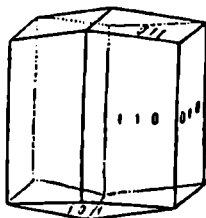
ნახ. 470. ორთოკლაზის $2V$ და $2E$.



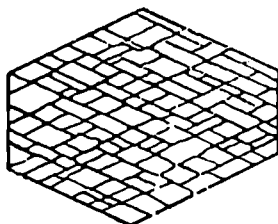
ამიტომ, ორთოკლაზი იშვიათადაა გამკვირვალე. კაოლინში გადასვლის გამო, ჩვეულებრივ მღვრიე ჩანს. გარდა კაოლინისა, ორთოკლაზი გადადის აგრეთვე სერიციტში $H_2(KNa)Al_2Si_2O_{13}$.

§ 120. ჩვეულებრივი მონოკლინური, ორღერმიანი, ანიზოტროპული. რქატყუარა შედგენილობა. $mMg_2CaSi_4O_{12} + n(Mg,Fe)(Al,Fe)_2SiO_6 + pNa_2Al_2Si_4O_{12}$.

მაგნიუმის პროცენტული რაოდენობა კალციუმის პროცენტულ რაოდენობაზე მეტია. გარდა იმ მეტალებისა, რომლებიც ფორმულაში არიან მოყვანილი, რქატყუარა შეიცავს აგრეთვე მანგანუმის (და ზოგჯერ ტიტანის) გარკვეულ რაოდენობას.



ნახ. 471. რქატყუარის კრისტალი.

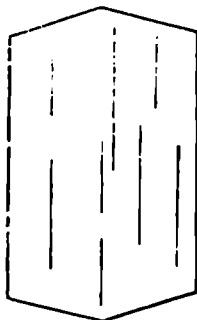


ნახ. 472. რქატყუარის განივი კვეთი.

სასე შლიფში. გვხვდება კრისტალების და აგრეთვე ცოტად თუ ბევრად უსწორო მარცვლების სახით. კრისტალები პრიზმული ჰაბიტუსის უბრალო



ნახ. 473. რქატყუარის კვეთი (010)-ის სწვრივი.



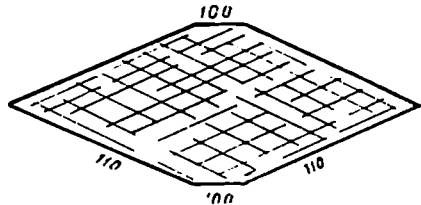
ნახ. 474. რქატყუარის კვეთი (100)-ის სწვრივი.

ფორმებს წარმოადგენენ. მათ გარღივარდმო კვეთებს მახვილი რომბის ფორმა აქვთ, რომლის მახვილი კუთხეები მოკვეთილია. ამიტომ მათ ექვსკუთხედების ფორმა აქვთ (ავგიტი რქაკუთხედებს იძლევა) (ნახ. 472).

ტექნადობა. რქატყუარის ტექნადობის მიმართულება შვეული პრიზმის (110) სწვრივია. ტექნადობა რქატყუარას ავეიტზე უფრო სრული აქვს. შლიფში ტექნადობა მკვეთრი, წვრილი ხაზების სახით ჩანს, რომლებიც რქატყუარის კრისტალს ან მარცვალს ნთელ სიგრძეზე სერავენ. შვეული ღერძის

სწვრივ კვეთებში ტკეჩვადობის ბზარებს გრძელი პარალელური ხაზების სახე აქვთ (ნახ. 473, 474).

შვეული ღერძის მართობი კვეთები მახვილი რომბების ან ექვსკუთხედების ფორმისა არიან. ტკეჩვადობის ბზარები (110) პრიზმის წახნაგების სწვრივი არიან და ურთიერთ შორის 124° -ის ტოლ კუთხეს ადგენენ (ნახ. 475).



ნახ. 475. რქატყუარის განივი კვეთი.

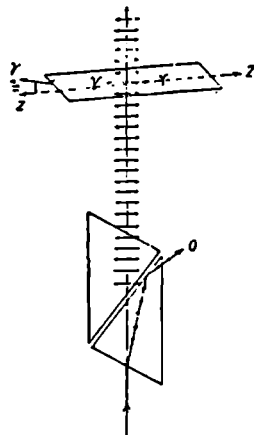
გარდატეხის ინდექსები:
 $\gamma = 1.653$; $\beta = 1.642$; $\alpha = 1.630$.

რელიეფი. რქატყუარის გარდატეხის ინდექსი, კანადის ბალზამის გარდატეხის ინდექსზე მეტია და ამიტომ მისი მოხაზულობა კარგად ჩანს, რელიეფი მკვეთ-

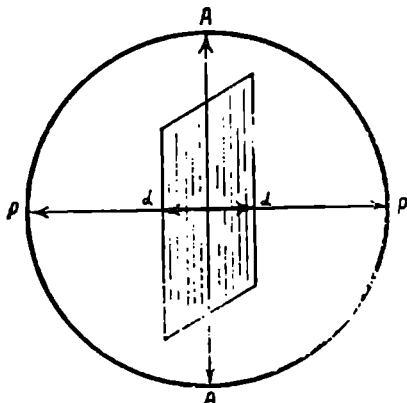
რია და ზედაპირი ხორკლიანი.

ფერი მწვანე, მოყვითალო, მოლურჯო-მომწვანაო.

ზღეოქროიზმი. როდესაც რქატყუარის ფირფიტას პოლარიზატორის ზემოთ ვაბრუნებთ, იგი ინტენსიურად იცვლის ფერს. ფერის ცვლა დამოკიდებულია იმაზე, თუ რა მიმართულებით გადიან მასში დაპოლარებული სხივის



ნახ. 476. სინათლის აბსორბციის მაქსიმუმის მდებარეობა რქატყუარაში.



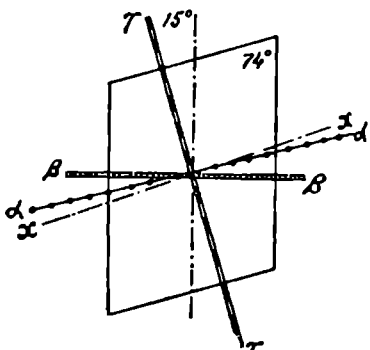
ნახ. 477. სინათლის აბსორბციის მინიმუმის მდებარეობა რქატყუარაში.

რხევეები. თუ პოლარიზატორის რხევეები γ -ს სწვრივია (ნახ. 476), რქატყუარა სინათლის დიდ რაოდენობას შთანთქმავს და მოლურჯო-მომწვანაო გვეჩვენება, თუ მაგიდას 90° -ით მოვაბრუნებთ, დავინახავთ, რომ რქატყუარა იცვლის ფერს — უფრო ღია ფერის ხდება. პოლარიზატორის რხევეები ეხლა α -ს სწვრივად გა-

დიან; სინათლე გაცილებით უფრო თავისუფლად გადის და რქატყუარა ღია მოყვითალო-მომწვანო ფერს ლებულობს (ნახ. 477).

ფერის ამგვარი ცვლილება კარგად ჩანს მეორე პინაკოიდის (O10) სწვრივ კვეთებზე.

რქატყუარის ზოგიერთი კვეთები თითქმის არ იცვლიან ფერს პოლარიზატორის ზემოთ ბრუნვის დროს. ეს ისეთი კვეთებია, რომლებიც Z და Y ლერძებს შეიცავენ. თუ პოლარიზატორის რხევები γ -ს სწვრივად გადიან, ხდება სინათლის აბსორბცია (შთანთქმა) და რქატყუარის ასეთი კვეთები მუქი მწვანე გვეჩვენება. 90°-ით მობრუნების შემდეგ, დაპოლარებული სხივი β -ს სწვრივად გადის, ამ შემთხვევაშიაც სინათლის მნიშვნელოვანი რაოდენობის შთანთქმა ხდება და რქატყუარა მწვანე გვეჩვენება (ნახ. 478).



ნახ. 478. გარდატეხის სამი მთავარი ინდექსის მიმართულება რქატყუარაში.

ამრიგად, რმისდა მიხედვით თუ რქატყუარაში დაპოლარებული სხივის რხევები რა ნიშნარტულებით გადიან, იგი სხედასხვა ფერს ლებულობს.

თუ პოლარიზატორის რხევანი γ -ს სწვრივია—რქატყუარა მოლურჯო-მომწვანოა. პოლარიზატორის რხევები β -ს სწვრივია—რქატყუარა მწვანე გვეჩვენება, როდესაც რხევები α -ს სწვრივია რქატყუარა ღიამომწვანო-მოყვითალო ფერს ლებულობს. ამრიგად, რქატყუარის აბსორბციის ფორმულა შემდეგია: $\gamma > \beta > \alpha$.

მოლურჯო-მომწვანო ფერი მწვანეზე უფრო მუქია, მწვანე კი უფრო მუქია, ვიდრე ღია მოყვითალო-მომწვანო ფერი.

ჩანართები: მაგნეტიტის შავი, გაუმჟვირვალე მარცვლები, აპატიტის უფრო მარცვლები და პრიზმები, და ცირკონის პატარა კრისტალები (ნახ. 479).

წაგრძელება. რქატყუარა უფრო ხშირად Z ლერძის გასწვრივ წაგრძელებულ ფორმებს იძლევა.

§ 121. ნიკოლები ინტერფერენციული ფერები. მეორე რიგის კაშკაშა ჯვარედინია $\frac{1}{2}$ ეფერები—ლურჯი, იისფერი, ნარინჯისფერი და სხვა.

მინერალის მუქი ფერის გამო ფერები სუფთა არ არიან.

ორმაგი გარდატეხა. გარდატეხის ორი ინდექს შორის სხვაობა დიდია $\gamma - \alpha = 0.023$, ამიტომ ორმაგი გარდატეხა ძლიერია.

ჩაქრობა. რქატყუარის ჩაქრობა კვეთზეა დამოკიდებული. მას, როგორც სიმეტრიული, აგრეთვე ირიბი და სწორი ჩაქრობა აქვს.

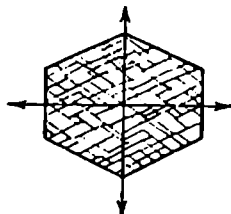
1) სიმეტრიული ჩაქრობა Z ლერძის მართობულ კვეთებს აქვთ. ჩაქრობის

ნიმართულება ტკეჩვადობის ბზარებს შორის მდებარე კუთხეს შუაზე ჰყოფს (ნახ. 480 და 481).

2) პირველი პინაკოიდის სწვრივ კვეთებს სწორი ჩაქრობა აქვთ. რკატყუარა ჩაქრება მაშინ, როდესაც ტკეჩვადობის ბზარების მიმართულება პოლარიზატორის რხევათა მიმართულებას დაემთხვევა (ნახ. 482).

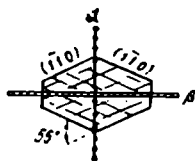


ნახ. 479. მაგნეტიტის და აპატიტის ჩანართები რკატყუარაში.

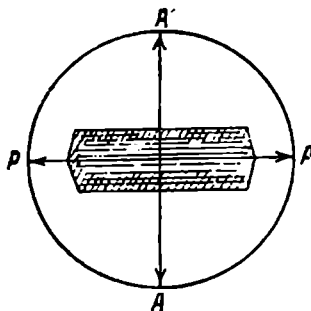


ნახ. 480. რკატყუარის სიმეტრიული ჩაქრობა.

3) დანარჩენ კვეთებზე ჩაქრობა ირიბია. მაქსიმალურ მნიშვნელობას ირიბი ჩაქრობის კუთხე მეორე პინაკოიდის სწვრივ კვეთებზე აღწევს (ნახ. 483). აეგიტისაგან რკატყუარა განირჩევა მით, რომ უკანასკნელში ირიბი ჩაქრობის



ნახ. 481. რკატყუარის სიმეტრიული ჩაქრობის დროს α -ს და β -ს მიმართულება.

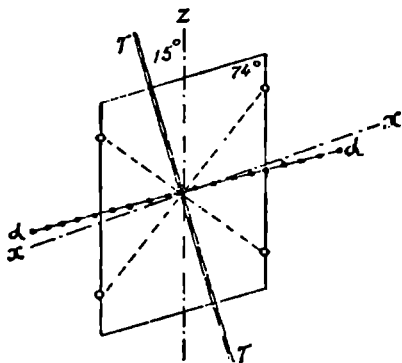


ნახ. 482. რკატყუარის სწორი ჩაქრობა.

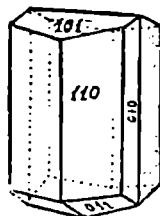
კუთხე მეორე პინაკოიდის მახვილ კუთხეში არის მოკცეული და გაცილებით უფრო ნაკლებია (12° -დან 20° -დე).

მრჩობლები ხშირია. ჩვეულებრივ მარტივი მრჩობლები პირველი პინაკოიდის (100) მიმართ. რთული მრჩობლები უფრო იშვიათია (ნახ. 484, 485 და 486).

ზონალური სტრუქტურა შესამჩნევი ხდება შეფერვის სხვადასხვა ელფერის და მარცვლის ცენტრალური და პერიფერიული ნაწილის არაერთგვარი ჩაქრობის გამო და აიხსნება ქიმიური შედგენილობის სხვადასხვაობით.

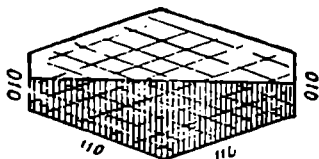


ნახ. 483. ირიბი ჩაქრობის კუთხე (15°) რქატყუარის (010)-ის წახნაგზე.

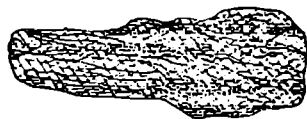


ნახ. 484. რქატყუარის მრჩობლი.

გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკს რქატყუარაში სამღერძიანი ელიფსოიდის ფორმა აქვს. ელიფსოიდის დიდი ჯღერძი Z , ღერძთან $12^\circ - 20^\circ$ -იან კუთხეს ქმნის. საშუალო ღერძი (β) ორთოღერძს (Y) ემთხვევა (ნახ. 487).



ნახ. 485. რქატყუარის მარტივი მრჩობლი ჯვარედინ ნიკოლეზში.



ნახ. 486. რქატყუარის რთული მრჩობლი ჯვარედინ ნიკოლეზში.

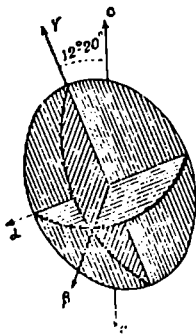
ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე. ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე მეორე პინაკოიდის (010) სწვრივია. ოპტიკურ ღერძთა კუთხე დიდია— 80° და მეტი. α მახვილი ბისექტრისაა (ნახ. 488).

ოპტიკური სხისათი. რქატყუარა ოპტიკურად უარყოფითად (—) ითვლება, რადგან ოპტიკურ ღერძთა კუთხის მახვილი ბისექტრისა α , ანუ უმცირესი გარდატეხის ინდექსის მიმართულებითაა.

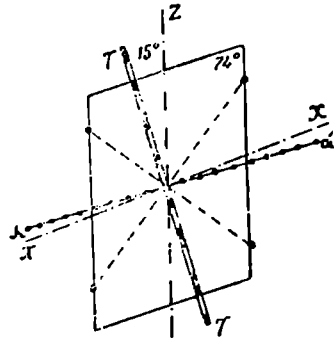
გადასვლა სხვა მინერალებში. რქატყუარა გადადის ქლორიტში, ტალკში, სერპენტინში, აზბესტში, კალციტში, მეორად მაგნეტიტში და ა. შ. გადასვლის პროდუქტების სხვადასხვაობა დამოკიდებულია იმ სხვადასხვა პირობებზე, რომლის დროსაც შეცვლა ხდება.

§ 122. აქტინოლითი ანისოტროპული, ორღერმიანი, მონოკლინური.

შედგენილობა. აქტინოლითი ორი მინერალის იზომორფულ ნარეუს წარმოადგენს—ტრემოლიტის $H_2Ca_2Mg_2Si_8O_{24}$ და ფეროტრემოლიტის $H_2Ca_2Fe_2Si_8O_{24}$. ფეროტრემოლიტის მოლეკულის შემცველობა 10—35%-ის



ნახ. 427. რქატყუარის გარდატეხის ინდექსების გრაფიკი.

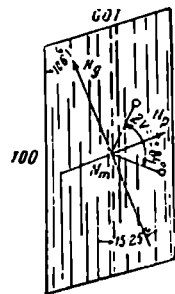


ნახ. 488. რქატყუარის ოპტიკური ორიენტირება.

ფარგლებში მერყეობს; ანალიზებშიც გამოსახლებდას პოლუობს რკინის ქვეანგის FeO -ს რაოდენობის აღმნიშვნელ ციფრებში. რკინის ქვეანგის რაოდენობა ტრემოლიტებში 6—13%-ის ფარგლებში მერყეობს. რკინის ქვეანგი სილიკატებს მწვანე ფერს აძლევს. აქტინოლითების მწვანე შეფერილობის ინტენსიურობა დამოკიდებულია მათში შემავალი ფეროტრემოლიტის მოლეკულის რაოდენობრივ შემცველობაზე. აქტინოლითის შედგენილობა შემდეგი ფორმულით გამოისახება — $H_2Ca_2(Mg, Fe)_2Si_8O_{24}$.

ისევე როგორც სხვა, კალციუმის ეანგის (CaO) შემცველი რქატყუარებისათვის, აქტინოლითისთვისაც დამახასიათებელია მაგნეზიის (MgO) სიჭარბე კალციუმის ეანგთან (CaO) შედარებით.

საერთო დასასიათება. მინერალის სახელწოდება ბერძნული სიტყვებიდან წარმოდგება—აქტის, აქტინოს სხივს ნიშნავს და ლითოს—ქვას ე.ი. ეს სახელწოდება ნიშნავს სხივოსნურ ქვას და აღნიშნავს მინერალის უნარს წარმოქმნას ნემსისებრ-სხივოსნური აგრეგატები. აქტინოლითი გრძელი, ხშირად ნემსისებრი კრისტალებით ხასიათდება. ტყეზვადობა სრული აქვს ვერტიკალური პრიზმის (110) მიმართ, ამასთან იქმნება $124^{\circ} 11'$ -ის ტოლი კუთხე. ელვარება მინის. სიმაგრე—5—6. კუთრი წონა—3.0—3.3, რომელიც რკინის შემცველობის მომატებასთან ერთად იზრდება. ღლობადობა = 4-ს ($t^{\circ} - 1296^{\circ}$). მკვებებში არ იხსნება. აქტინოლითის გრძელ პრიზმულ კრისტალებს ბოლო წახნაგები არ აქვს და შემოფარგლულია



ნახ. 489. რქატყუარის ოპტიკური ორიენტირება.

ვერტიკალური პრიზმის (110) ოთხი წახნაგით, რომელსაც მეორე პინაკოიდის (010) ორი წახნაგი უერთდება. ვხვდებით მრჩობლებს პირველი პინაკოიდის (100) მიმართ.

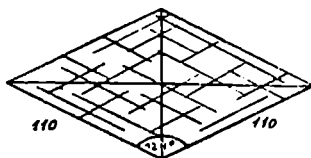
აქტინოლითი წარმოადგენს აქტინოლითიანი ფიქლების მთავარ ქანმანაწილს მინერალს და, როგორც აქ კესორული მინერალი, გვხვდება მწვანე ფიქლებში, ქლორიტიან და ტალკიან ფიქლებში. გვხვდება აგრეთვე კონტაქტურ ზონებში და ჰიდროთერმული პროცესებით შეცვლილ ფუძე ქანებში (გაბრო და სხვ.). მასთან ასოციაციაში გვხვდება ეპიდოტი, ქლორიტი, კვარცი, ცოიზიტი, ტალკი.

ფერი. აქტინოლითი სხვადასხვა ინტენსივობის მქონე ბოთლისებრ-მწვანე ფერისაა. შლიფებში იგი თითქმის უფეროა ან მკრთალი მწვანე.

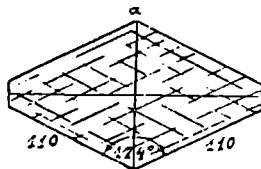
აქტინოლითის კრისტალები მარტივ ფორმებში წაგრძელებულ-პრიზმული ჰაბიტუსის არიან, განივ კვეთებს მახვილი რომბების სახე აქვს (ნახ. 490) ან ჩამოკრილი მახვილი კუთხეების მქონე რომბების სახე (ნახ. 491), რის გამოც ისინი ექვსკუთხოვანი არიან.

ოპტიკური თვისებები:

გარდატეხის ინდექსები ზომიერი აქვს და დამოკიდებული არიან მინერალის შედგენილობაზე:



ნახ. 490. აქტინოლითის კვეთი.



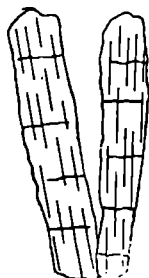
ნახ. 491. აქტინოლითის ექვსკუთხოვანი კვეთი.

ფეროტრემოლიტი

$N_g = 1,685$

$N_p = 1,668$

N_g ანუ $\gamma - 1,636 - 1,659$
 N_m ანუ $\mu - 1,627 - 1,650$
 N_p ანუ $\alpha - 1,611 - 1,638$



ნახ. 492. აქტინოლითის პრიზმული კვეთი.

აქტინოლითი, რომელშიაც 80%-ს ტრემოლიტი შეადგენს და 20%-ს ფეროტრემოლიტი, გარდატეხის შემდეგი ინდექსებით ხასიათდება:

$N_g = 1,640$

$N_m = 1,630$

$N_p = 1,614$

რელიეფი. გარდატეხის ყველა ინდექსები კანადის ბალზანის ინდექსს აღემატება, ამიტომ შლიფებში აქტინოლითის რელიეფი მკვეთრად გამოირჩევა და ნისი ზედაპირი ხორკლიანი გვეჩვენება.

ტექნიკადობა. აქტინოლითის შლიფებში ტექნიკადობა გამოიხატება მკვეთრი, უწყვეტი ხაზების სახით. გარდა ამისა, გრძელ პრიზმულ კვეთებში სჩანს განივი განწყურება (ნახ. 492).

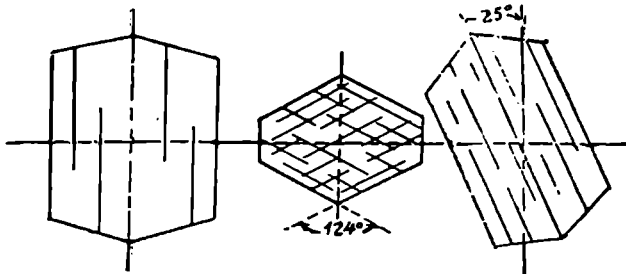
ჩანარბიები. გვხვდება მანგნეტის და აპატიტის ჩანარბიები.

§ 123. დაპოლარებუ- პლეოქროიზმი. როგორც სხვა ოპტიკური თვისე-
ლი სინათლე ბები. აქტინოლითის პლეოქროიზმი დამოკიდებულია
მასში შემავალი ფეროტრემოლიტის მოლეკულის პრო-
ცენტულ შემცველობაზე. რაც უფრო მცირეა ფეროტრემოლიტის შემცველობა,
მით უფრო სუსტია პლეოქროიზმი; რკინოვანი კომპონენტის (ფეროტრემო-
ლიტის) შემცველობის ზრდასთან ერთად იზრდება აგრეთვე პლეოქროიზმის
ინტენსიობა. აქტინოლითის წაგრძელებულ კვეთებში სხივის აბსორბცია იზრ-
დება, როდესაც გრძელი ღერძის მიმართულებას ათავსებენ პოლარიზატორის
რხეეების მიმართულებასთან. აქტინოლითის კვეთის სხვადასხვა მდებარეო-
ბის დროს. პოლარიზატორის რხეეების მიმართულების მიმართ, შეფერილო-
ბა შემდგენიარად იცვლება: N_g — მკრთალი მწვანედან მუქ მწვანედღღ,
 N_{III} — ნობწვანო-ყვითელი, N_p — ღია ფერის. მკრთალი ყვითელი. სხივის აბსორ-
ბციის სქემაში შეფერილობის ინტენსივობის მკვეთრი ცვალებადობა წეღღგა-
ნაირად გამოიხატება:

$$N_g > N_{III} \gg N_p$$

ჯვარადინი ნიკოლები

ორმაგი გარდატეხა სხვადასხვა კვეთებში სხვადასხვა ნაირად წეღღ-
ნდება. კვეთში გარდატეხის დიდი და პატარა ინდექსები თუ მდებარეობენ,
მასში ორმაგი გარდატეხის ძალა აღწევს 0,020—0,025 და ინტერფერენციის
მაღალი კაშკაშა. მეორე რიგის დასაწყისის შესაბამი ფერები წარმოიქნებიან--
თისფერი, ლურჯი, მწვანე, ყვითელი. კვეთი პირველი პინაკოიდის (100) სწერი-
ვი თუ იქნა მასში დიდსა და საშუალო ინდექსებს შორის სხვაობა მხოლოდ



ნახ. 493. აქტინოლითის სწორი, სიმეტრიული და ირიბი ჩაქრობა.

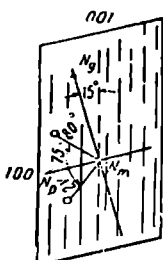
0,009 აღწევს ($N_g - N_{III} = 0,009$); ასეთი კვეთი პირველი რიგის მკრთალი
ყვითელი ფერით ხასიათდება.

ჩაქრობა. გვხვდება ჩაქრობის სამი სახე: სწორი, ირიბი და სიმეტრიული,
რაც დამოკიდებულია აქტინოლითის კვეთზე (ნახ. 493).

ბაზალური კვებები ტყეჩადობის ურთიერთმკვეთი ნაპრალებით ხასიათდებიან; მათში მდებარეობს კრისტალური ღერძი ს, რომელიც მარცხნიდან მარჯვნივ მიიმართება. ჩაქრობის მიმართულებები ტყეჩადობის კუთხეების ბისექტრისებს წარმოადგენენ.

პირველი პინაკოიდის (100) პარალელურ კვებებში ჩაქრობის მიმართულება თანხედება ტყეჩადობის ნაპრალებს, ყველა სხვა კვებებში ვამჩნევთ ირიბ ჩაქრობას. იოიბი ჩაქრობის უდიდეს კუთხეს ვხვდავთ მეორე პინაკოიდის (010) წანაგზე, სადაც იგი $15-18^\circ$ -ს აღწევს. მოკლედ ამას ასე აღნიშნავენ: $c : N_g = 15-18^\circ$. რაც უფრო დიდია აქტინოლითში ფეროტრემოლიტის შემცველობა, მით უფრო მცირეა მასში იოიბი ჩაქრობის კუთხე. თუ მოვიგონებთ, რომ ტრემოლიტის იოიბი ჩაქრობის კუთხეები 20° -ს უდრის, ფეროტრემოლიტის კი 10° -ს, მაშინ ეს დამოკიდებულება გასაგები გახდება.

აქტინოლითის ოპტიკური ორიენტირება. 494-ე ნახაზზე ჩანს, რომ ოპტიკური ღერძების სიბრტყე განლაგებულია მეორე პინაკოიდის (010) სწვრივად. ამ სიბრტყეში მდებარეობენ გარდატეხის დიდი (N_g) და პატარა (N_p) ინდექსები. კრისტალოგრაფიული c ღერძისა და გარდატეხის დიდი ინდექსს შორის მყოფი კუთხე უდრის 15° -ს; ესაა იოიბი ჩაქრობის კუთხე, რომელსაც პირობითად შემდეგნაირად აღნიშნავენ: $c : N_g = 15^\circ$; c ღერძის სწვრივად მიიმართებიან ტყეჩადობის ნაპრალების ხაზები. ტრემოლიტის ოპტიკურ ღერძთა კუთხე დიდია და $75-80^\circ$ -ს უდრის. ნახაზზე ეს აღნიშნულია როგორც $2V = 75-80^\circ$. ოპტიკურ ღერძების მახვილ ბისექტრისას წარმოადგენს გარდატეხის პატარა ინდექსი N_p და ამიტომ აქტინოლითს ოპტიკურად უარყოფით მინერალს აკუთვნებენ. მოკლედ ამას ასე გამოსახავენ: $(-)2V = 75-80^\circ$.



ნაზ. 494. აქტინოლითის ოპტიკური ორიენტირება. ცვლილებები. ჰიდროთერმული პროცესების გაე-
ლენით აქტინოლითს შეუძლია ტალკში გადავიდეს; მის
შეცვლის პროდუქტებს წარმოადგენენ აგრეთვე სერპენ-
ტინი, ქლორიტი და კარბონატები; რკინა გააიოიოჟაა მეოიადი მაგნეტიტის
სახით, რომელიც შემდეგ ლიზონიტში გადადის.

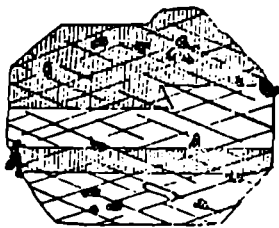
აქტინოლითი მეორად მინერალს წარმოადგენს და მაგმურ ქანებში მას პირველადი კომპონენტის სახით არ ვხვდებით; იგი წარმოიქმნება აგრეთვე კონტაქტის ზონებში და ფართოდაა გავრცელებული მეტამორფულ ქანებში.

აქტინოლითი და ტრემოლიტი მაგმურ ქანებში წარმოიქმნება როგორც პიროქსენებისა და ოლივინის ჩანაცვლების პროდუქტები. ოლივინის მიხედვით წარმოქმნილ ტრემოლიტის ფსევდომორფოზუსს, რომლებიც ნემსისებრი წვრილი კრისტალების სახით ავსებენ ოლივინის მარცვლებს, უწოდებენ „პილიტებს“ რადგან ისინი გარეგნულად ქეჩას მოგვაგონებენ.

სმარაგდისტი. ზურმუხტისებრ მწვანე ფერის აქტინოლითი, წარმოქმნილი გაბროული ქანების დიალაგიდან; დამახასიათებელია ეკლოგიტებისათვის; ეკლო-

გიტები მარცვლოვანი ქანებია, რომლებიც შედგებიან ვარდისფერი გრანატის, მწვანე პიროქსენის—ომფაკიტის, სმარაგდიტის და ლისტენისაგან, რომლებიც მეტად მაღალი წნევის ქვეშ კრისტალდებოდნენ.

ურალიტი—აქტინოლითის ან ჩეულებრივი მწვანე რქატყუარის ფსევდომორფოზა პიროქსენის მიმართ. რვაკუთხოვანი განივი კვეთები ამ ფსევდომორფოზების ბუნებას ამჟღავნებენ. საწყის ფორმას იძლეოდა ავგიტი ან დიოპსიდი, ეს ფორმა შემდეგში ურალიტის მთლიანი კრისტალით იქმნა შევსებული. პირველადი კლინოპიროქსენის ნარჩენები ადვილი შესაანჩევია უფერულობისა და უფრო მაღალი რელიეფის გამო. კრისტალებს შენარჩუნებული აქვს პირველადი პიროქსენის ფორმა, მაგრამ ანტიბოლის ტექტადობით ხასიათდებიან (ნახ. 495).



ნახ. 495. პიროქსენისადმი ურალიტის ასევდომორფოზა.

ურალიტი აათვის დამახასიათებელია მისი ფერი შლიფში—ყოველთვის ქუქყიანი მომწვანო, ზოგჯერ მოლურჯო, და უსწორმასწორო კლაკნილი ხაზების სახის ტექტადობა.

ურალიტური რქატყუარები მუდამ ეპიმაგნური წარმოშობის არიან; როგორც პირველადი მინერალი, მაგმური მდნარიდან გამოკრისტალებული არ გვხვდებიან. ისინი წარმოიქმნებიან შემდგომი პროცესების შედეგად. რომლებსაც განიცდიან დიორიტული და გაბროული კონსოლიდირებული მასივები.

§ 124. **ბაზალტური მონოკლინური, ანიზოტროპული, ორღერმიანი რქატყუარა** შედგენილობა: $H_2(Ca, Na, K)_2(Fe, Mg, Mn)_2(Fe, Al)_2(Si, Al, Ti)_8O_{24}$.

საერთო დასახიათება. ბაზალტური რქატყუარა კარგად განვითარებული კრისტალების სახით გვხვდება ვულკანურ ქანებში—ბაზალტებში, ანდეზიტებში, პორფირიტებში, ტრაქიტებში. ბაზალტური რქატყუარა ეკუთვნის რამიწის სიღრმის წყნარ პირობებში დაკრისტალების ნაადრევი პერიოდის პროდუქტებს, იგი მოზრდილი, კარგად განვითარებული კრისტალებს, ე. წ. პორფირული წარმონაქმების* სახით იძირება დაკრისტალების მეორე პერიოდის წვრილი მინერალების მასაში. ეს მეორე პერიოდი მიმდინარეობს მიწის ზედაპირზე, როდესაც მაგმა ლავის სახით ამოითხევა დეამიწის ზედაპირზე და სწრაფად ცივდება.

მინერალების მსხვილმა კრისტალებმა, წარმოქმნილმა ვულკანური კერის შიგნით, მიიღეს განსაკუთრებული სახელწოდება—ინტრატელურული წარმონაქმები* (ინტრა—შიგნით, ტელუს: ტელურის—მიწა ანუ მინერალები წარმოქმნილი მიწის შიგნით, ჯერ კიდევ ვულკანურ ამოთხევამდე).

გამოფიტვის პროცესების დროს, როდესაც ვულკანური ქანები ფხვიერი ხდებიან, რქატყუარის კრისტალები ადგილიდან გამოცალკევდებიან. ამ გარე-

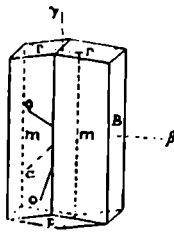
მოებამ საშუალება მოგვცა დეტალურად შეგვესწავლა ბაზალტური რქატყუარის კრისტალოგრაფიული და ოპტიკური თვისებები.

ბაზალტური რქატყუარის კრისტალები კარგადაა განვითარებული და მათზე, აქტინოლითისა და ჩვეულებრივი რქატყუარისაგან განსხვავებით, ბოლო წახნაგებს ვხვდებით. 496-ე ნახაზზე გამოსახულია ოთხი მარტივი ფორმის კომბინაცია $m(110)$, $B(010)$, $r(011)$, $p(10\bar{1})$ და სჩანს, რომ გარდატეხის საშუალო ინდექსი N_{110} თანხვედება კრისტალოგრაფიულ x ღერძს; ოპტიკური ღერძთა სიბრტყე მეორე პინაკოიდის (010) სწვრივია და მასში N_x და N_p ანუ გარდატეხის დიდი და პატარა ინდექსები მდებარეობენ; ნახაზზე სჩანს აგრეთვე, რომ ოპტიკურ ღერძთა კუთხე დიდია.

ხშირად ბაზალტური რქატყუარის კრისტალები წარმოადგენენ მრჩობლებს პირველი პინაკოიდის მიმართ (ნახ. 497).

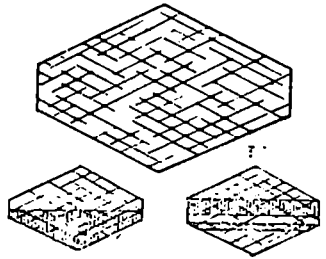
მრჩობლები ადვილად გამოიცნობიან, რადგან ისინი ერთ ბოლოზე ორი წახნაგით იფარგლებიან, მეორეზე კი—ოთხი წახნაგით; მარტივ კრისტალებზე ორივე ბოლოს ქმნის სამი წახნაგი (011) , $(0\bar{1}1)$ და $(\bar{1}01)$, როგორც ამას ცხადყოფს ზემომოყვანილი ნახაზი.

განვიკეთებში მრჩობლის ნაკერი შუაზე ყოფს ტყეჩადობის კუთხეებს, წაგრძელებულ კვეთებში იგი ტყეჩადობის ნაპრალების სწვრივია (ნახ. 498 და 499).

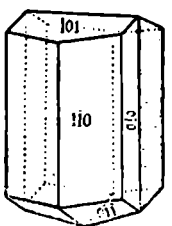


ნახ. 496. ბაზალტური რქატყუარის კრისტალი.

ნახ. 497. (100) -ის მიმართ შესრდილა მრჩობლი.



ნახ. 498. ბაზალტური რქატყუარის ეული და დამრჩობლილი კრისტალების განივი კვეთები.



ნახ. 499. ბაზალტური რქატყუარის მრჩობლი

ქიმიურად ბაზალტური რქატყუარები გამოირჩევიან Al_2O_3 და Fe_2O_3 -ის მაღალი რაოდენობით და ტიტანის ორჟანგის TiO_2 , მნიშვნელოვანი, $5,5\%$ -მდე, შემცველობით. ეს გარემოება გავლენას ახდენს მათ ფერზე: მეგასკოპურად

ისინი მუქი შავი არიან, შლიფებში მუქი ყავისფერი და მოწითალო-ყავისფერი.

ბაზალტურ რქატყუარებს ვხვდებით როგორც ნორმულ კირ-ტუტე. ისე ტუტე ქანებში. აღსანიშნავია ორი საინტერესო ფაქტი: 1) ჰაერზე 800°-მდე გახურების შემდეგ ჩვეულებრივი რქატყუარა ბაზალტურში გადადის. ამასთან FeO -ს მნიშვნელოვანი ნაწილი იფანგება $Fe_2(1)$ -ად; მწუანე ფერი ყავისფერი იცვლება; ირიბი ჩაქრობის კუთხე მცირდება და ეცემა O^2 -მდე, როდესაც $Fe(1)$ -ს სრული დაქანგვა ხდება.

2) თუ ჩვეულებრივ რქატყუარას გაედნობთ და მდნარს თანდათან გავაცივებთ, მისგან ავეიტის კრისტალები გამოიყოფა. გადნობის დროს რქატყუარა ჰაერგავს კონსტიტუციურ წყალს და ავეიტის სახით კრისტალდება. „ჰიდატოგენური“ მინერალი „ჰიროგენულ“ მინერალად გარდაიქმნება ანუ მინერალად, რომელიც „მშრალი“ მდნარიდან კრისტალდება.

ეს ფაქტები გვიხსნიან ზოგიერთ თავისებურებებს, რომელსაც ამჟამინდებენ ბაზალტური რქატყუარები—მათში რკინის ეანგის დიდ შემცველობას, ირიბი ჩაქრობის მცირე კუთხეს, შლიფში მუქ ყავისფერ შეფერილობას და ნაპირების ხშირად შესამჩნევ შემოდნობას, პიროქსენისა და მაგნეტიტის წვრილი მარცვლებისაგან შემდგარი არშიის წარმოქმნით.

ოპტიკური სვისებები. რკინის ეანგის და ტიტანის ორეანგის მაღალი შემცველობის გამო, გარდატეხის ინდექსები მაღალია, $N_g = 1.760$ -ს აღწევს, $N_p = 1.690$ -ს; ამიტომ, რომ ბაზალტური რქატყუარა ქმნის ნევტრ რელიეფს და ხორკლიან ზედაპირს.

ფერი. შლიფში სხედასხვა ელფერის მქონე ყავისფერია.

ჩანართები წარმოდგენილია მაგნეტიტით, ილმენიტით, აპატიტით. ზოგჯერ ცირკონით.

დანალარებული სინათლე:

პლექროიზში მკვეთრია. როდესაც ტეჩადობის ნაპრალები თანხედებიან პოლარიზატორის რხევების მიმართულებას—მუქი ყავისფერია, 90° -ით შემობრუნების დროს—ღია ყვითელი. პირველი პინაკოიდის (100) სწორივი კრილები 90° -ით შემობრუნების დროს შეფერილობას იცვლიან მუქი ყავისფერიდან ყავისფერამდე; ამ კუთხეებში მდებარეობენ გარდატეხის დიდი (N_g) და საშუალო (N_{im}) ინდექსები. სხივის აბსორბციის სქემა: $N_g > N_{im}$, N_p .

ჯვარედინი ნიკოლში

ორმაგი გარდატეხა მეტად ძლიერია, $N_g - N_p = 0.070$; მაგრამ გვხვდებიან ბაზალტური რქატყუარები, რომლების ორმაგი გარდატეხის მნიშვნელობა უდრის $0,020$.

ინტერფერენციული ფერები მეტად მაღალი, შესამე და ზეოთხე რიგის, რომლებიც ძლიერ ინიღბებიან მინერალისათვის დანახასიათებელი მუქი შეფერილობით. სახესხვაობებო, რომლებიც $0,020$ -ის ტოლი ორმაგი გარდატეხით ხასიათდებიან, იძლევიან მეორე რიგის დასაწყისის ინტერფერენციულ ფერებს.

ჩაქრობა სიმეტრიულია განივ კვეთებში, სწორი—პირველი პინაკოიდის სწვრივ კვეთებში და ირიბი, ყველა სხვა კვეთებში (ნახ. 493). ირიბი ჩაქრობის კუთხე ϵ : $N\alpha$ არაა დიდი—5—10°; კანადის ზოგიერთ ბაზალტურ რქატყუარებში ის 0°-მდე ეცემა. ირიბი ჩაქრობის მაქსიმუმს ვამჩნევთ მეორე პინაკოიდზე.

ოპტიკური ორიენტირება. გარდატეხის დიდი ინდექსი მდებარეობს კრისტალოგრაფიული c ღერძის მახლობლად და მასთან 5—10°-ს ტოლ კუთხეს ქმნის. ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე მეორე პინაკოიდის (010) სწვრივია, ოპტიკურ ნორმალს წარმოადგენს კრისტალური ღერძი $b(N_{im} = b)$ (იხ. აგრეთვე ნახ. 496). გარდატეხის დიდი (N_z) და პატარა (N_p) ინდექსები მეორე პინაკოიდის სიბრტყეში მდებარეობენ. ოპტიკურ ღერძთა კუთხე დიდია—დაახლოებით 80°, მაგრამ ზოგიერთ ბაზალტურ რქატყუარებში იგი 50°-მდე ეცემა. ოპტიკურ ღერძთა კუთხის ბისექტრისას წარმოადგენს N_p გარდატეხის პატარა ინდექსი; ამიტომ, რომ ბაზალტური რქატყუარები ოპტიკურად უარყოფითი არიან. მოკლედ ეს შემდეგნაირად გამოისახება ($-$) $2V = 50—80^\circ$ (ნახ. 500).

კუთრი წონა 3,2—3,3. რკინის უფრო დიდი შემცველობის გამო ბაზალტური რქატყუარები, ჩვეულებრივ რქატყუარასთან შედარებით, ხასიათდებიან უფრო დიდი კუთრი წონით, გარდატეხის ინდექსით, ორმაგი გარდატეხით და უფრო მკვეთრად გამოსახული პლეოქროიზმით.

დიაგნოსტიკა. ბიოტიტისაგან განსხვავდება ირიბი ჩაქრობით და ექსკუთხოვან კვეთებში ტყეზადობის ურთიერთ გადაპყვეთი ნაპრალების არსებობით. ბიოტიტის ექსკუთხოვან კვეთებში ტყეზადობის ხაზებს არ ვხვდებით და ისინი პლეოქროიზმს არ ამჟღავნებენ; ბაზალტური რქატყუარის ანალოგიურ კვეთებში კი პლეოქროიზმს ვამჩნევთ—ყავისფერიდან ღია ყვითელ ფერამდე. ბარკევიტიტისაგან განსხვავება იხილე ამ უკანასკნელის აღწერაში.

§ 125. ბარკევიკიტი მონოკლინური, ანიზოტროპული, ორღერძიანი.

საერთო დასასიათება. ბარკევიკიტი ეკუთვნის რკინის ქვეყანგით მდიდარ რქატყუარებს. შლიფებში რუხი ფერი და ტიტანის ორჯანგის TiO_2 , მომეტებული შემცველობა აახლოვებს მათ ბაზალტურ რქატყუარებთან, მაგრამ ტუტეების მაღალი შემცველობა გვაძლევს მივაკუთნოთ ბარკევიკიტი ნაავერადტუტე რქატყუარების რიცხვს. თავისი თვისებების მიხედვით ბარკევიკიტი გარდამავალია რუხი ბაზალტური რქატყუარებისა და არუვედსონიტებს $Na_3(Fe, Mg)_4(Fe, Al)Si_4O_{22}(OH, F)_2$ შორის.

ბარკევიკის (სამხრეთი ნორვეგია) ბარკევიკიტის ანალიზი გვიჩვენებს:

SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O
41,05	1,40	11,45	6,18	19,93	0,75	1,11	10,24	6,08	1,44	0,36

ჩვენ ვხედავთ, რომ ფუძეებს შორის ჰარბობს რკინის ქვეყანგი (FeO) და კალციუმის ჟანგი (CaO) და აგრეთვე, რომ ტუტეები შესამჩნევ როლს ას-

რულეზენ. მოლეკულურ შეფარდებებზე გადათელა საშუალებას გვაძლევს ბარკევიციტის შედგენილობა შემდეგი ფორმულებით გამოვსახოთ:



ბაზალტური რქატყუარებისაგან ბარკევიციტი განსხვავდება ტუტეების მაღალი შემცველობით და უფრო მაღალი კუთრი წონით, რომელიც 3.48 აღწევს; არფვედსონიტისაგან—CaO და Al_2O_3 -ის მაღალი პროცენტით და ცისფერი შეფერილობის უქონლობით. სიმაგრე 5,5.

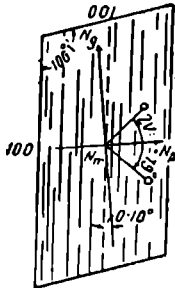
ბარკევიციტების ოპტიკური თვისებები უახლოვებიან ბაზალტური რქატყუარების თვისებებს. ფერი—ხავერდოვანი—შავი, შლიფში მოწითალო-ყავისფერი. (110) პრიზმის გასწვრივ განვითარებული ტყეჩვადობის გარდა ხასიათდება აგრეთვე მეორე პინაკოიდის (010) გასწვრივ განვითარებული ტყეჩვადობით (ნახ. 501).

შლიფში გამჭვირვალეა და მოწითალო-ყავისფერი; პლეოქროიზში ძლიერი, ბაზალტური რქატყუარის ანალოგიურად: Ng—მუქი ყავისფერი, Nm—მოწითალო-ყავისფერი, Np—ღია ყვითელი. აბსორბციის სქემა შემდეგია: $Ng > Nm > Np$.

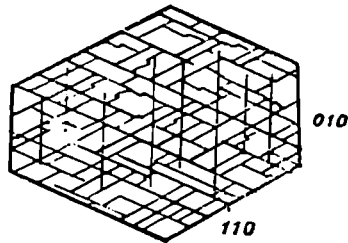
გარდატეხის ინდექსები. Ng—1,701; Nm—1,690; Np—1,680; ამიტომ შესამჩნევი რელიეფით და ხორკლიანი ზედაპირით ხასიათდება.

ორმაგი გარდატეხა ზომიერია, Ng—Np=0,021, რომელიც მეორე ოიგის ინტერფერენციულ ფერებს წარმოქმნის.

ჩაქრობა სწორი, სიმეტრიული და ირიბი (იხ. ნახ. 493). ირიბი ჩაქრობის კუთხე მეორე პინაკოიდის წახნაგზე უდრის 10—14°; უფრო დიდი ვიდრე ბაზალტურ ამფიბოლებს აქვს.



ნახ. 500. ბაზალტური რქატყუარის ოპტიკური ორიენტირება



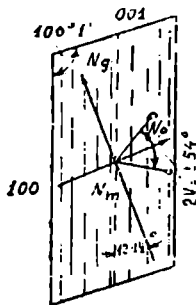
ნახ. 501. ბარკევიციტის ტყეჩვადობა (110)-ის და (010)-ის გასწვრივ

ოპტიკური ორიენტირება. ოპტიკური ღერძების სიბრტყე მეორე პინაკოიდის სწვრივია, ამიტომ Nm ოპტიკურ ნორმალს წარმოადგენს. ოპტიკური ღერძების კუთხე მერყეობს 31—50°-ის ფარგლებში. მახვილ ბისექტრისას გარდატეხის პატარა ინდექსი Np წარმოადგენს, ამიტომ ოპტიკურად უარყოფითია: $(-)2V = 31—50^{\circ}$, $c : Ng = 10—14^{\circ}$; წაგრძელება—დადებითი.

კრისტალური c ღერძის მახლობლად მდებარეობს გარდატეხის დიდი ინდექსი $\sqrt{2}$ (ნახ. 502).

ბარკევიკიტისა და ბაზალტური რქატყუარების ოპტიკურ თვისებებს თუ შევადარებთ დავინახავთ, რომ განსხვავება მდგომარეობს ორმაგი გარდატეხის ნაკლებ სიძლიერეში, ოპტიკური ღერძების კუთხის ნაკლებ სიდიდეში და ირიბი ჩაქრობის კუთხის უფრო დიდ მნიშვნელობაში. მაგრამ არსებობს ბაზალტური ამფიბოლები, რომელთა ორმაგი გარდატეხა უდრის 0,020 და $2V = 50^\circ$. ასეთ შემთხვევებში საკითხი იჭრება ტუტეების პროცენტული შემცველობის განსაზღვრით: ტუტეების მცირე რაოდენობა თუ იქნა — ბაზალტური ამფიბოლია, ტუტეების დიდი რაოდენობა თუ აღმოჩნდა — ბარკევიკიტი ყოფილა.

ბარკევიკიტი დამახასიათებელი ამჟიბოლური მინერალია ტუტე სიენიტებისა და ტუტე გაბროიდებისათვის, აგრეთვე მათი ძარღვის ქანებისათვის, როგორცაა კამპტონიტები და მონჩიკიტები. ბარკევიკიტის გოძელი, დაახლოვებით რამდენიმე სანტიმეტრის სიგრძის მქონე კრისტალები გვხვდებიან ოკრიბას, კახეთისა და ახალციხის რაიონის ტუშენიტურ ქანებში.

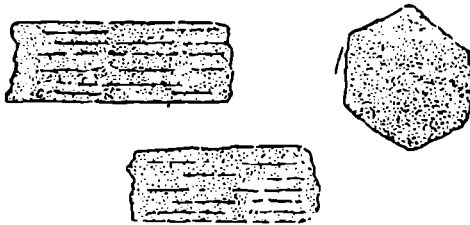


ნახ. 502. ბარკევიკიტის ოპტიკური ორიენტაცია

მეთერთმეტე მაცალინოგა

§ 126. ბიოტიტი მონოკლინური, ორღერძიანი, ანიზოტროპული.
 $H_2K(Mg, Fe)_2(Al, Fe)Si_3O_{10}$ (რკინა-მაგნეზიალური ქარსი).

სვეულებრივი სასე პლიფში. გვხვდება დაკბილულ, მოხეულ კიდეებიან ფურცლების და ნაფლეთების სახით. ზოგჯერ იძლევიან კვეთებს სწვრივი გვერდებით (ნახ. 503).

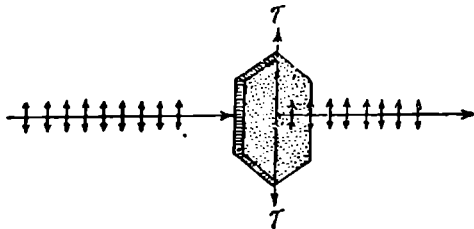


ნახ. 503. ბიოტიტის სახე პლიფში.

ზოგჯერ წვრილი ჰექსაგონალური ფირფიტები გვხვდება. ზოგიერთ შემთხვევაში ზონალური სტრუქტურა ახასიათებს.

ფერი. რუხი, მომწვანო, ზოგჯერ თითქმის შავი.

პლეოქროიზმი. ბიოტიტს მკვეთრი პლეოქროიზმი ახასიათებს. კოლა-

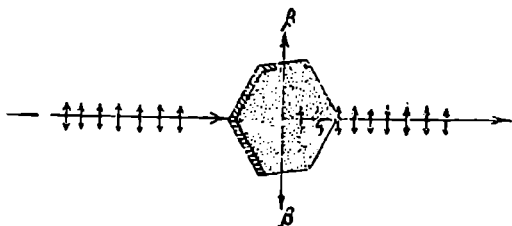


ნახ. 504. ბიოტიტში სინათლის აბსორბციის მაქსიმუმის მდებარეობა.

რიზატორის ზემოთ ბრუნვის დროს ის ინტენსიურად იცვლის ფერს. იმ შემთხვევაში, როდესაც დაპოლარებული სხივის რხევები ბიოტიტში, უდიდესი გარდა-

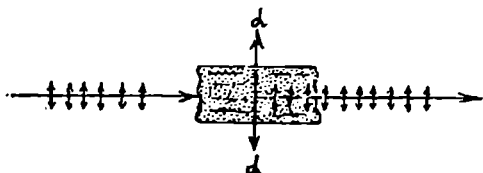
ტეხის ინდექსის, γ - მიმართულებით გადიან, ბიოტიტი სინათლის დიდ რაოდენობას ნთქავს და მუქ ყავის ფერს იღებს. (ნახ. 504).

თუ დაპოლარებული სხივის რხევები β -ს სწვრივია, ბიოტიტი აგრეთვე ნთქავს სინათლის საკმაო რაოდენობას და ყავისფერი ჩანს (ნახ. 505).



ნახ. 505. ბიოტიტში სინათლის მნიშვნელოვანი აბსორბციის მეორე მიმართულება.

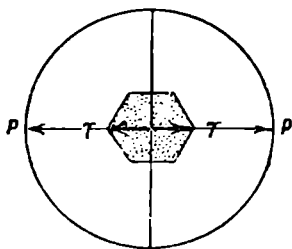
გაცილებით უფრო ადვილათ უშვებს ბიოტიტი სინათლის იმ რხევებს, რომლებიც უმცირესი გარდატეხის ინდექსის (α) სწვრივი არიან. ასეთ შემთხვევაში ბიოტიტი ღია ყვითელ ფერადაა შეფერილი (ნახ. 506).



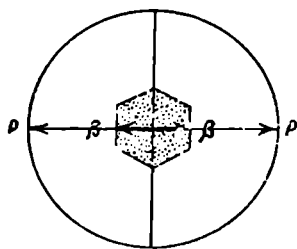
ნახ. 506. ბიოტიტში სინათლის მინიმალური აბსორბციის მიმართულება

რადგან ბიოტიტში γ და β ბაზოპინაკოიდის სიბრტყეში არიან განლაგებულნი, ბიოტიტის ბაზალური კვეთები პოლარიზატორის ზემოთ ბრუნვის დროს ფერს თითქმის არ იცვლიან. ისინი 90° მობრუნების დროს ყავის ფერს ინარჩუნებენ. როდესაც პოლარიზატორის რხევები γ -ს სწვსრივია,

ბიოტიტი მუქყავისფერს ღებულობს. თუ დაპოლარებული სინათლე ისე გადის, რომ მისი რხევა β -ს სწვრივია, ბიოტიტი ყავისფერი ჩანს. ორივე



ნახ. 507. პოლარიზატორის (pp) რხევა თანხედება ბიოტიტის γ -ს.

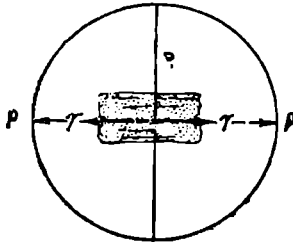


ნახ. 508. პოლარიზატორის (PI) რხევა თანხედება ბიოტიტის β -ს.

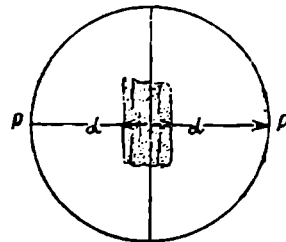
შემთხვევაში სინათლის დიდი რაოდენობა შთაინთქმება და ბიოტიტს ნაკლებ ბაღ გამჭვირვალე ყავისფერი მინერალის სახე აქვს (ნახ. 507 და 508).

ამრიგად, ბიოტიტის ფერი, როდესაც მას პოლარიზაციულ მიკროსკოპში ვსინჯავთ, დამოკიდებულია იმაზე, თუ რა მიმართულებით გადის მასში პოლარიზატორიდან გამოსული სხივი.

თუ დაპოლარებული სინათლის რხევები γ -ს სწვრივია—ბიოტიტი მუქი ყავისფერი გვეჩვენება. როდესაც რხევები β -ს სწვრივია—ბიოტიტი ყავისფერს იღებს. და ბოლოს, თუ რხევები α -ს სწვრივია ბიოტიტი თავისუფლად უშვებს სინათლეს და ღია ყვითელი ფერისაა (ნახ. 509 და 510). ბიოტიტის მიერ სინათლის აბსორბირების ფორმულა ასეთია $\lambda > \beta > \alpha$.



ნახ. 509. ტყეჯადობის ბზარების მიმართულება თანხედება პოლარიზატორის რხევას—ბიოტიტი მუქი ყავისფერი გვეჩვენება.



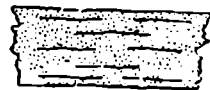
ნახ. 510. ტყეჯადობის ბზარები პოლარიზატორის რხევის მართებულია—ბიოტიტი ღია ყვითელი ფერის ხდება.

გარდატეხის ინდექსები. $\gamma = 1.638$; $\beta = 1.638$; $\alpha = 1.580$.

რელიეფი. ბიოტიტს კანადის ბალზამზე უფრო ღიდი გარდატეხის ინდექსები აქვს, ამიტომ რელიეფი შესამჩნევი აქვს და ზედაპირი ოდნავ ხორკლიანიდან ძლიერ ხორკლიანამდე. ბიოტიტის ზედაპირი უფრო ხორკლიანია მაშინ, როდესაც ტყეჯადობის ბზარები პოლარიზატორის ოპტიკური კვეთის სწვრივი არიან.

ტყეჯადობა ფრიად სრული ბაზოპინაკოიდის (001) სწვრივი (ნახ. 511).

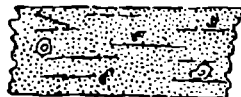
ბაზალურ კვეთებზე ტყეჯადობა არ ჩანს. დანარჩენ კვეთებზე ტყეჯადობა წერილი და სწვრივი ხაზების სახით მკლავდება.



ნახ. 511. ბიოტიტის ტყეჯადობა (001)-ის გასწვრივ.



ნახ. 512. ჩანართები ბიოტიტში.



ნახ. 513. ბიოტიტის წაგრძელება.

ჩანართები. ბიოტიტში ხშირია მაგნეტიტის შავი მარცვლების და აპატიტის უფრო პრიზმების ჩანართები. ცირკონის მარცვლების ჩანართები ჩვე-

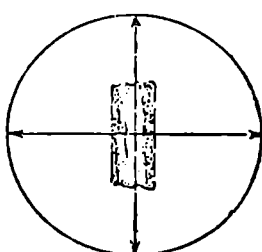
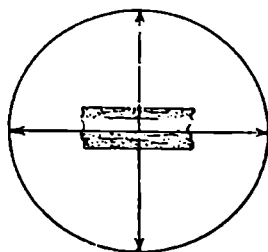
ულებრივ შემორტყმულია მუქი რგოლებით, რომელთა შეფერვის ინტენსივობა მიკროსკოპის მაგიდის ბრუნვის დროს იცვლება (ნახ. 512).

წაგრძელება. ბიოტიტის მარცვლები ხშირად ტექნეადობის ბზარების მიმართულებით არიან წაგრძელებული (ნახ. 513).

ნიჟოლუბი ჯვარკალინია:

ინტერფერენციული ფერები. მესამე რიგის კაშკაშა ინტერფერენციული ფერები: ვარდისფერი, მწვანე, ლურჯი, ყვითელი და ა. შ. ბიოტიტის ნიერ სინათლეს აბსორბციის გამო ფერები, ხშირად, სუფთა არ არიან. ბაზალური კვეთები ჯვარედინ ნიჟოლებში არ იცვლიან ფერს ან შეადგებიან. ეს იმით აიხსნება, რომ γ და β გარდატეხის ინდექსთა სხვაობა ნულს ან 0.001 უდრის.

ორმაგი გარდატეხა. γ და α -ს შორის სხვაობა ძლიერ დიდია: $\gamma - \alpha = 0.058$. ორმაგი გარდატეხა იმ ქერცლებზე, რომელთაც ტექნეადობის ბზარები აქვთ, ძლიერია. ბიოტიტში γ და β -ს მიმართულება ტექნეადობის ბზარების სწვრი-



ნახ. 514—515. ბიოტიტის ჩაქრობის მდგომარეობა.

პირიქით, ბაზალურ კვეთებზე, სადაც $\gamma - \beta$ ზოგჯერ ნულამდე ჩამოდის, ორმაგი გარდატეხას ადგილი არა აქვს.

ჩაქრობა—თითქმის ტექნეადობის ბზარების სწვრივია. ჩაქრობის კუთხე ძლიერ მცირეა. ბაზალური კვეთები იზოტროპული გვეჩვენება ($\gamma = \beta$) (ნახ. 514 და 515).

ამის გარდა, როდესაც ბიოტიტის მარცვლი ჩაქრობის მდგომარეობაშია, იგი ლაქებრივ ზედაპირს იჩენს, რაც იმ უსწორმასწორობის შედეგია, რომელიც ბიოტიტის დრეკად ზედაპირზე შლიფის დამზადების დროს ჩნდება.

გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკი. სამი მთავარი ინდექსის, α , β და γ -ს ორიენტირება ბიოტიტში შემდეგნაირია; უმცირესი გარდატეხის ინდექსი— α მესამე პინაკოიდის (001) მართობს წარმოადგენს, საშუალო გარდატეხის ინდექსი— β Y ღერძს ემთხვევა, ხოლო γ -კი (110) და (110) შვეული პრიზმების წახნაგებს შორის გამოდის (ნახ. 517).

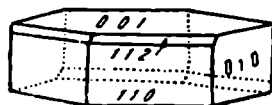
ვია, α მათი მართობულია და ამიტომ იმ ქერცლებს, რომლებზედაც ტექნეადობის ბზარები ჩანან კაშკაშა ინტერფერენციული ფერები ახასიათებ:

$$\gamma = \beta = 1.678$$

$$\gamma - \alpha = 0.058$$

$$\alpha = 1.580$$

$$\beta - \alpha = 0.058$$

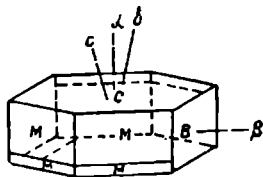


ნახ. 516. ბიოტიტის კრისტალი.

ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე. ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე მეორე პინაკოიდის (010) სწვრივია (ნახ. 276). ოპტიკურ ღერძთა კუთხე ძლიერ შცირება— დაახლოებით ხუთ გრადუსს უდრის.

ოპტიკური სასიათი. რადგან α მახვილი ბისექტრისაა, ბიოტიტი ოპტიკურად უარყოფითად ითვლება (ნახ 518).

შეკვლა. ბიოტიტი შედარებით ადვილად იცვლება. ზოგჯერ იგი ჰჳარ-გავს რკინას და ღია ფერის ხდება. ხშირად ბიოტიტი ქლორიტში გადადის.



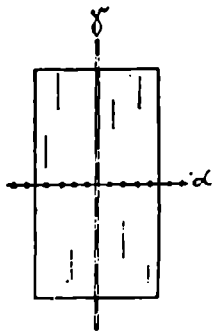
ნახ. 517. ბიოტიტის ოპტიკური ორიენტირება.



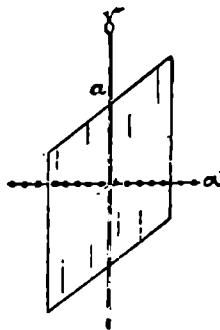
ნახ. 518. ბიოტიტის უარყოფითი ოპტიკური ხასიათი.

განსხვავება მსგავს მინერალებისგან: რქატყუარისგან ბიოტიტი განირჩევა ჩაქრობით ტყეწადობის ბზარების სწვრივად, რქატყუარას კი, როგორც ვიცით, ირიბი ჩაქრობა აქვს. ირიბი ჩაქრობის კუთხე რამდენიმე გრადუსიდან—20°-დე აღის. ორივე მინერალს ძლიერი პლეოქროიზმი აქვს, იმ განსხვავებით, რომ ბიოტიტი ბაზალურ კვებებში სუსტ პლეოქროიზმს იჩენს.

სინათლის შიანთქმა ბიოტიტში წაგრძელების სწვრივად ხდება, ტურმალინში კი პირიქით, ამ მიმართულების მართობულად. გარდა ამისა ტურმალინს ტყეწადობა არა აქვს.



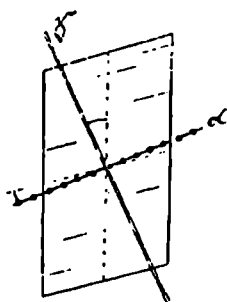
ნახ. 519. სწორი ჩაქრობა.



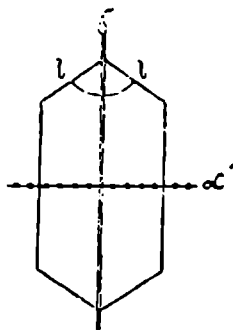
ნახ. 520. α -ს მიზარა ირიბი ჩაქრობა.

ქლორიტისგან, ბიოტიტი ძლიერი ორმაგი გარდატეხით და ჰალალი ინტერფერენციული ფერებით განირჩევა. თუკცა ხშირად, ბიოტიტის ინტერფერენციული ფერი იჩრდილება მისი მუქი ფერით და პლეოქროიზმით.

ლაბოლოს, ნახ 519—522-ზე ნაჩვენებია პირდაპირი, ირიბი და სიმეტრიული ჩაქრობის სხვადასხვა სახე. ნახ. 519-ზე ნაჩვენებია სწორი ჩაქრობა,



ნახ. 521. ირიბი ჩაქრობა.



ნახ. 522. ხე-ხაზის მიმართ სიმეტრიული ჩაქრობა.

ნახ. 520-ზე—ირიბი ჩაქრობა შემოფარგლვის α ხაზის მიმართ. ნახ. 521 ირიბი ჩაქრობა ორივე შემოფარგლვის ხაზის მიმართ, და ნახ. 522-ზე სიმეტრიული ჩაქრობა \parallel ხაზის მიმართ.

§ 127. მუსკოვიტი მონოკლინური, ანიზოტროპული, ორღერძიანი.

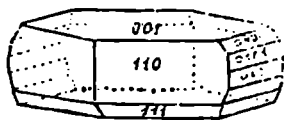
ბიოტიტის და მუსკოვიტის შედგენილობის გამომსახველ ფორმულებს თუ შევადარებთ დავინახავთ, რომ ისინი რიგ საერთო ელემენტებს შეიცავენ და ამავე დროს, ერთი მეორისაგან გარკვეულად განსხვავდებიან:

ბიოტიტი $K(Mg, Fe)_2 [Si_3AlO_{10}] (OH, F)_2$

მუსკოვიტი $K Al_2 [Si_3AlO_{10}] (OH, F)_2$

განსხვავება იმაში მდგომარეობს, რომ $3(Mg, Fe)^{2+}$ მუსკოვიტში ჩანაცვლებულია $2Al^{3+}$ -ით დანარჩენი ელემენტები უცვლელი რჩება.

საერთო დასასიათება.



ნახ. 523. მუსკოვიტის კრისტალი.

სახელწოდება მუსკოვიტი წარმოდგება მოსკოვის სახელმწიფოს ძველი იტალიური სახელწოდებიდან. მოსკოვის სახელმწიფოდან დასავლეთ ევროპის ქვეყნებში ეზიდებოდნენ თეთრ ქარსს— „მოსკოვის მინას“, რომელსაც ფანჯრებისთვის იყენებდნენ.

მუსკოვიტის კრისტალები პრიზმის (110)

ოცხი წახნაგის და მეორე პინაკოიდის (010)

ორი წახნაგის კომბინაციას წარმოადგენენ. ეს წახნაგები ერთი მეორეს დაახლოებით 120° კუთხით ჰკვეთენ, რაც მუსკოვიტის კრისტალებს ფსევდოჰექსაგონალურ სახეს ანიჭებს. მათ უეროდებიან აგრეთვე ბაზო-პინაკოიდის წახნაგები (ნახ. 523).

გვერდით წახნაგებზე შტრიხებია, რომლებიც ბაზოპინაკოიდის სწვრივი არიან. საკმაოდ ხშირია ქარსული კანონის მიხედვით აგებული მრჩობლები (ნახ. 524) p —(001), M (110), h —(010).

მუსკოვიტის კრისტალები გვხვდება გრანიტული ქანების ე. წ. „მიარო-ლიტურ“ სიციარიელებში და გრანიტული პეგმატიტების სიციარიელებში. „მიაროლო“ ჩრდილო იტალიაში ცნობილი ბავენოს გრანიტის ადგილობრივი იტალიური სახელწოდებაა. ეს გრანიტები მდიდარია პატარა სიციარიელებით, რომელთა კედლებზე სხედან ორთოქლაზის, კვარცის, მუსკოვიტის, ტოპაზისა და ტურმალინის კარგად განვითარებული კრისტალები. ხშირია ორთოქლაზის კრისტალები ბავენოს მრჩობლების სახით.

აგრეგატები. იზოლირებული ფურცლების გარდა გრანიტებში და სხვა ქანებში მუსკოვიტი აგრეთვე ქერცლოვანი მასების სახით გვხვდება.

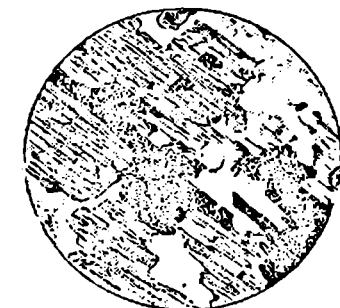
ფერი. თხელ ფურცლებში მუსკოვიტი უფეროა და გამჭვირვალე, სქელ ფურცლებს მოყვითალო, ნომწვანო და უფრო იშვიათად, მოვარდისფრო ელფერი აქვს.

ელვარება — მინის, ტექვადობის სიბრტყეებზე კი სადაფისებრი და ვერცხლისეცარი.

სიმკვრე დაახლოებით 3-ს უდრის. მუსკოვიტის ფურცლები მოქნილი და დრეკადია.

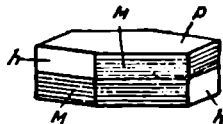
ტექვადობა ფრიად სრული ბაზისის (001) გასწვრივ.

სხვა თვისებები. მუსკოვიტი კარგი იზოლიატორია ჩვეულებრივი ძაბვის ელექტროდენებისთვის. სადნობი მილით თხელი ფურცლები ძნელად ღღვებიან თეთრი მინაქრის წარმოქმნით. კარგად უძლებს ტემპერატურას 1000°-მდე. გეაეებით არ იზლება. კონსტიტუციური წყალი გამოიყოფა 850°-ზე მაღალ ტემპერატურაზე. კუთრი წონა—2.76—3,10.



ნახ. 525. მუსკოვიტის ხედი მლიფში.

ლურ შენაზარდებში გვხვდებოდეს.



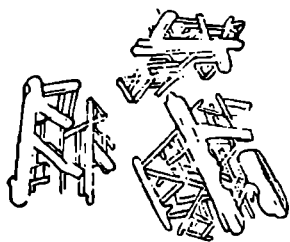
ნახ. 524. მრჩობლი ქარსული კანონის მიხედვით.

გარეგნული დიაგნოსტიკური ნიშნები.

მუსკოვიტი ადვილად გამოიცნობა თავისი ღია ფერით (თეთრი ქარსი) ვერცხლისებრი ელვარებით, იოლი დანაწევრებით თხელ და გამჭვირვალე ფურცლებად და დაახლოებით 3-ის ტოლი სინაჯრით.

ჩვეულებრივი სახე მლიფში: ქერცლები და ფურცლები ხშირად დაკბილული კიდეებით, გვერდით კვეთებს წაგრძელებული ლენიტების სახე აქვს, რომელთაც ახასიათებს ბაზალური ტექვადობის წმინდა ნაპრალები; ზოგჯერ მათ უსწორმასწორო ფორმის ნაფლეთების სახით ვხვდებით (ნახ. 525). მუსკოვიტი შესაძლოა ბიოტიტთან პარალელურ

ჩანართები. დიდი გადიდების დროს ზოგჯერ შეიძლება შევამჩნიოთ შემდეგი მინერალების უმცირესი ჩანართები: ციკონის, რუტილის— „საგენიტური ბადის“ სახით (ნახ. 526), აპატიტის გრანატის, ტურმალინის, მაგნეტიტის, კვარცის.



ნახ. 526. რუტილის საგენიტური მესერი.

ოპტიკური თვისებები. ისევე როგორც რთული შედგენილობის სხვა მინერალებში, მუსკოვიტში გარდატეხის ინდექსები დამოკიდებულია მის ქიმიურ შედგენილობაზე. მაგნიუმის, რკინის და მანგანუმის მცირედი მინარევები გავლენას ახდენენ გარდატეხის ინდექსების სიდიდეზე. წმინდა მუსკოვიტში გარდატეხის ინდექსები შემდეგია:

$$588, N_g=1, N_m=1,582, N_p=1,552.$$

ზოგ მუსკოვიტში ეს სიდიდეები უფრო მაღალია და შესაძლოა შემდეგ წინაშენ-

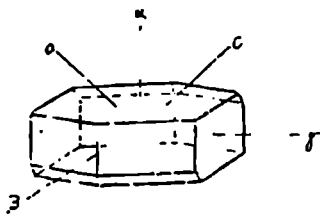
ლობას აღწევდნენ:

$$N_g-1,588-1,615$$

$$N_m-1,582-1,611$$

$$N_p-1,552-1,572.$$

ჩვენ ვხედავთ, რომ მუსკოვიტში გარდატეხის ინდექსების სიდიდეები აღემატება კანადის ბალზამის გარდატეხის ინდექსს. ამიტომაც რომ რელიეფი შესამჩნევია და მუსკოვიტის ფურცლების ზედაპირი შლიფში ოდნავ ან მკაფიოდ ხორკლიანი გვეჩვენება; ამასთან რელიეფის ან ხორკლიანობის ინტენსიურობა უდიდესია, თუ ტკეჩვადობის ნაპრალების წიმართულებას შევათავსებთ პოლა-



ნახ. 527. მუსკოვიტის ოპტიკური ორიენტირება.



ნახ. 528. მუსკოვიტის ტკეჩვადობა.

რიზატორის რხევების მიმართულებასთან. ეს იმითმ ხდება, რომ მუსკოვიტში გარდატეხის დიდი და საშუალო ინდექსები განლაგებულია ბაზისის (001) სწვრივად და ეს ორივე ინდექსი მნიშვნელოვნად უფრო დიდია ვიდრე გარდატეხის პატარა ინდექსი N_p . ტკეჩვადობის ნაპრალები მუსკოვიტში აგრეთვე ბაზისის სწვრივია (ნახ. 527).

ტკეჩვადობა. როგორც უკვე აღვნიშნეთ ფრიად სრულქმნილი ტკეჩვადობა ბაზისის (001) სწვრივია. მაგრამ ბაზისის სწვრივ კვეთებზე ტკეჩვადო-

ბას არ ვაჩვენებთ, მაშინ როდესაც ყველა სხვა კვეთებზე იგი შელავნდება მკვეთრი და სწორი ხაზების სახით, რომლებიც ბაზისის სწერივია (ნახ. 528).

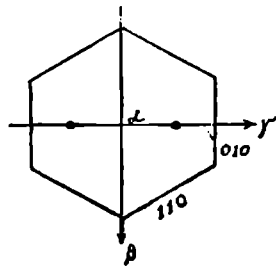
დაპოლარიებული სინათლე:

პლექრონიზმი. მუსკოვიტის, როგორც უფრო მინერალს პლექრონიზმი არა აქვს.

ნიკოლუბი ჯვარადინია

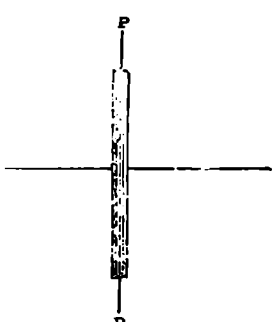
ორმაგი გარდატეხა — მიტად ძლიერია, სხვაობა გარდატეხის დიდსა და პატარა ინდექსებს შორის ($N_g - N_p$) უდრის 0,036 და შესაძლოა აღწევდეს 0,043.

ინტერფერენციული ფერები. გარდატეხის დიდ (N_g) და პატარა (N_p) ინდექსებს შორის არსებული დიდი სხვაობა იწვევს ლანაზ ლურჯ, ვარდისფერ, მწვანე და სხვა მესამე რიგის ინტერფერენციულ ფერებს; ხოლო ცალკეულ ფურცლებს შესაძლოა ინტერფერენციის უფრო დაბალი ფერები ჰქონდეს. გარდატეხის დიდ და საშუალო ინდექსებს შორის სხვაობა ($N_g - N_m$) 0,006-ს ზოგჯერ კი 0,004-ს უდრის. მუსკოვიტის ასეთი კვეთები ჯვარადინ ნიკოლუბში პირველი რიგის ნაცრისფერ შეფერილობას იჩენენ. ეს დამახასიათებელია ბაზალური კვეთებისათვის, რადგან მუსკოვიტში N_g და N_m განლაგებულია ბაზისის სწერივად (ნახ. 529).



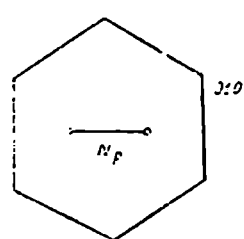
ნახ. 529. მუსკოვიტის ბაზალური კვეთი z და y-ით.

ჩაქრობა თანხედება ტყეწადობის ნაპრალებს, ჩაქრობის მეორე მდგონარობა ტყეწადობის ნაპრალების მართობულია (ნახ. 530).



ნახ. 530. მუსკოვიტის ჩაქრობა.

ოპტიკური ორიენტირება. მუსკოვიტის ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე მეორე პინაკოიდის (010) მართობულია და მესამე პინაკოიდის (001) თითქმის მართობულია. მახვილ ბისექტრისას გარდატეხის მცირე ინდექსი N_p წარმოადგენს, ამიტომ მუსკოვიტი ოპტიკურად უარყოფითია



ნახ. 531. მუსკოვიტში ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყეას მდებარეობა (\perp 010).

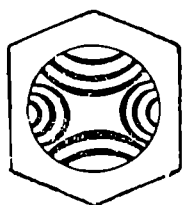
კოიდის (001) თითქმის მართობულია. მახვილ ბისექტრისას გარდატეხის მცირე ინდექსი N_p წარმოადგენს, ამიტომ მუსკოვიტი ოპტიკურად უარყოფითია

(ნახ. 531). მახვილი ბისექტრისა N_p კმნის მეტად მკირე (1—2°) კუთხეს ბაზისისადმი (001) მართობთან.

ოპტიკურ ღერძთა კუთხე. რკინას მოკლებული მუსკოვიტისთვის ოპტიკურ ღერძთა კუთხე 2V უღრის 47°-ს. ოპტიკური კონსტანტები რკინის შემცველობის მიხედვით იცვლება:

Fe(O)-ს ¹⁰⁰ / ₁₀	0%	0,85%	1,04%
(---)2V	47°	45°	44°
N_g	1,588	1,593	1,598
N_m	1,582	1,588	1,594
N_p	1,552	1,558	1,573
N_g-N_p	0,036	0,035	0,025

მუსკოვიტის შედგენილობაში რკინის გაჩენა იწვევს გარდატეხის ინდექსების ზრდას. ხოლო ამკირებს ოპტიკურ ღერძთა კუთხის სიდიდეს და ორმაგი გარდატეხის ძალას.



ნახ. 532. მუსკოვიტის ფიგურა კონუსურ სინათლეში.

კონუსურ პოლარიზებულ სინათლეში მუსკოვიტის ბაზალური ფურცლები გვიჩვენებენ კარგად გამოსახულ, გაკვეთულად ორღერძიანი ხასიათის ინტერფერენციულ ფიგურებს (ნახ. 532). როგორც ყველა ქარსები, ისე მუსკოვიტიც ოპტიკურად უარყოფითია. რადგან მასში მახვილ ბისექტრისას გარდატეხის მკირე ინდექსი (N_p ანუ α) წარმოადგენს.

შეცვლა. მუსკოვიტზე გეაეები არ მოქმედებენ და თავისი ქიმიური მდგრადობის გამო, შლიფებში იგი, ისევე როგორც კვარცი, გამოირჩევა თავისი გამქვირვალობით და შეუცვლელიობით.

ინტენსიური ქიმიური გამოფიტვის პირობებში მუსკოვიტს შეუძლია ჰიდრონესკოვიტში, წყლით უფრო მდიდარ თეთრ ქარსში გადასვლა. კალიუმის დაკარგვისას მუსკოვიტი კაოლინში გადადის.

როგორც ქანმაშენი მინერალი მუსკოვიტი შედის ორქარსიანი და მუსკოვიტიანი გრანიტების შედგენილობაში, წარმოქმნის გრეიზენების ანუ პნევმატოლიზურად საბეცკლილი გრანიტების მნიშვნელოვან ნაწილს. დიდი დანაგროვების სახით, რომლებიც მოპოვების ობიექტებს წარმოადგენენ, გრანიტულ პეგმატიტებში გვხვდება. მეტამორფულ ქანებში მუსკოვიტი ქარსიანი კრისტალური ფიქლებისა და გნეისების და აგრეთვე კვარციტების შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს. წვრილ ფურცლებად იოლ დანაწევრებასთან და მკირე კუთრ წონასთან დაკავშირებით მუსკოვიტი, უმკირესი ვერცხლისებრი ქერცლების სახით, გვხვდება შლამოვან ნალექებში.

აეერ შემთხვევაში მუსკოვიტი წარმოადგენს მეორად მინერალს წარმოქმნილს მიანდრის შპატების, ნეფელინის, სპოდუმენის, ანდალუზიტის, კიანიტისა და სხვა მინერალების შეცვლის ხარჯზე.

კანმასხვავებელი თვისებებით. მუსკოვიტი ღია ფერად შეფერილ ფლოგოპიტისაგან ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყის მდებარეობით განსხვავდება; ფლო-

გოპიტში იგი მეორე პინაკოიდის სწვრივია, მუსკოვიტში კი—მართობული; ტალკისაგან, მუსკოვიტი ოპტიკურ ღერძთა უფრო დიდი კუთხით განსხვავდება, ღია ფერის ქლორიტისაგან—ძლიერი ორმაგი გარდატეხით; ზუსტი დიაგნოსტიკა და ტალკისაგან გარჩევა მოითხოვს მიკროქიმიური რეაქტივების გამოყენებას.

ახოტმეავე კობალტის ხსნარში დასველებული და ამის შემდეგ გახურებული ტალკი ხორცისებრ წითელ ფერს ღებულობს; მუსკოვიტი კი ასეთივე დანუშაუებისას ლურჯდება.

სერიცეტი სერიციტი პირველად აღწერილი იყო 1850 წ. ფონ ლისტის მიერ, რომელმაც შეისწავლა გერმანიის ტალკის მთების ფიქლები. სახელწოდება წარმოდგება ბერძნული სიტყვიდან „სერიონს“—აბრეშუმი, რაც აღნიშნავს ამ მინერალისათვის დამახასიათებელ ძლიერ აბრეშუმისებრ ელვარებას.

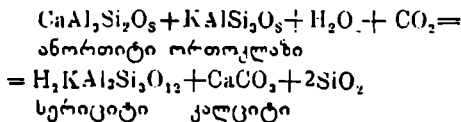
სერიციტი ეკუთვნის მუსკოვიტის ჯგუფს; მუსკოვიტისაგან განსხვავდება თავისი ქერცლების მიკროსკოპული ზომებით, წყლის უფრო მაღალი შემცველობით და იმით, რომ მის შედგენილობაში მონაწილეობს რკინის ეანგის მცირედი რაოდენობა.

სერიციტის ქერცლები მოყვითალო, უფრო იშვიათად მომწვანო ელფერის ქონე ვერცხლისებრ-თეთრი ფერით ხასიათდებიან.

სერიციტი წარმოადგენს მეორად ანუ პოსტერიორულ მინერალს და წარმოადგენს მეთამორფულ და ამოთხვეულ ქანებში გვხვდება. კრისტალურ ფიქლებში სერიციტის წვრილი ქერცლები კვარცის და მინდვრის შპატის ლინზისებრ მასებს გარსეკრიან და ამ ქანების ფიქლებრივობის წარმოშობაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ. აბრეშუმისებრ ელვარებას ფილიტების (სერიციტით მდიდარი თიხოვანი ფიქლების) ფიქლებრივობის სიბრტყეებზე აპირობებს სერიციტის არსებობა ამ ქანებში.

ჰიდროთერმულ მანდნულ საბადოებში და ჰიდროთერმული პროცესების მიერ შეცვლილ ქანებში ფართო განვითარება აქვს სერიციტიზაციის პროცესებს. ანუ სერიციტის—ფარულკრისტალური, წყლით გაშვებული მეორადი კიანის ქარსის წარმოქმნის პროცესს.

სერიციტი წარმოიქმნება ალუმინიუმის ეანგის Al_2O_3 შემცველი მინერალებისაგან. ეს მინერალებია: ორთოკლაზი და მიკროკლინი ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$), კორუნდი (Al_2O_3), ტოპაზი ($Al_2SiO_5 \cdot (F, OH)_2$), ანდალუზიტი, დისტენი, კიანიტი ($Al_2O_3 \cdot SiO_2$), გრანატები და სხვ. სერიციტიზაციას ადვილად განიცდიან პლაგიოკლაზები. ამისათვის საჭირო კალიუმი ამ პლაგიოკლაზების შედგენილობაში შემავალი ორთოკლაზის მოლეკულის მცირედი მინარევისაგან მიიღება.



ან ცხელი ხსნარებით შემოიტანება.

ნიადაგების კალიუმის სისუქებით მრავალრიცხოვანი დამუშავების, ანუ მათში ტუტე გარემოს წარმოქმნის შედეგად, ნიადაგში სერიციტი წარმოიქმნება.

ლიციტით ($K_2Al_2Si_2O_{12}$) მდიდარი ქანების გამოფიტვის შედეგად წარმოქმნილ ნიადაგებში აგრეთვე დადგენილია სერიციტი.

საერთოდ რომ ითქვას ნიადაგები დიდხანს არ ინარჩუნებენ კალიუმის ქარსებს, რადგან მცენარეები მათ ინტენსიურად ითვისებენ.

მუსკოვიტთან შედარებით, სერიციტი კალიუმის ნაკლებ, ხოლო წყლის უფრო დიდ რაოდენობას შეიცავს და აგრეთვე ოპტიკურ ღერძთა კუთხის ნაკლები სიდიდით ხასიათდება ($2V=25^{\circ}-30^{\circ}$).

მიკროსკოპში ვამჩნევთ, რომ სერიციტის უფრო ქერცლები ან დაახლოვებით სწორივად არიან განლაგებული ან ქეჩას ქმნიან.

ჯვარედინ ნიკოლებში სერიციტის ქერცლები იფერებიან ყვითლად, ნარინჯისფერად და მეორე რიგის ინტერფერენციის სხვა ფერებით.

სერიციტის გასარჩევად წერილქერცლოვან ტალკისაგან საკიროა ნიემართოდ მიკროქიმიურ რეაქციებს. ფლუორწყალბადმჟავით (H_2SiF_6) დამუშავების შემდეგ ტალკი რეაქციას იძლევა მაგნიუმზე — წარმოიქმნებიან მაგნიუმის ფლუორსილიკატის $Mg_2Si_2F_6 \cdot 6H_2O$ რომბოედრული წერილი კრისტალები, რომლებიც პოლარიზაციას იძლევიან კაშკაშა ფერებში; ხოლო რაჟ შეეხება სერიციტს — მასზე სილიციუმფლუორწყალბადმჟავას მოქმედების შედეგად კალიუმის ფლუორსილიკატის (K_2SiF_6) უფრო წერილი კუბები წარმოიქმნებიან, რომლებიც წყალში ძნელად იხსნებიან.

§ 129. კლინოცი- მონოკლინური, ორღერძიანი, ანისოტროპული.

იზიტი

ქედგენილობა: $(OH)Ca_2Al_2Si_2O_{12}$

კლინოციიზიტი მიეკუთვნება ეპიდოტის ჯგუფის მინერალებს და წარმოადგენს ალუმოსილიკატის და კალციუმის ფეროსილიკატის იზომორფულ ნარევეს $(OH)Ca_2Al_2Si_2O_{12}$ და $(OH)Ca_2Fe_2Si_2O_{12}$; კლინოციიზიტებს უწოდებენ ამ ორი კომპონენტის იზომორფული ნარევის წევრებს. რომლებიც შეიცავენ რკინოვან კომპონენტს — $(OH)Ca_2Fe_2Si_2O_{12}$ ნულიდან ათ პროცენტამდე; მაშინ, როდესაც ფეროსილიკატის შემცველობა ათ პროცენტზე დიდია (ათიდან ორმოც $\frac{1}{10}$ -მდე). ამ რიგის მინერალებს ეპიდოტი უწოდება.

კლინოციიზიტები

ეპიდოტები

100%—90% $(OH)Ca_2Al_2Si_2O_{12}$

90%—60% $(OH)Ca_2Al_2Si_2O_{12}$

0—10% $(OH)Ca_2Fe_2Si_2O_{12}$

10%—40% $(OH)Ca_2Fe_2Si_2O_{12}$

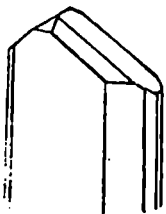
საერთო დასასიათება — კლინოციიზიტის კრისტალებს პირველი პინაკოიდის (100) წახნაგების განვითარების გამო, ფრფიურისებრი იერი აქვთ და წაგრძელებული არიან ორთო ს ღერძის მიმართ; შეჩჩნეულია დაშტრიბვა ხ ღერძის გასწვრივ (ნახ. 533).

ტექნადობა. კარგი მესამე პინაკოიდის (001) გასწვრივ; სიმაგრე—6,5; კუთრი წონა=3,35—3,38, ლღვება დაახლოებით 1200°-ზე (ლღობადობა=3) და წყლის გამოყოფის გამო ფუფუნება; იძლევა თეთრ ან მოყვითალო, ბუშტულე-

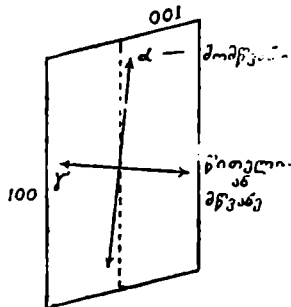
ბიან მასას. შედეგით არ იშლება. ძლიერი გაეარვარების შემდეგ მარილის მუყაის მოქმედებით გვაძლევს სილიციუმის მუყაის კოლოიდურ ნალექს. ცალმხრივ შელლობილ მინის მილში ძლიერი გაეარვარების დროს გამოყოფს წყალს.

ფერი — უფერო, თეთრი, მოყვითალო, მომწვანო, ვარდისფერი.

ოპტიკური თვისებები. კლინოციოზიტი შლიფში უფეროა. სქელ ფირფიტებში შემჩნეულია სუსტი პლეოქროიზმი ფერის შემდეგი ცვალებადობით: N_p —მომწვანო, N_m —ვარდისფერი ან მომწვანო, N_g —მომწვანო წითელი ან მწვანე. აბსორბციის ანუ სინათლის შთანთქმის სქემა: $N_g > N_m > N_p$ (ნახ. 534).

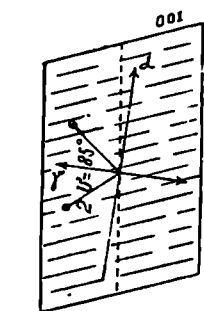


ნახ. 533. კლინოციოზიტის კრისტალი.



ნახ. 534. კლინოციოზიტის პლეოქროიზმი.

როგორც უკვე იხომორფული ნარევის ოპტიკური თვისებები, კლინოციოზიტის ოპტიკური თვისებებიც დამოკიდებულია შედგენილობაზე. კლინოციოზიტს, რომელიც შეიცავს Fe_2O_3 -ის 3%-ს, აქვს შემდეგი ოპტიკური კონსტანტები: $N_g=1.734$; $N_m=1.729$; $N_p=1.724$; სინათლის ორმაგი გარდატეხის ძალა $N_g-N_p=0,010$, ინტერფერენციული შეფერვა ისეთივეა, როგორც ვარცის—ღია ნაცრისფერი, თეთრი და მოყვითალო.



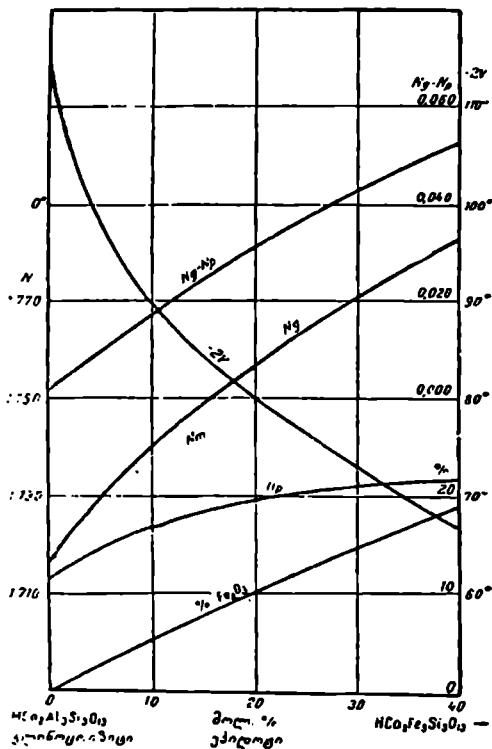
ნახ. 535. კლინოციოზიტის ოპტიკური ორიენტირება.

კლინოციტებს, რომელთაც შედარებით დაბალი ორმაგი გარდატეხის ძალა ახასიათებს, აქვთ ანომალური ნუქი ლურჯი და იისფერი ინტერფერენციული ფერები. ისეთივე როგორც პენინს. ოპტიკურ ლერძთა კუთხე დიდი, $2V=(-)85^\circ$, ოპტიკურ ლერძთა კუთხის ბისექტრისას N_g წარმოადგენს; ამის გამო კლინოციოზიტი ოპტიკურად დადებით მიწერაღად ითვლება. კლინოციოზიტის ოპტიკური ორიენტირება მოცემულია ნახ. 535-ზე.

ოპტიკურ ლერძთა სიბრტყე მეორე პინაკლიდის სწვრივია; ბლაგივი ბისექტრისა N_p ქმნის ვერტიკალურ ც ლერძთა კუთხეს 2° -დან 12° -დე; ხოლო ნახელი ბისექტრისა N_g , ბაზალური ტექნეადობის ბზარების მიმართულებასთან ქმნის კუთხეს 24° -დან 14° -დე.

სინათლის გარდატეხის ინდექსები, ორმაგი გარდა-

ტეხა და ოპტიკურ ღერძთა კუთხე Fe_2O_3 -ის შემცველობის ცვალებადობასთან დაკავშირებით დიდ ფარგლებში მერყეობს. 536-ე ნახაზზე მოცემულია კლინო-ციოზიტის და ეპილოტის ოპტიკური თვისებათა თანდათანოვანი შეცვლა მათში რკინიანი კომპონენტის (OH) $Ca_2Fe_2Si_2O_{12}$ შემცველობასთან დაკავშირებით.

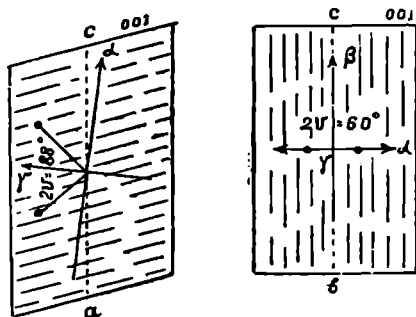


ნახ. 53ა. $Ca_2Fe_2Si_2O_{12}$ -ის შემცველობის და მიხედვით ოპტიკური თვისებების შეცვლა.

ორმაგი გარდატეხა $N_x-N_y=0.018$ ახასიათებს ისეთ ეპილოტს, რომელიც რკინიანი კომპონენტის (OH)Ca₂Fe₂Si₂O₁₂ 10 მოლ. კულარულ პროცენტს შეიცავს, და რომ ორმაგი გარდატეხა რკინიანი კომპონენტის შედგენილობის ზრდის პარალელურად იზრდება და როდესაც (OH)Ca₂Fe₂Si₂O₁₂ 40%-ია სხვაობა დიდ და მცირე გარდატეხის ინდექსებს შორის N_x-N_y -ს აღწევს 0,051. რაც შეეხება ოპტიკურ ღერძთა კუთხეს, ის, პი-

კლინო-ციოზიტის და ეპილოტის ოპტიკური თვისებათა თანდათანოვანი შეცვლა მათში რკინიანი კომპონენტის (OH) $Ca_2Fe_2Si_2O_{12}$ შემცველობასთან დაკავშირებით.

დაიგნოსტიკა. კლინო-ციოზიტი ციოზიტისაგან განსხვავდება მეორე პინაკოიდის წახნაგზე r რიბი ჩაქრობით, რომელიც ტექზალობის ბზარების მიმართ იზომება, და ოპტიკურ ღერძთა ძლიერ დიდი კუთხით (ნახ. 537); ეპილოტისაგან კლინო-ციოზიტი განსხვავდება უფრო სუსტი ორმაგი გარდატეხით და პლეოქროიზმის უქონლობით; კლინოციოზიტის სინათლის ორმაგი გარდატეხა N_x-N_y მერყეობს 0,003-დან 0,018-ზე, რაც იწვევს ინტერფერენციულ შეფერვას 1 რიგის ფერებით; ეპილოტის N_x-N_y იწვევს 0,018-დან და აღს 0,051-მდე. ნახ. 536-დან ჩანს, რომ



ნახ. 537. კლინოციოზიტის და ციოზიტის ოპტიკური ორიენტაცია.

რიკით, მცირდება ეპიდოტის ჯგუფის მინერალების შედგენილობაში ფეროსილიკატის შემცველობის ზრდასთან ერთად.

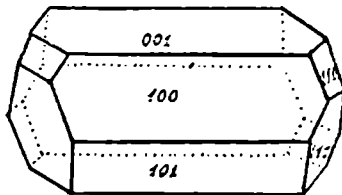
ნახ. 537-ზე მოცემულია რკინის ეანვის თანაბარი რაოდენობით (5% Fe_2O_3) შემცველი კლინოკოიზიტის (a) და კოიზიტის (b) ოპტიკური ორიენტირება.

§ 130. ეპიდოტო მონოკლინური, ანიზოტროპული, ორღერძიანია.

შედგენილობა — $(OH)Ca_2(Al, Fe)_3Si_3O_{12}$

ეპიდოტი მიეკუთვნება კალციუმის ალუმოსილიკატის $(OH)Ca_2Al_3Si_3O_{12}$ და კალციუმის ფეროსილიკატის $(OH)Ca_2Fe_3Si_3O_{12}$ -ის იზომორფულ ნარევს. რომელიც კალციუმის ფეროსილიკატს — $(OH)Ca_2Fe_3Si_3O_{12}$ -ს 10-დან 40 მოლეკულურ პროცენტამდე შეიცავს. რკინიანი კომპონენტის უფრო ნაკლები რაოდენობით შემცველი სახესხვაობები კლინოკოიზიტს მიეკუთვნებიან. ეპიდოტებში Fe_2O_3 -ის შედგენილობა 17% -ს აღწევს, ეპიდოტის ჯგუფის მინერალებს. რომლებშიც Al_2O_3 -ის შეფარდება Fe_2O_3 -თან უდრის 3:1, აქვს შემდეგი შედგენილობა: CaO — $23,5\%$, Al_2O_3 — $24,1\%$, Fe_2O_3 — $12,6\%$, SiO_2 $37,9\%$, H_2O — $1,9\%$.

კრისტალთა იერი ჩვეულებრივ პრიზმული, კრისტალები წაგრძელებულია b ღერძის გასწვრივ (ნახ. 538); კარგად განვითარებული კრისტალები ხშირად მდიდარი არიან წახნაგებით; c ღერძის სწვრივი წახნაგები დაფარულია მკვეთრი შტრიხებით; მრჩობლები ხშირია, შეზრდის სიბრტყეს პირველი პინაკოიდი (100) წარმოადგენს (ნახ. 539).



ნახ. 538. ეპიდოტის კრისტალი.

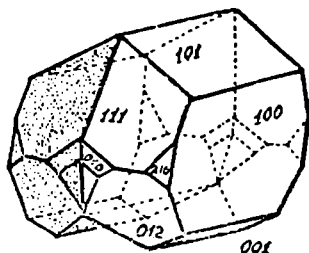
აგრეგატები. ქანების სიცარიელებში წარმოშობილ კრისტალთა დრუზებს გარდა, ეპიდოტი ხშირად წარმოქმნის მკიდრო მარცვლოვან, აგრეთვე რადიალურ-სხივოსნურ და ურთიერთსწვრივ, ჩხირისებრ აგრეგატებს.

სიმაგრე 6,5—7;

კუთრი წონა 3,35—3,55, ამიტომ თხევარი ნაყარის გარეცხვის დროს ეპიდოტის მარცვლები მძიმე ფრაქციში გროვდება.

ფერი მწვანე სხვადასხვა ელფერით, მოყვითალო-მწვანე, მონაცრისფრო, მწვანედან მონწვანო შავამდე. რაც უფრო მეტია Fe_2O_3 -ის რაოდენობა, მით ნუქია შეფერვა.

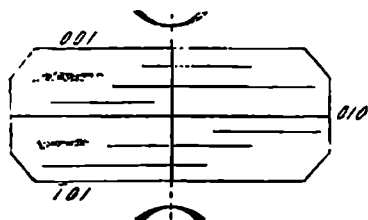
ელვარება მინისებრი, ძლიერი. ლღობა $\alpha=3(\sim 1200^\circ)$. ლღობისას დუფდება და წარმოშობს შავ მასას, რომელიც მაგნიტით მიიზიდება. ეს მასა გარეგნობით ყვავილოვან კომბოსტოს წააგავს;



ნახ. 539. ეპიდოტის მრჩობლი.

ღობის. ან ძლიერი გავარვარების შემდეგ იხსნება მარილის მყავაში და ილიციუმის მყავის კოლოიდურ ნალექს გამოყოფს.

სველღებრივი სასე პლიფში: ორთო ხ ღერძის გასწვრივ მეტად ან ნაკლებად წაგრძღლებული სვეტისებრი, სქელ ფირფიტოვანი კრისტალები (ნახ. 540); ან მარცვლოვანი აგრეგატები.



ნახ. 540. ეპიდოტის კვთი.

მრჩობღები გეხვღება მაგრამ იშვიათად; ჩეუღლებრივ გეხვღება უსწორო შენახარღები ეპიდოტის ჯგუფის სხვა წვერებთან—კლინოკოიზიტთან და კოიზიტთან. ხშირია აგრეთვე მათთან აარაღელური შენახარღები.

ფერი. უფერო, ნაცრისფერი მოკეოა ლოკმე (ჩკინით ლარიზი ეპიდოტი), ყვითელი მონწეანომღე და მოყვითალო—რუხამღე (ჩკინით მღიღარი).

ნიკიღები ჯვარეღინია:

გარდატეხის ინღექსები იცღება რკინის შემცველობის მიხეღვით:

$Np=1.729$	$Nm=1,754$	$Ng=1,768$
$Np=1.731$	$Nm=1,751$	$Ng=1,768$

იზისათვის, რომ კონკრეტულ მაგალითზე ვუჩვენოთ ეპიდოტის ოპტიკური თვისებების რკინის შემცველობაზე დამოკიდებუღება, მოვიყენათ შემღეღე მაგალითებს:

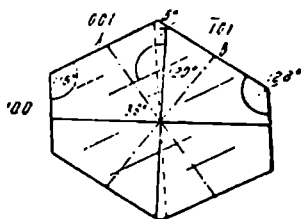
Fe_2O_3 -ის%	12,0%	14,3%	17,3%
(-) $2V$	$73^{\circ}39'$	--	$68^{\circ}53'$
Ng	1,765	1,771	1,780
Nm	1.753	1,759	1.763
Np	1.732	1,734	1,729
$Ng-Np$	0,033	0,037	0,051

სინათლის გარდატეხის მაღალი ინღექსების გამო, ეპიდოტს რელიეფი მკვეთრი და ზედაპირი ხორკლიანი აქვს.

ტყეწაღობა ბახოპინაკოიდის (001) გასწვრივ კარგია (ნახ. 541), პირველი პინაკოიდის გასწვრივ სუსტი. ბახალური ტყეწადობის ბახარღები შედარებით იშვიათია და, ზოგადად, განლაგებუღია ხ ღერძის მიმართუღების გასწვრივ.

დაწოღარეღული სინათღე:

ზღეღაქროისში—მერყეობს ეპიდოტის ფერის მიხეღვით: ღიად შეფერიღ ეპიდოტის სახეხხეაობებში—მერთაღია, ძღიერღება მუქად შეფერიღ, რკინით მღიღარ ეპიდოტებ-



ნახ. 541. ეპიდოტის ტყეწადობა (010)-ის გასწვრივ და ოპტიკურ ღერძთა მღეღარობა.

ში. სინათლის აბსორბციის სქემა $Nm > Ng > Np$. ფერის ცვალებადობა: Nm — ცისფერი, მოწვანო მოყვითალო; Ng — უფერო, მოყვითალო-მწვანე, ვარდისფერი, Np — უფერო, ღიმილისებრ-ყვითელი, ღია მწვანე.

ნიკოლები ვაგარედინია:

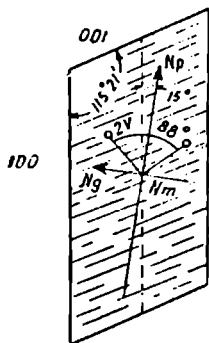
ორმაგი გარდატეხა, ჩვეულებრივ ძლიერი ($Ng-Np$ იცვლება 0.033-დან 0.051-დე რკინის შემცველობასთან დაკავშირებით)

ანტერფერენციული ფერები. მესამე რიგის კაშკაშა, ანომალური: ეპიდოტის ჯგუფის სხვა წევრებთან შეზრდა ნათლად მელანდება ლაქობრივ ინტერფერენციულ შეფერვაში.

ჩაქრება. ხ ღერძის გასწვრივ წაჯრძელებულ კვთებში ტყეჩადობის ბზარების სწვრივი, ხოლო სხვა კვთებში ირბი სხვადასხვა კუთხით (იხ. ნახ. 540 და 541).

ოპტიკური ორიენტირება. ეპიდოტის ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე თავსდება მეორე პინაკოიდის (010) — სწვრივად. გარდატეხის მცირე ინდექსი Np ვერტიკალურ ღერძთან ქმნის მცირე კუთხეს $3,5^{\circ}$ -დან 15° -დე. ოპტიკურ ღერძთა კუთხე დიდი და რკინის შემცველობასთან დაკავშირებით იცვლება (ნახ. 542). ერთ-ერთი ოპტიკური ღერძი დაახლოებით მესამე პინაკოიდის (001) მართობულია, ანის გამო ბაზალური ტყეჩადობის სწვრივი კვ-

თები კონუსურ პოლარიზებულ სინათლეში გვიჩვენებენ ერთი ოპტიკური ღერძის განოსავალს (ნახ. 543). ოპტიკურ ღერძთა კუთხის მასილ ბისექტრისას წარმოადგენს გარდატეხის მცირე ინდექსი Np , რის გამო ეპიდოტი ოპტიკურად უარყოფითია (იხ. ნახ. 542).



ნახ. 542. (010) წახნაგზე ეპიდოტის ოპტიკური ორიენტირება.

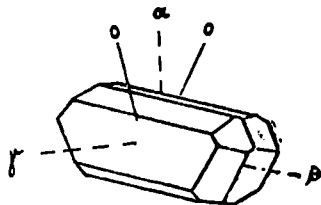


ნახ. 543. ოპტიკური ღერძის გამოსავალი.

ლურ ფიქლებში. ჩღვრადი პინერალია. ქანების დაშლისას რჩება ქვიშრობებში და შედის მძიმე ფრაქციის შედგენილობაში.

დიანოსტიკა -- ეპიდოტისათვის დამახასიათებელია სინათლის გარდატეხის მაღალი ინდექსები, მკვეთრი რელიეფი, წაგრძელებულ კვთებში სწორი ჩაქრობა და ირიბი ჩაქრობა განივ კვთებში, ძლიერი ორმაგი გაღდატება, რომელიც იცვლება ერთი კრისტალის ფარგლებში, და ლაქობრივი ინტერფერენციული შეფერვა; დამახასიათებელია აგრეთვე კრისტალური ფორმა, ფერი და პლექროიზმი ღიმილისებრ ყვითელ და მწვანე ფერებში.

მონოკლინურ პიროქსენებიდან ეპიდოტი განირჩევა იმით, რომ ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე მასში მოთავსებულია ტექვადობის ბზარების მართობულად და წაგრძელების მიმართულებით (იხ. ნახ 544), მაშინ როდესაც პიროქსენებში ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე ვერტიკალური პრიზმის (110) სწვრივა



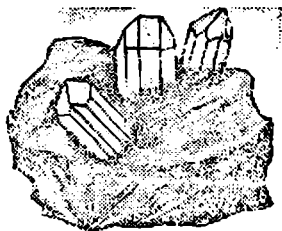
ნახ. 544. ეპიდოტის ოპტიკური ორიენტაცია.

ტექვადობის ბზარების სწვრივია ან ტექვადობის ურთიერთ გადაკვეთ პზარებს შორის მდებარე კუთხეს შუაზე ჰყოფთ (ნახ. 545). გარდა ამისა, პიროქსენებს იშვიათად აქვთ ყვითელი ფერი.

§ 131. სერპენტინი სერპენტინი წყლის შემცველ მაგნეზიულ სილიკატს წარმოადგენს და მისი შედგენილობა შენდევით ფორმულით გამოისახება— $H_2Mg_3Si_2O_{10}$, წყალი მაღალი ტემპერატურის დროს გამოიყოფა და იგი „კონსტიტუციურ“ წყალს წარმოადგენს. ამ წყლის მოცილება ნიშნავს სერპენტინის მიერ ყველა ტიპური თვისებების დაკარგვას. სუფთა მინერალი შეიცავს SiO_2 —43,5%, MgO —43,5% და H_2O —13,0%, ან მოლეკულებში $3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$.

სერპენტინი წარმოადგენს მკვირვ მინერალს ნიჟარისებრი მონატებით. სიმაგრე—3, კუთრი წონა—2,6—2,7. ფერი—სხვადასხვა ელფერის მქონე მწვანე, გარდა ამისა მოყვითალო, მონაცრისფრო, ზოგჯერ ლაქებრივი. სახელწოდება წარმოსდგება გველის კანთან გარეგნული მსგავსების მიხედვით. რუსული სახელწოდება ზმევეციკია, ქართულად ზოგჯერ გველას უწოდებენ. ხაზი—თეთრი, ელვარება—ცხიმოვანი, ლღვება ძნელად (6), ლღობის ტემპერატურა 1380°, იშლება მარილმჟავათი.

ოპალისმაგვარმა, ნაპირებში გამჟვრვალე სერპენტინმა, რომელსაც ერთგვაროვანი ღია ფერი (მომწვანო, მოყვითალო, თითქმის თეთრი) ახასიათებს, სერპენტინოფიტის ან, მოკლედ, სერპოფიტის სახელწოდება მიიღო. ოპტიკური და სხვა თვისებების მიხედვით იგი წარმოადგენს ტიპურ გელს. ქვის მოხელეებში ეს სახესხვაობა ცნობილია როგორც „კეთილშობილი სერპენტინი“. სერპენტინოფიტის სიმაგრე უდრის 2, იგი ადვილად იკრება და პრაილდება.



ნახ. 545. სერპენტინის ფსევდომორფოზები ოლივინისადმი.

სწარუმში (ნორვეგია) ვხედებით სერპენტინის ფსევდომორფოზებს ოლივინის მიმართ. პირველ ხანებში მათ სერპენტინის კრისტალებად თელიდნენ (ნახ. 545).

ამის შემდეგ ვეზუვის ლავების სიცარიელებში ნახული იყო ოლივინის კარგად წარმოქმნილი კრისტალები, გარეგნულად ისევე შენოფარგლული, როგორც სწარუმში ცნობილი სერპენტინის კრისტალები.

მიკროსკოპული გამოკვლევის შედეგად აღმოჩნდა, რომ სერპენტინის „კრისტალების“ შიგნით დაცულია შეუცვლელი ოლივინის გული და რომ ეს „კრისტალები“ წარმოადგენენ სერპენტინის ფსევდომორფოზებს ოლივინის მიმართ, რომლებმაც მთლიანად შეინარჩუნეს ამ კრისტალთა ფორმების ადრინდელი „მფლობელის“ — ოლივინის — კრისტალოგრაფიული მოხაზულობა.

სერპენტინი ტიპური ეპიმაგმური მინერალია. იგი არასოდეს არ გვხვდება მაგმური ქანების პირველადი მინერალის სახით. სერპენტინი წარმოიქმნება ოლივინის, ორთოპიროქსენების, კლინოპიროქსენებისა და რქატუჟარების შეცვლის ხაზზე და ამიტომ ?კორადი ანუ, ლათინურად, პოსტერიორული მინერალია.

ოლივინის, ორთოპიროქსენების და სხვა რკინა-მაგნეზიალური სილიკატების სერპენტინში გარდაქმნის თანდათან მიმდინარე პროცესი და აღნიშნული მინერალების სერპენტინის მიერ თანმიმდევრობით ჩანაცვლება მიზეზია სერპენტინის აგრეგატული აღნაგობისა. სერპენტინის ფსევდომორფოზები ოლივინისა და სხვა მინერალების მიმართ წარმოადგენენ სერპენტინის თხელი ფირფიტების ან კრისტალური ბოჭკოების დანაგროვებს ანუ აგრეგატებს.

ამ ფირფიტების და ბოჭკოების კრისტალური აღნაგობა ექვს გარეშეა; ისინი პოლარიზებულ სინათლეზე მოქმედებენ, ორმაგ გარდატეხას ამჟღავნებენ, ჩაქრობას გვიჩვენებენ და სხვ., მაგრამ მათი მიკუთვნება რომელიმე გარკვეული კრისტალური სისტემისადმი ზუსტად დღესაც დაუდგენელია.

სერპენტინის ორ სახესხვაობას გამოყოფენ: ფირფიტისებრი ან ტივორიტი და ბოჭკოვანი სერპენტინი — ქრიზოტილი.

§ 132. ანტიგორიტი ფირფიტისებრი სერპენტინი „ანტიგორიტი“, წოდებულია პიემონტეში ცნობილი ხეობის ანტიგორიოს სახელით, სადაც იგი პირველად იყო ნაპოვნი. ზოგიერთი ავტორები შესაძლებლად სთვლიან ამ მინერალის მიკუთვნებას რომბული სისტემისადმი, სხვები ანტიგორიტს ფსევდოკუბურად სთვლიან, რადგან მასში ტყვჯალობის სამ მიმართულებას ვხედებით: სრული—(001)-ის მიხედვით და ორი სხვა (010) და (100)-ის გასწვრივ. სიმაგრე — 3—4; კუთრი წონა 2.55—2.58; ძნელად ლღევა (6); იშლება მარილმჟავითა და გოგირდის მჟავათი.

ოპტიკური თვისებები

ფერი — სხვადასხვა ელფერის მქონე მწვანე; შლიფში ღია მომწვანო უფეროდღე.

გარდატეხის ინდექსები — $N_g=1,571$, $N_m=1,570$, $N_p=1,560$, ამიტომ რელიეფი არაა მკვეთრი და ზედაპირი სწორი აქვს.

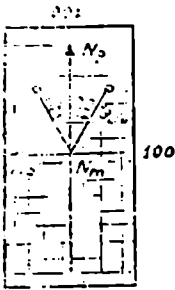
დაზოლარებული სინათლე:

პლეოქროიზში მეტად სუსტი $N\alpha = N\text{III}$ — ღია მწვანე, $N\beta$ — ღია მომწვანო-ყვითელი.

ნიკოლები ჯვარედინია

ორმაგი გარდატეხა სუსტი $N\alpha - N\beta = 0,011$.

ინტერფერენციის ფერები — პირველი რიგის შუა ნაწილის ნაც. რისფერი, თეთრი და ყვითელი ანომალურ ინტერფერენციულ ფერებს, რომლებსაც ქლორიტებში ვხვდებით ანტიგორიტს არასოდეს არ ვამჩნევთ. აგრეგატული სტრუქტურა მკაფიოდ ჩანს ჯვარედინ ნიკოლებში. ანტიგორიტის ფუოცლები შესაძლოა იზოტროპულად გვეჩვენებოდეს, რაც შედეგია ინტერფერენციული ფერების კომპენსაციისა ერთი მეორეზე განლაგებული და სხვადასხვანაირად ორიენტირებული ფირფიტებით. ანტიგორიტის კვებები, რომლებშიც ნოთაყსებულია გარდატეხის დიდი ($N\alpha$) და საშუალო ($N\text{III}$) ინდექსები, განსაკუთრებით სუსტ ორმაგ გარდატეხას იჩენენ ($N\alpha - N\text{III} = 0,001$); ანალიზატორის ჩართვისას ისინი პირველი რიგის დასაწყისის რკინის ებრ-ნაცრისფერ ინტერფერენციულ შეფერილობას ლებულობენ.



ნახ. 546. ანტიგორიტის ოპტიკური ორიენტირება.

ოპტიკური ორიენტირება ნაჩვენებია 546-ე ნახაზზე. გარდატეხის დიდი ინდექსი $N\alpha$ მიმართულია (001)-ის მართობულად და ოპტიკურ ღერძთა კუთხის მახვილ ბისექტრისას წარმოადგენს, ამიტომ ეს ანტიგორიტი ოპტიკურად დადებითია; $(+)2V = 20^\circ - 90^\circ$.

ანტიგორიტის ფირფიტების წაგრძელება დადებითია, რადგან $N\alpha$ თანხვედბა კრისტალურ c ღერძს. საკიროა გვახსოვდეს, რომ ანტიგორიტი შეიცავს რკინოვანი სილიკატის $H_2F^{+}e_3 Si_2O_5$ — ბოვლინგიტის იზომორფულ მინარევს, რომელსაც აგრეთვე ფეროანტიგორიტს უწოდებენ. ამიტომ ანტიგორიტის შედგენილობა საკიროა შემდეგი ფორმულით გამოისახოს — $H_2(Mg, Fe)_2Si_2O_5$.

ანტიგორიტის, ისევე როგორც ყველა იზომორფული ნარევის, თვისებები დამოკიდებულია კომპონენტების რაოდენობრივ შემცველობაზე. ბოვლინგიტის მინარევის ზრდა გავლენას ახდენს შეფერილობის და პლეოქროიზმის ინტენსივობაზე, გარდატეხის ინდექსებზე და ორმაგი გარდატეხის სიძლიერეზე. ვ. ლოდონიკოვი მიგვითითებს გარდატეხის ინდექსების შემდეგ ფარგლებზე: $N\alpha - 1,511 - 1,580$, $N\beta - 1,490 - 1,560$; ორმაგი გარდატეხა — $0 - 0,014$ და ზოგჯერ $0,020$; $2V - 0^\circ - 90^\circ$, ამასთან ანტიგორიტები დადებითიც არიან და უარყოფითიც.

§ 133. ბახტიტი. ესხვილფირფიტისებრი ანტიგორიტები, რომლებიც ბრონზიტის და ენსტატიტის მიმართ წარმოქმნილ განსაკუთრებულ „ჰომოლერჩულ“ ფსევდომორფოზებს წარმოადგენენ, ცნობილი

ვანი სარკეებით და მონატეხზე ცხიმოვანი ელვარებით. ანტიგორიტიანი ქანები ხასიათდებიან ნაცრისფერი ელფერის მქონე მწვანე ფერიან და განსაკუთრებული სიბლანტით, რომელიც ნიშნების ჩაქუჩით მომტვრევის დროსაც იგრძნობა.

§ 134. ქრიზოტილი სერპენტინის ბოქკოვან სახესხვაობას ქრიზოტილს უწოდებენ (ბერძნულად ქრიზოს—ოქროსებრს ნიშნავს, ტილოს.—ბოქკოს). შედგენილობას გამოსახავს ფორმულა $H_2(Mg, Fe)_2Si_2O_6$, იმავე შედგენილობის სხვა გამოსახულება შემდეგია $(Mg, Fe)_2[Si_4O_{10}][OH]_2$.

ქრიზოტილს პირობითად რომბულ სისტემ-ს აკუთვნებენ. ქრიზოტილი და ანტიგორიტი საერთო სახელწოდების—სერპენტინის—მატარებელი ნივთიერების ორ სხვადასხვა ფორმას წარმოადგენენ (დიმორფიზმი).

ქრიზოტილის სახესხვაობას, რომელიც ადვილად იყოფა ცალკეულ ბოქკოვად, ქრიზოტილ-ასბესტს უწოდებენ. ლობობის მაღალი ტემპერატურა (1380°) და სიბნობის ცუდი გამტარობა ქრიზოტილ-ასბესტის ნაკეთობებს ცეცხლგამძლე მასალის მნიშვნელობას ანიჭებენ; მისგან ამზადდებიან ცეცხლისმქრობელ რაზნელეების თელთათმანებს, თერმოსაიზოლაციო სახურავებს საორბიტულ ნიღბისათვის, ცეცხლგამძლე ფარდებს თეატრებისათვის, ცეცხლგამძლე საღებავებს და ა. შ.

ქრიზოტილი იჩენს მდგრადობას მაღალი ტემპერატურების მიმართ და მკვებების მოქმედებას სუსტ წინააღმდეგობას უწევს; იგი იზლება მარილ—და გოგირდმკვებაში და სტოვეის კაემიწის ბოქკოვებს.

სიმაგრე — 2—3.

კუთრი წონა — 2,36—2,50.

ფერი. ქრიზოტილი სხვადასხვა ელფერის მქონე მწვანეა; ქრიზოტილ—ასბესტი კი—ოქროსებრია და აბრეშუმისებრი ელვარებით ხასიათდება. მართებული იქნება აქ პარალელი გავტაროთ კარგად ცნობილ მინერალთან—თაბაშირთან, რომლისთვისაც ცნობილია სამი ნოდულიკაცია: მარკლოვანი ალესბატრი, ფირფიტისებრი თაბაშირი მინის ელვარებით ტყეჩვადობის სიბრტყეებზე და ბოქკოვანი თაბაშირი აბრეშუმისებრი ელვარებით. ანტიგორიტული სერპენტინი შეიძლება ფირფიტისებრ თაბაშირს ზევადროთ, ქრიზოტილ-სერპენტინი—ბოქკოვან თაბაშირს.

ოპტიკური თვისებები. ოპტიკური თვისებები მნიშვნელოვანი მრავალფეროვანებით ხასიათდებიან: წაგრძელება დადებითიცაა და უარყოფითიც, ანუ კრისტალურ c ღერძს შესაძლოა გარდატეხის დიდი (N_g) ინდექსიც უთავსდებოდეს და პატარა (N_p); ოპტიკურად იგი დადებითია, მაგრამ ზოგჯერ უარყოფითიც, ანუ მახვილ ბისექტრისას უფრო ხშირად N_g წარმოადგენს, მაგრამ ცნობილია მრავალი ქრიზოტილი, რომლებშიაც ოპტიკურ ღერძთა კუთხის მახვილ ბისექტრისას წარმოადგენს N_p —გარდატეხის პატარა ინდექსი.

ოპტიკურ ღერძთა კუთხე $2V$ მერყეობს 0° — 90° ფარგლებში. ორმაგი გარდატეხა უფრო ხშირად $0,004$ — $0,006$, მაგრამ გვხვდება ქრიზოტილები. რომლებსთვისაც $N_g - N_p = 0,014$ და $0,02C$ -საც კი აღწევს. ამასთან დაკავშირებით ინტერფერენციის ფერებიც სხვადასხვანაირია: უფრო ხშირად ვხვდებით პირელი რიგის მუქ და მოლურჯო—ნაცრისფერებს; ვხვდებით აგრეთვე უფრო

მაღალ ფერებსაც, რომლებიც პირველი რიგის მეორე ნახევარს მიეკუთვნებიან—ყვითელი და ნარინჯისფერი.

ოპტიკური ორიენტირება გამოსახულია მე-548 ნახაზზე, რომელიც გადმოღებულია ა. ვინჩელის ოპტიკური მინერალოგიიდან, სადაც ქრიზოტილისათვის მოყვანილია შემდეგი მონაცემები: „ოპტიკურ ლერძთა სიბრტყე მეორე პინაკოიდის (010) სწვრივია; შახვილი დადებითი ბისექტრისა N_g წაგრძელების, ანუ კრისტალოგრაფიული c ღერძის სწვრივია; ოპტიკური ლერძების კუთხე იმდენად პატარაა, რომ შესაძლოა ნულის ტოლად მოგვეჩვენოს, რაც შედეგია სხვადასხვანაირად ორიენტირებული ფირფიტების ერთიმეორეზე განლაგებისა; $(+)2V=30-35^\circ$; $N_g=1,555$; $N_p=1,542$; $N_g-N_p=0,013$ “.

ვ. ლოდონიკოვს მოყვანილი აქვს უფრო სრული მონაცემები ქრიზოტილებში სინათლის გარდატეხის შესახებ. იგი წერს: „გარდატეხა უფრო ხშირად 1,54-ის ახლოს მერყეობს და ზოგჯერ კანადის ბალზამის გარდატეხაზე დაბლა იწევს. საერთოდ კი შემდეგ თარგლებში იცვლება: $N_g=1,522-1,555$ და $N_p=1,508-1,543$ “.

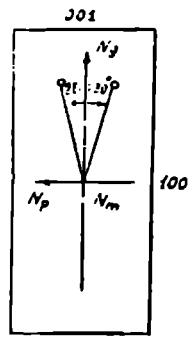
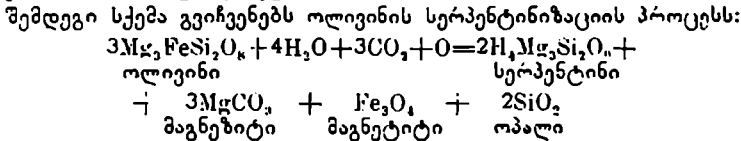
შლიფში ქრიზოტილი მწვანე ან მოყვითალო უფრომდე; სქელ შლიფში ვამწნევთ პლეოქროიზმს: N_g —მწვანე ან ყვითელი, $N_{\text{მი}}=N_p$ —მომწვანო-მოყვითალო უფრომდე; სინათლის აბსორბციის სქემა შემდეგია: $N_g > N_{\text{მი}} = N_p$.

ქრიზოტილი ანტიგორიტთან ასოციაციაში გვხვდება სერპენტინთან ქანებში, ე. წ. სერპენტინიტებში ანუ სერპენტინოლითებში. ურალზე, კანადაში, როდენიაში ქრიზოტილ-ასბესტი წარმოქმნის ძარღვებს სერპენტინოლითებში და უართოდ მუშავდება სამრეწველო მიზნით.

იგი წარმოადგენს აგრეთვე ოლივინის, პიროქსენებისა და რკატუარების ჰიდროთერმული შეცვლის პროდუქტებს. ოლივინისაგან წარმოშობილი სერპენტინის შლიფებს ბადის თვლების მაგვარი სტრუქტურა აქვთ. ამ დროს გამოყოფილი მტვერისებრი მაგნეტიტი განლაგებულია ნაპრალებში და ოლივინის ტექსტადობის ურთიერთ მართობულ ნაპრალებში (ნახ. 549).

პიროქსენებისაგან წარმოქმნილი სერპენტინი „ქსოვილი“ სტრუქტურით ხასიათდება (ნახ. 550).

სერპენტინის ფსევდომორფოზები აპფიბოლისადმი გამოიწვობიან აპფიბოლის ტექსტადობის ნაპრალების ტიპიური მიმართულებების მიხედვით, რომლებშიაც დაგროვილია მეორადი მაგნეტიტი და რომლებიც ურთიერთ იკვეთებიან 124° -ის ტოლი კუთხით (ნახ. 551).



ნახ. 548. ქრიზოტილის ოპტიკური ორიენტირება.



ნახ. 549. ოლივინი სტრუქტურის რელიეფი

სხვადასხვა მიმართულების მქონე სხლეტის სარკეებიანი მცირე გადაადგილების არსებობა.

წნევა წინააღმდეგობას უწევს ოლივინის გადასვლას სერპენტინში. ურალის ოლივინიანი ქანები 400--450 მეტრის სიღრმეზე სერპენტინიზაციის მოვლენებს არ ამჟღავნებენ. მათ შეადგენენ ოლივინის შეუცვლელი მარცვლები; ამ ქანებში ოლივინს მოჰის 98--99%, დანარჩენ 1--2%-ს შეადგენენ ქრომიტის ($FeCr_2O_4$) პარცვლები. ამ ქანების კუთრი წონა 3,25 აღწევს. ანუ ისეთი ოლივინის კუთრი წონას შეესაბამება, როგორც 90%-ს ფორსტერაიტი (Mg_2SiO_4) შეადგენს. 10%-ს კი ფაიალიტი (Fe_2SiO_4).

§ 135. ქლორიტები ქლორიტების ჯგუფის მინერალები გავრცელებული არიან მეტამორფულ ქანებში; ისინი ქლორიტაინი ფიქლების, ეპიდოტ-ქლორიტაინი, ტალკაინი და რქატყუარაინი ფიქლების შედგენილობაში შედიან.

მაგმურ ქანებში ქლორიტები წარმოიქმნებიან ბიოტიტის, რქატყუარებისა და კლინოპიროქსენების შეცვლის გზით და „პოსტერორული“ ანუ მეორადი მინერალების ჯგუფს ეკუთვნიან.

აქტივოლითთან, ეპიდოტთან და სხვა კონტაქტურ მინერალებთან ერთად მათ სშირად ვხვდებით კონტაქტის ზონებში.

ქლორიტებისთვის დამახასიათებელია ბოთლისებრი მწვანე ფერი, საიდანაც წარმოდგება მათი სახელწოდება (ქლოროს — ბერძნულად მწვანეს ნიშნავს).

ქლორიტები წარმოადგენენ ტიპიურ „მიკოიდებს“, ანუ ქარსის მსგავს ენერალებს (მიკა — ქარსი), რომლებიც კრისტალების ფირფიტისებრი ჰაბიტუსით და ბანაია მიმართ განვითარებული სრული ტყეჩადობით ხასიათდებიან; მონოკლინურ კრისტალებს წარმოქმნიან, რომლებსაც ელფლოპიქსაგონალური იერი ახასიათებს.

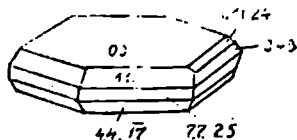
ქლორიტები უმთავრესად წარმოიქმნებიან დაბალ ტემპერატურაინი ჰიდროთერმების შემოქმედების პირობებში ალუნიუმ-მაგნეზიალური და რკინოვანი სილიკა ჯების შემცველ ქანებზე.

ქლორიტების შედგენილობას წარმოადგენს ორი კომპონენტის იზომორფული ნარევის სახით — ასტროკორიტის $H_2(Mg, Fe)_2Si_2O_7$ და ამეზიტის $H_2(Mg, Fe)(Al, Fe)_2SiO_5$. მოკლედ მათ შემდეგაირად გამოსახავენ: Al_1 და Al_2 . ქარსების საწინააღმდეგოდ ქლორიტები ტუტუნებს არ შეიცავენ; საკმაოდ ხშირად მათში შედის Cr_2O_3 და MnO -ს მცირედი რაოდენობა.

„ორთოქლორიტების“ ჯგუფს ხუთი მინერალი შეადგენს; ესენი არიან პენინი, კლინოქლორიტი, პროქლორიტი, კორუნდოფილიტი და ამეზიტი.

ჩერმაკის თანახმად, ისინი შესაძლოა თანმიმდევრობით რიგში იყონ განლაგებული, მათ შედგენილობაში ანტიგორიტის (Al_1) მოლეკულის თანდათან კლებადობისა და ამეზიტის (Al_2) შემცველობის თანდათან მომატების მიხედვით

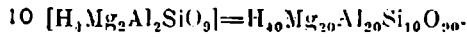
პენინი — Al_1, Al_2 -დან
 Al_1, Al_2 -მდე



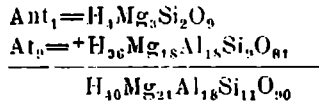
ნახ. 553. ქლორიტის სკელერი-ფიტურაინი კრისტალი.

კლინოქლორი—	Ant ₅ At ₆ -დან Aut ₄ At ₆ -მდე
პლოქლორიტი—	Aut ₄ At ₆ -დან Aut ₃ At ₇ -მდე
კორუნდოფილიტი —	Aut ₃ At ₇ -დან Aut ₂ At ₈ -მდე
ამეზიტი —	Aut ₂ At ₈ -დან Aut ₀ At ₁₀ -მდე

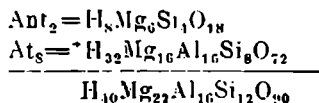
აეილოთ ამ რიგის უკანასკნელი წევრი Ant₀At₁₀ და ამეზიტის ათი მოლეკულის შედგენილობა გამოესახოთ ფორმულით, რომელშიაც ამეზიტის ყველა ელემენტის აღმნიშვნელი ციფრია ჩასპული:



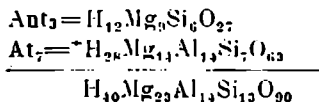
გამოვითვალთ ისეთი ამეზიტის შედგენილობა, რომელიც შეესაბამება შემდეგ გამოსახულებას—Aut₁ At₉; ამისათვის ანტიგორიტის ერთ მოლეკულას საკიროა დაემატოს ამეზიტის ცხრა მოლეკულა:



ასევე ადვილად შეიძლება გამოვითვალთ ფორმულა ამეზიტისათვის, რომელიც შემდეგ შედგენილობას შეესაბამება—Aut₂ At₈.



Aut₃ · At₇-ის შედგენილობის შესაბამის კორუნდოფილიტის ფორმულა მიიღება ანტიგორიტის სამი მოლეკულის და ამეზიტის შვიდი მოლეკულის შეჯამებით:



ამავე ხერხით ორთოქლორიტების ჯგუფის დანარჩენი წევრის ფორმულებს თუ გამოვითვლით და ნათ ვერტიკალურ რიგში განვალაგებთ, მივიღებთ:

პენინი	Aut ₆ At ₄ = H ₃₀ Mg ₂₆ Al ₈ Si ₁₆ O ₉₀
კლინოქლორი	Aut ₅ At ₅ = H ₃₀ Mg ₂₅ Al ₁₀ Si ₁₅ O ₉₀
პოქლორიტი	Aut ₄ At ₆ = H ₃₀ Mg ₂₄ Al ₁₂ Si ₁₄ O ₉₀
კორუნდოფილიტი	Aut ₃ At ₇ = H ₄₀ Mg ₂₃ Al ₁₄ Si ₁₃ O ₉₀
ამეზიტი	Aut ₂ At ₈ = H ₄₀ Mg ₂₂ Al ₁₆ Si ₁₂ O ₉₀
	Aut ₁ At ₉ = H ₄₀ Mg ₂₁ Al ₁₈ Si ₁₁ O ₉₀
"	Aut ₀ · At ₁₀ = H ₄₀ Mg ₂₀ Al ₂₀ Si ₁₀ O ₉₀

ქლორიტებში SiO₂-ის რაოდენობა კლებულობს Al₂O₃-ის რაოდენობის მზობრატების პარალელურად და, პირიქით, მატულობს MgO-ის მზობრატების და

მიხედვით; სხვანაირად რომ ვთქვათ, ამეზიტის მოლეკულის შემცველობის მონატებასთან ერთად იზრდება Al_2O_3 , მაგრამ კლებულობს SiO_2 ; ამის საწინააღმდეგოდ, ქლორიტების შედგენილობაში ანტიგორიტის შემცველობის ზრდა იწვევს MgO და SiO_2 -ის შემცველობის მომატებას.

სასედელოებების წარმოება. პენინი პენინის ალპების სახელითაა წოდებული; კლინოქლორი (კლინოს—დაწოლილი, ქლოროს—მწვანე)—მწვანე მონოკლინური მინერალი; პროქლორიტი (პრო—წინა)—ამ მინერალის კრისტალური ფორმები სხვა ქლორიტების კრისტალებზე ადრე იქნა შესწავლილი; კორუნდოფილიტი (ფილოს—მეგობარი)—კორუნდის მეგობარი, რადგან ხშირად თანახლავს კორუნდს ამ უკანასკნელის საბადოებში; ამეზიტი წოდებულია ურალის ზურმუხტის მალაოების მფლობელის ფრანგ ამეს სახელით.

ქლორიტის თვისებები. ქლორიტების ფირფიტები რბილია და მოქნილი. მაგრამ არადრეკადი. სადნობი მილით იხლიჩებიან; რკინით ლარიბი სახესხვაობები თეთრდებიან და ძნელად ღლვებიან, რკინით წლიდარნი კი, პირიქით, იოლად ღლვებიან და შვე მავნიტურ ბურთულას იძლევიან; მინის მილით ძლიერი გახურებისას წყალს გამოყოფენ; მარილმყევა ქლორიტებზე სუსტ გავლენას ახდენს, გოგირდის მყევაში ადვილად იშლებიან.

სიმაგრე არ აქვთ მაღალი, სხვადასხვა ქლორიტებისთვის იგი 1,5—2,5 ფარგლებში მერყეობს.

კუორი წონა 2,60-დან 2,96-მდე იცვლება. ქლორიტის ტყეზადობის ფურცელი, მოთავსებული პლატინის კლიტაზე და წითელ ვარჯაოებამდე გახურებული, წყალს კარგავს და გაუმჟვირულე ხდება; რკინით მლიდარი ქლორიტები გახურების შემდეგ მოწითალო-რუხი ხდებიან თითქმის შავამდე; იმავე პირობებში გახურებული სერპენტინის ფურცლები თუ ისინი ნაკლებად რკინოვანი არიან, შეუცვლელი რჩებიან.

აღენიშნოთ აგრეთვე, რომ ვინჩელი ქლორიტებს იხილავს როგორც ოთხკომპონენტის შენაერთებს, შედგენილს ოთხი მოლეკულით: ანტიგორიტით $H_2Mg_2Si_2O_6$, ფეროანტიგორიტით $H_2Fe_2Si_2O_6$, ამეზიტით $H_2Mg_2Al_2Si_2O_6$ და დაფნიტით $H_2Fe_2Al_2Si_2O_6$, რკინის შემცველობა აღნიშნულია ქლორიტის საერთო ფორმულაში (იხ. § 135).

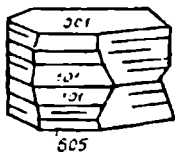
ქლორიტების ოპტიკური თვისებების აღწერაზე გადასვლამდე მოვიგონოთ, რომ ისინი მონოკლინურ სინგონიას ეკუთვნიან და ფსევდოჰექსაგონალური ჰაბიტუსით ხასიათდებიან. კრილებს ლეისტების (წაგრძელებული ვიწრო სწორკუთხედების) და პატარ-პატარა ჰექსაგონების სახე აქვთ; ეხედებით აგრეთვე ქვრკლებს. ბაზალტებისა და მათთან ახლო მდგომი ვულკანური ქანების სიციარილეებში გვხვდება ქლორიტის სახესხვაობა „დელესიტი“ სფეროლითების და რადიალურ-სხივოსნური კრისტალების სახით.

ჩვენ განვიხილავთ პენინისა და კლინოქლორის ოპტიკურ თვისებებს, რადგან ისინი ქლორიტების ისეთი სახესხვაობებია, რომლებსაც მაგმუო ქანებში უფრო ხშირად ვხვდებით.

Ant_5 , Al_2 -მდე.

სასესხვაობები: პენინის რკინოვან სახესხვაობას „დელესიტს“ უწოდებენ, წმინდა მაგნეზიალურს — „ტაბერგიტს“, ნიკელოვანს — „შუქარდისს“, ქოშით მდიდარი, წითელი ან იისფერი სახესხვაობა ცნობილია „კემერგეიტის“ სახელწოდებით.

კრისტალების ჰაბიტუსი ფსედროპექსაგონალურ-ფირფიტისებრი: მთავარი ფორმებია (001), $(10\bar{1})$, (132), (110); გვერდით წახ-



ნაგებზე ხშირია ჰორიზონტული შტრიხები; მრჩობლები ხშირია ქლორიტული კანონის მიხედვით, როდესაც მრჩობლურ სიბრტყეს და შებრდის სიბრტყეს წარმოადგენს (001) (ნახ. 554).

ნახ. 554. პენინის მრჩობლი ქლორიტის კანონის მიხედვით.

ფერი ბოთლისებრ-მწვანე მომწვანო-შავანდე. უფრო იშვიათად ვერცხლისებრ-თეთრი; თხელი ფურცლები გამკვირვალე, სუსტად შეფერილი არიან. ელვაარება ტექნადობის სიბრტყეებზე სადაფისებრია; სი-

მაგრე 2—2,5; მოლენის შემდეგ ფურცლები არ სწორდება.

კუთრი წონა 2. 60—2.85; ლლობადობა 5—6, ამასთან იხლიჩება; იშლება გოგირდის ჰეავით.

ოპტიკური თვისებები

ჩვეულებრივი სასე მლიფში: ჰექსაგონალური და ლეისტისებრი კვეთები, უსწორმასწორო ქერცლები.

მრჩობლები ქლორიტული და ქარსული კანონების მიმართ (ნახ. 555).

ფერი მლიფში ღია მწვანე უფეროდნე.

ტექნიკაობა როგორც ქარსებს (001)-ის მიმართ, რომელიც მაგმური ქანების მეორად ქლორიტებში სუსტადაა გამოსახული.

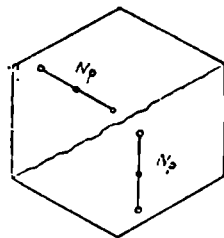
ტარდატესის ინდექსები $N_x=1,57-1,58$;

$N_m=1,57-1,58$; $N_p=1,56-1,57$.

რელიეფი სუსტი და ზედაპირი გლუვი ან ოდნავ ხორკლიანი.

დაზოლარებული სინათლე

პლეოქროიზმი მწვანე და ჩალისებრ-ყვითელ ფერებში (მწვანე; ტექნადობის სწვრივად). სინათლის აბსორბციის სქენა ისეთივეა როგორც ბიოტიტს აქვს $N_x=N_m \geq N_p$. ბიოტიტისაგან წარმოქმნილ ქლორიტებში, საკმაოდ ხშირად, ვხვდებით პლეოქროულ „ეზოებს“ ცირკონის, ორთიტის, ტიტანიტისა და, უფრო იშვიათად, აპატიტის ჩანართების ირგვლივ; ამით ქლორიტები გამოირჩევიან სერპენტინებისაგან, რომლებშიაც პლეოქროულ ეზოებს არასოდეს არ ვხვდებით. ერთნაი-



ნახ. 555. პენინის მრჩობლის კვეთი.

რად შეფერილ სერპენტინებს პლეოქროიზმი გაცილებით უფრო სუსტი აქვთ, და შესამჩნევია მხოლოდ განსაკუთრებული ყურადღების შემთხვევაში ან სქელ შლიფებში.

ნიკოლეები ჯვარედინია

ორმაგი გარდატეხა ჩვეულებრივ მეტად სუსტია $N_x - N_y = 0,0 - 0,004$.

ინტერფერენციის ფერები. მეტად დამახასიათებელია ანომალური ფერები, ღია და მუქი ლურჯი, იისფერი და იასამნის ფერის ელფერი. ორივე-ბიკ მოგვაგონებენ ქალაღზე გაცხებული ლურჯი ან იისფერი მელნის ფერს, და აგრეთვე პირველი რიგის დასაწყისის ინტერფერენციის მუქი ნაცრისფერი; ანომალური ინტერფერენციული ფერები ახასიათებს კიდევ ერთ. ქანებში გავრცელებულ მინერალს—კლინოკოიზიტს, მხოლოდ უნდა გვახსოვდეს. რომ კლინოკოიზიტს გაცილებით უფრო მკვეთრი რელიეფი და ხორკლიანი ზედაპირი აქვს.

ჩაქრობა. ბაზალური ფირფიტები იზოტროპულებად კვჩვენებიან და შავი რჩებიან შლიფის 90° -ით ბრუნვის დროს; სხვა კვეთებში ჩაქრობა ტყეხვადობის ნაპრალებს სწვრივია; სრული ჩაქრობა შეიძლება არც იყოს. რაც შეეძლება აგრეთვე სტრუქტურის—სხვადასხვანაირად ორიენტირებული ქერცლების ერთი მეორეზე განლაგების.

ობტიკური ორიენტირება. ობტიკური ღერძების სიბრტყე მეორე პინანაკოიდის პარალელურია; ობტიკური ღერძების კუთხე მეტად მცირეა, ზოგჯერ 0° -ს უდრის; ერთნაირად გავრცელებულია ობტიკურად დადებითი და უარყოფითი პენინები; წაგრძელება დადებითიცაა და უარყოფითიც. დადებით პენინებში N_x და უარყოფითი პენინებში N_y თითქმის უთავსდებიან (001)-სადენი მართობს.

პენინი ერთერთი ყველაზე უფრო ხშირი ქლოოიტთაგანია. ბიოტიტის პენინით ჩანაცვლების დროს მასთან ერთად ჩვეულებრივ წარმოიქმნება მიწის-ებრი, ქუქუიანი და რუხი ეპიდოტი და აგრეთვე რუტილის (TiO_2) ნემსები, რომლებიც ურთიერთ იკვეთებიან 60° -ანი კუთხით და რომლებსაც საგენიტებს უწოდებენ (იხ. ნახ. 526); იშვიათად, ეპიდოტთან ერთად გვხვდება ტიტანიუმი ($CaTiSiO_6$).

პენინი, როგორც ეპიმაგმური და პოსტერიორული მინერალი, მდგრადია და დიდი ხნის განმავლობაში ინახება გარეგანი ტემპერატურის ქვეშ.

§ 137. კლინო- მონოკლინური, ორღერძიანი, ანიზოტროპული.
ქლორი შედგენილობა. ჩერნაქის მიხედვით Al_2 , Al_3 -დან Al_4 , Al_6 მდე.

სასესხვაობები. ნაკლებად რკინოვან თითქმის თეთრ სახესხვაობას „ღია-ტენბერგიტს“ უწოდებენ, ქრომის შემცველ კლინოქლორს—„კოჩუბერტს“; „მანგანქლორიტი“ შეიცავს $2,7\% MnO$ -ს.

კრისტალების სახე—ფსევდოჰექსაგონალურ—ფირფიტისებრი, ზოგჯერ კასრისებრი (ნახ. 556).

ქარგად განვითარებული კრისტალები ხშირია; მთავარი ფორმებია (001), (010), (011), ($\bar{1}12$), ($\bar{1}\bar{1}1$) და სხვები მეტად რთული სიმბოლოებით (0 11 24), (7 7 25). ვხვდებით მრჩობლებს ქლორიტული და ქარსული კანონების მიხედვით (ნაბ. 557 და 558).

ფერი. კლინოქლორის ფერი იცვლება ბალახისებრ მწვანედან მკრთალ ზეთისხილისებრ-მწვანე და ყვითელ ფერამდე მონაცრისფრო ელფერიით.

ელვარება ტყეჯადობის სიბრტყეზე სადაფისებრი. სიმაგრე 2—2,5; ფურცლები მოქნილია და არა დრეკადი. კუთრი წონა 2,61—2,78.

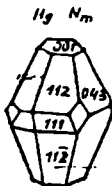
ძნელად ლღვება, ამასთან იხლიჩება; იშლება გოგირდის მუცაში.

ოპტიკური ავისებები

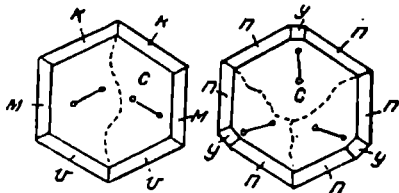
სასე მლიფში. უსწორმასწორო ფორმის ქერცლები, ლეისტისებრი და ექვსკუთხოვანი კრილები.

მრჩობლები (იხ, ნაბ. 557). საკმაოდ ხშირია განმეორებითი მრჩობლები, რომლებიც შესაბამ კვეთებში წვრილ მრჩობლურ ზოლებს იძლევიან.

ფერი მლიფებში— მკრთალი



ნაბ. 556. კლინოქლორის კასრიტური კრისტალი.



ნაბ. 557. კლინოქლორის ორეულის და საპეულის კვეთები.



ნაბ. 558. კლინოქლორის რთული მრჩობლები.

მწვანე, ყვითელი თითქმის უფერომდე. ტყეჯადობა (001)-ის მიმართ; ტყეჯადობის ნაპარაკები მხოლოდ ერთი მიმართულებით მიიმართებიან.

კარდატესის ინდექსები: N_g —1,57—1,59, N_m —1,56—1,58, N_p —1,56—1,58.

რელიეფი ძნელად შესამჩნევი და ზედაპირი ოდნავ ხორკლიანი.

ქაზილარებული სინათლე:

მლიფური სინათლე: $N_p = N_m$ —მკრთალი მწვანე, N_g —მკრთალი მოყვითალო-მომწვანო უფერომდე.

ნიკოლები ვუარდინია:

ორნაგი ვარდატება სუსტი, $N_g - N_p = 0,004 - 0,010$

ინტერფერენციის ფერები პირველი რიგის მუქი ნაცრისფერიდან თეთრ და მკრთალ ყვითელ ფერამდე; ჩვეულებრივი ფერებია—ქუქიანი ყვითელი, მწვანე, ნაცრისფერი, მომწვანო-ნაცრისფერი.

ჩაქრობა — ბაზალური კვებითი აზოტროპულად გვეჩვენებთან; ირიბი ჩაქრობის კუთხე შესაძლოა 7—9°-ს აღწევდეს.

ობტიკური ორიენტირება. ობტიკურ ლერძთა კუთხე უფრო დიდია ვიდრე პენინის აქვს და $2V=0-45^\circ$; ობტიკურ ლერძთა სიბრტყე (010)-ის სწორივია; მახვილი ბისექტრისა Ng თითქმის მართობულია (001)-სადმი. ზოგჯერ (001)-სადმი მართობთან ქმნის მცირე კუთხეს, 2—7°-ის ტოლს. ობტიკურ ლერძთა კუთხე შესაძლოა მერყეობდეს კლინოქლორის ერთიხა და იმავე ფირფიტის ფარგლებში; ობტიკურად დადებითია, რადგან ობტიკულ ლერძთა კუთხის მახვილ ბისექტრისას Ng წარმოადგენს.

კლინოქლორს ხშირად უწოდებენ ისეთ ქლორიტებს, როლებსიც ვასაყ $Ng-Np=0,010$ და რომლებიც მკაფიოდ ორღერძიანი არიან. ობტიკურად დადებით კლინოქლორებთან ერთად ვხვდებით ობტიკურად უარყოფით კლინოქლორებს.

პენინთან შედარებით მაგმურ ქანებში კლინოქლორს უფრო იშვიათად ვხვდებით, იგი ტიპიურია კრისტალური ფიქლებისათვის.

აღვნიშნოთ, რომ ბიოტიტის გარდა ქლორიტები ანაცვლებენ აგრეთვე პიროქსენებს, ამფიბოლებს, ოლივინს და გრანატებს. პოსტეულკანური პროცესებით შეცვლილ პორფირულ ქანებში, რომლებმაც „პროპილიტების“ სახელწოდება მიიღეს, ქლორიტები ეპიდოტთან, ალბიტთან, პირიტთან და სტრონტიტთან ერთად მთავარ ქანმამუშენ მინერალებს წარმოადგენენ და მათ მწყანე ფერს ანიჭებენ; პროპილიტებში ქლორიტი, როგორც ფერად სილიკატებს ისე მინდვრის შპატებს ანაცვლებს.

დიავნოსტიკა. ქლორიტები არც ისე ადვილად გამოირჩევიან სერპენტიტებისაგან; ზოგ შემთხვევაში ეს საკითხი მხოლოდ ქიმიური ანალიზის დახმარებით შეიძლება გადაწყდეს (რეაქცია Al_2O_3 -ზე — თუ არის Al_2O_3); ქლორიტია, თუ არა — სერპენტიტია. პლეოქროიზმს ქლორიტები უფრო მკაფიოდ აძლავნიან, ვიდრე სერპენტიტები; ინტერფერენციის ლურჯ და იისფერ ანომალურ ფერებს სერპენტიტები არასოდეს არ იძლევიან, ისევე როგორც პლეოქროულ „ეზოებს“.

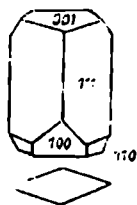
ამიტომ. შესასწავლი მწვანე მინერალის სერპენტიტებისადმი ან ქლორიტებისადმი მიკუთვნების ზუსტი განსაზღვრის შესაძლებლობის შემთხვევაში, შლიფის აღწერაში წერენ „ქლორიტ-სერპენტიტული მინერალი“.

ამფიბოლებისაგან ქლორიტი გამოირჩევა თავისი დაბალი ორმაგი გარდატეხით, ტენიადობის მიხედვით, რომელიც ამფიბოლებში, უფრო ხშირად, სწორ ჩაქრობას კი არ იძლევა, როგორც ქლორიტებში, არამედ რიბ ჩაქრობას, და ბოლოს, უფრო დაბალი რელიეფის მიხედვით.

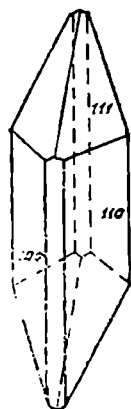
რაც შეეხება ცალკეული ქლორიტების ერთი მეორისაგან გარჩევას უნდა ითქვას, რომ აქ ისეთივე სიმწიფეებს ვხვდებით, როგორსაც სერპენტიტებში გარჩევის დროს.

§ 138. ტიტანიტი მონოკლინური, ანიზოტროპული, ორღერძიანი. ანუ სფენი შედგენილობა: $CaTiSiO_5$; მინარეებს შორის საინტერესოა Y , Ce , ZrO_2 და Nb_2O_5 .

საერთო დასასიათება: სფენი ბერძნულად „სოლს“ ნიშნავს; ეწოდება მისი კრისტალების კვეთების დამახასიათებელი ფორმის მიხედვით. პირველად აღწერილი იყო ჰუსტაე როზეს მიერ ურალზე, ილმენის მთებში. მეორე სახელწოდება „ტიტანიტი“ აღნიშნავს მის შედგენილობაში ელემენტ ტიტანის არსებობას ($TiO_2=40.8\%$). ტიტანიტის კრისტალებს უფრო ხშირად გაბრტყელებული, კონკრეტისებრი ფორმა აქვთ და განივ კვეთებში მახვილ რომბებს იძლევიან (ნახ. 559); გაცილებით უფრო იშვიათად. პრიზმის (110) წახნაგების განვითარებისას, წარ.



ნახ. 559. სფენის კრისტალი.



ნახ. 560. ტიტანიტის პრიზმული კრისტალი.

მოიქმნება პრიზმული სახის კრისტალები (ნახ. 560).

მრჩობლები. ვხვდებით შეზრდის მრჩობლებს პირველი (100) და მესამე (001) პინაკოიდის მიმართ.

ფერი თაფლისებრ ყვითელი, რუხი, ნაცრისფერი, მომწვანო.

ელვარება ცხიმოვანი ალმასისებურამდე.

სიმკვრე — 5—6.

ტექსტურა მკაფიო (110)-ის გასწვრივ.

კუთრი წონა 3,29—3,56.

ხანგრძლივი დუღილის დროს მარილის მყავაში იხსნება, მაგრამ არა მთლიანად, კონცენტრირებული ხსნარი ზეტალურ კალასთან დუღილის დროს ლებულობს იისფერ შეფერილობას, რაც შედეგია $TiCl_3$ -ის წარმოქმნისა; გოგირდმყავაში მთლიანად იხსნება კალციუმის სულფატის წარმოქმნით.

ოპტიკური თვისებები.

მლიფში, ჩვეულებრივ, კრისტალები სოლისებრია, მაგრამ ნატრიუმით ნდიდარ ქანებში ვხვდებით პრიზმულ კრისტალებსაც; ზოგჯერ წაგრძელებული მარცვლების სახით გვხვდება; ვხვდებით აგრეთვე დანაგროვებს, შემდგარს წვრილი მომრგვალო ნაკრებებისგან. კრისტალების კვეთებს ჩვეულებრივ მახვილი რომბების სახე აქვთ (ნახ. 561).

მრჩობლები. მრჩობლური სიბრტყე რომბების მახვილ კუთხეებს ნახევრად ყოფს (შესამჩნევია მხოლოდ ნიკოლების ჯვარედინი მდგომარეობის დროს) (ნახ. 562).

ფერი. შლიფში მოწითალო-რუხია, მოყვითალო უფერომდე.

გარდატეხის ინდექსები: $N_g=1,978-2,054$. $N_m=1,894-1,953$.

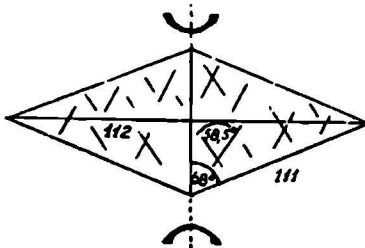
$N_p=1,888-1,918$.

რელიეფი ძლიერ მკვეთრია და ზედაპირი ხორკლიანი.

ტექნოლოგია.—იშეიათალ შავი ნაპრალების სახით, რომლებიც სფენის კრისტალების შემონახვლერელი ხახების სწვრივი არ არიან (ნახ. 561).

აპოლარებული სინათლე.

ზღოქრიაში შესაჩნევია შეფერილ სახესხვაობებში; N_x ს მიმართულებით მოწი-



ნახ. 561. სფენის კრისტალის კეთი.

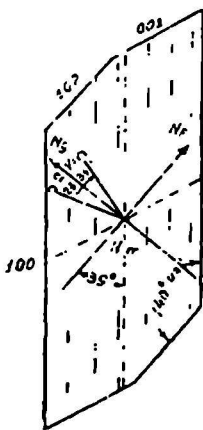


ნახ. 562. ტიტანიტის მრჩობლი

თალო-რუხია, N_p -ს მიმართულებით—მოყვითალო; ძნელი შესაჩნევია ღია ფერის ტიტანიტებში.

ნიკოლები ვგარედინია

ორმაგი გარდატეხა—მეტად ძლიერი, $N_g-N_p=0,090-0,136$.



ნახ. 563. ტიტანიტის ოპტიკური ორიენტაცია.

ინტერფერენციის ფერები — მაალალი მეოთხე რიგის, ისევე, როგორც კალციტს, მაგრამ ზოგიერთი კვეთები, რომლებშიაც მდებარეობენ N_m და N_p , ხასიათდებიან 0,006-ის ტოლი ორმაგი გარდატეხით და ამიტომ ინტერფერენციის პირველი რიგის მეტად დაბალ ნაკრისფრად არიან შეფერილი.

ჩაქრობა. ჩაქრობის კუთხეები დამახასიათებელი არ არიან.

ოპტიკური ორიენტაცია. ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე (010)-ის სწვრივია; ოპტიკურ ღერძთა კუთხე ცვალებადია, მაგრამ ჩვეულებრივ მკირვა; მახვილი ბისექტრისა—თითქმის მართობულია (102) წახნაგის (ნახ. 563); ოპტიკურად დადებითია.

რკინის და, განსაკუთრებით, ცერიუმისა და იტრიუმის მინარეგების რაოდენობის ზრდას თან სდევს ოპტიკურ ღერძთა კუთხის ზრდა.

შეცვლა. ტიტანიტი, ჰქარგავს რა თავის ფერს, რბილდება და მკრთალი ყვითელი ფერის ამორფულ მასაში გადადის, რომელსაც თან სდევს კალციტი.

ტიტანიტი, როგორც აქცესორული მინერალი, გვხვდება რქატყუარაიან სიენიტებში, ტუტე და ნეფელინიან სიენიტებში, გარდა ამისა გრანიტებში და დიორიტებში. მსხვილი კრისტალების სახით სიენიტურ პეგმატიტებში. კარგად განვითარებული მრჩობლური კრისტალების სახით გვხვდება „ალპური



ნახ. 564. ილმენიტის ირგვლივ ლეიკოქსენის წარმოქმნა.

ტიპის“ ძარღვებში ადულართან, ალბიტთან, ქლორიტთან, ეპიდოტთან და სხვა მინერალებთან ერთად. როგორც ფერადი სილიკატი შედის კოლის ნახევარკუნძულის ტიტანიტიანი ლუიავრიტების შედგენილობაში.

„პოსტერიორული“ ანუ მეორადი მინერალის სახით იგი წარმოქმნის არშიებს სხვა ტიტანუმციველი მინერალების ირგვლივ და იძლევა აგრეთვე ფსევდომორფოზებს მათ მიმართ; შეადგენს „ლეიკოქსენის“ მთავარ ნაწილს (ნახ. 564).

შედარებით მაღალი კუთრი წონის გამო იგი შლიხების გარეცხვის დროს მძიმე ფრაქციაში ხვდება და შესაძლოა განთავისუფლებული იყოს მადნეული მინერალებისაგან ამ უკანასკნელთა ელექტრომაგნიტური სეპარაციის გზით.

მეთოდებზე მეცადინეობა

ტრიკლინური კრისტალუბის ოპტიკური თვისებები

§ 139. ტრიკლინური ტრიკლინური კრისტალები ჰევანან მონოკლინურ, კრისტალები რომბულ, კვადრატულ და ჰექსაგონალურ კრისტალებს იმით, რომ მათაც აქვთ მათში გამავალი სინათლის გაორების თვისება. ტრიკლინურ კრისტალებს ორმაგი გარდატეხის უნარი აქვთ. მონოკლინური და რომბული კრისტალების მსგავსად, ესენიც ოპტიკურად ორღერძიანი კრისტალების ჯგუფს ეკუთვნიან.

მათ აქვთ ორი ოპტიკური ღერძი, ან სხვანაირად, ორი მიმართულება, რომლის გასწვრივ სინათლე ერთი სხივის სახით გადის. ამ ორი მიმართულებით ორივე აღმოცენილ სხივს, ერთიდაიგივე გარდატეხის ინდექსი აქვს, რის გამოც მათი ერთმანეთისაგან გარჩევა შეუძლებელია. სხვა სისტემის კრისტალებისაგან ტრიკლინური კრისტალები იმით განიჩევიან, რომ მათ მხოლოდ ირიბი ჩაქობა აქვთ. ტრიკლინური კრისტალების ოპტიკური ხასიათი მონოკლინური კრისტალების ოპტიკურ ხასიათთან შედარებით უფრო რთულია. მათ შორის მნიშვნელოვან ინდივიდუალიზმს აქვს ადგილი.

§ 140. ტუფე მინდგ- მინდვრის შპატები მეტად მნიშვნელოვან ქანაშენის შპატები მინერალებს წარმოადგენენ. ისინი მიწის ქერქის მასის თითქმის ნახევარს შეადგენენ.

მათი ქიმიური შედგენილობის დეტალურმა შესწავლამ საშუალება მოგვცა გავვერთიანებინა ისინი სამმაგ ქიმიურ სისტემაში. ამ სისტემის სამი კომპონენტია:

ორთოკლაზი	$KAlSi_3O_8$
ალბიტი	$NaAlSi_3O_8$
ანორთიტი	$CaAl_2Si_2O_8$

ეს სამი კომპონენტი ქმნის იზომორფული ნარევების ანუ მყარი ხსნარების რიგს; ამ კომპონენტების ორი წყვილი, ორთოკლაზი და ალბიტი. ალბიტი და ანორთიტი სრულ იზომორფულ ნარევებს იძლევიან. მრავალი ასეული ანალიზის საფუძველზე დამტკიცებულია, რომ ალბიტსა $NaAlSi_3O_8$ და ანორთიტს $CaAl_2Si_2O_8$ შორის არსებობს შუალედი მინდვრის შპატების სრული რიგი. სიმარტივისათვის ალბიტი ორი ასოთი აღვნიშნოთ A_1 , ანორთიტი კი— A_2 . არსებობენ ასპროცენტრიანი ალბიტები, რომლებიც ანორთიტს სულ არ შეიცავენ, და სუფთა ასპროცენტრიანი ანორთიტები; აღვნიშნოთ ისინი Al_{100} და An_{100} . აღმოჩნდა, რომ მათ შორის ამ ორი მოლეკულის ყოველგვარი კომბი-

ნაცია არსებობს: $Ab_{100}Al_{11}$, $Ab_{108}Al_{12}$, $Ab_{97}Al_{13}$, $Ab_{96}Al_{14}$, $Ab_{95}Al_{15}$ და ასე შემდეგ $Ab_{2}Al_{17}$, $Ab_{2}Al_{18}$, $Ab_{1}Al_{19}$, $Ab_{0}Al_{100}$ -მდე.

მინდვრის შპატების ეს ჯგუფი გამოყვეს პლაგიოკლაზების სახელწოდებით. ყველა პლაგიოკლაზი ტრიკლინურ სინგონიაში კრისტალდება; მეორე (010) და მესამე (001) პინაკოიდებს შორის მდებარე კუთხე პლაგიოკლაზებში პერყეობს რამოდენიმე წუთის ფარგლებში; ამ ორი პინაკოიდის სწორივი მიმართულებით მინდვრის შპატები ადვილად იტყეჩებიან. ეს ორი მიმართულება ქმნის ი რ ი ბ „ტყეჩადობის კუთხეს“: პლაგიოკლაზებისთვის ტყეჩადობის ეს კუთხე უდრის $86^{\circ}30' \pm 20'$ ($86^{\circ}10' - 86^{\circ}50'$). ეს თავისებურება დაედო საფუძვლად სახელწოდებას „პლაგიოკლაზი“ (პლაგიოს — ირები, კლაზო — ტყეჩა, გაპობა).

ამ მინერალების ქიმიური ბუნების აღსანიშნავად მათ უწოდებენ აგრეთვე კალიუმ-ნატრიუმის მინდვრის შპატებს; ამ სახელწოდებით ხაზს უსვამენ მათი შედგენილობის სირთულეს, მათში ორი კომპონენტის არსებობას: კალიუმის მინდვრის შპატისა (ანორთიტის) და ნატრიუმის მინდვრის შპატის (ალბიტის).

ასევე, ქიმიური შედგენილობას საფუძველზე განსაკუთრებულ ჯგუფში გამოყოფენ ტუტე მინდვრის შპატებს ანუ კალიუმ-ნატრიუმის მინდვრის შპატებს.

ტუტე მინდვრის შპატები წარმოადგენენ ორთოკლაზისა (Or) $KAlSi_3O_8$ და ალბიტის (Ab) $NaAlSi_3O_8$ მოლეკულების იზომორფულ ნარევეს. ამ რიგის მონოკლინურ წვერში, ორთოკლაზში ტყეჩადობის კუთხე უდრის 90° , კალიუმის მინდვრის შპატის ტრიკლინურ მოდიფიკაციაში, მიკროკლინში (Mi) $KAlSi_3O_8$ ეს კუთხე სწორი კუთხისაგან სულ $20'$ -ით განსხვავდება.

კალიშპატის ტრიკლინური მოდიფიკაცია, მიკროკლინი (Mi) $KAlSi_3O_8$ ნატრიუმის მინდვრის შპატთან — ალბიტთან (Ab) $NaAlSi_3O_8$ ერთად შერეული კრისტალების წყებას ქმნის, რომლებსაც ანორთოკლაზის სახელწოდებით გამოყოფენ; შერეული კრისტალები, რომელთა შედგენილობაში მიკროკლინი ან ალბიტი ჭარბობს ნატრიუმისანი მიკროკლინის ($Na-Mi$) და კალიუმისანი ალბიტის ($K-Ab$) სახელწოდებას ატარებენ.

ორივე, მონოკლინური და ტრიკლინური ტუტე მინდვრის შპატი ხშირად წარმოქმნის კრისტალებს, რომლებიც გარეგნულად სავსებით ერთგვაროვანის შთაბეჭდილებას სტოვებენ; სინამდვილეში კი ისინი ორი სხვადასხვა მინდვრის შპატის წვრილი შენაზარდებისაგან შედგებიან; ესაა ე. წ. „პერტიტული სტრუქტურა“ სახელწოდებას პერტიტს ხმარობენ კალიშპატში ალბიტის შენაზარდებისათვის; საწინააღმდეგო შემთხვევაში, როდესაც კალიშპატის თითისტარისებრი შენაზარდები ალბიტში იმყოფებიან, ხმარობენ სახელწოდებას ანტიპერტიტს.

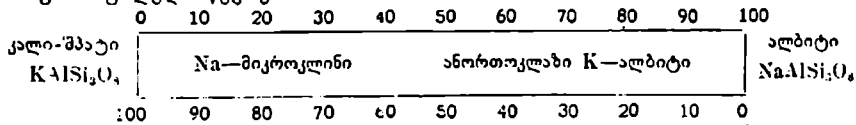
პერტიტულ მინდვრის შპატს 1000° -მდე თუ გავახურებთ, რამოდენიმე საათის გახურების შემდეგ პერტიტული სტრუქტურა ქრება; ალბიტი იხსნება კალიშპატის მასაში და სავსებით ერთგვაროვანი მყარი ხსნარი მიიღება. აქვე შეიძლება აღინიშნოს ფობტის მონაცემები კალიშპატში ალბიტის და ალბიტში კალიშპატის ხსნადობის შესახებ სხვადასხვა ტემპერატურების დროს.

მოყვანილ ცხრილიდან ჩანს, რომ ტემპერატურის დაწვევასთან ერთად ხსნადობა კლებულობს, მყარი ხსნარი იშლება და გახსნილი მინერალი პერტიტული შენაზარდების სახით გამოიყოფა.

t°	კალიშპატი	ალბიტში
1000°	60%Ab	32%Or
850°	32%Ab	12%Or
750°	27%Ab	8%Or
350°	14%Ab	3%Or
15°	9%Ab	2%Or

ტუტე მინდვრის შპატების ურთიერთდამოკიდებულება მეტად რთულია და, მათი ჩამოყალიბების პირობებთან დაკავშირებით, შესაძლოა წარმოქმნან ჰომოგენური (ერთგვაროვანი) მონოკლინური ან ტრიკლინური კრისტალები, ან, პირიქით, ჰეტეროგენული (არაერთგვაროვანი) ნარევიები. ამის შემდეგ, შემდგომი ფიზიკა-ქიმიური პირობების ზეგავლენით, ტუტე მინდვრის შპატების თავდაპირველად ერთგვაროვანი კრისტალები შეიძლება ჰეტეროგენულ წარმონაქმნებად გარდაიქმნან. ამის მაგალითა წარმოადგენს კალიშპატიდან გახსნილი ალბიტის გამოყოფა გაცივების დროს.

ტუტე მინდვრის შპატების შედგენილობა შეიძლება მარტივი დიაგრამის სახით წარმოვიდგინოთ, რომლის ბოლოებზე მოთავსებულია ასპროცენტიანი კომპონენტები კალიშპატი $KAlSi_3O_8$ და ალბიტი $NaAlSi_3O_8$ შუაში კი — ამ რიგის შუალედი წევრები.



პერტიტული მინდვრის შპატები

ორთოკლაზი აღრე იყო აღწერილი მონოკლინურ, მინერალებთან ერთად. ტრიკლინური ტუტე მინდვრის შპატებიდან განვიხილავთ მიკროკლინს, ანორთოკლაზს და ალბიტს.

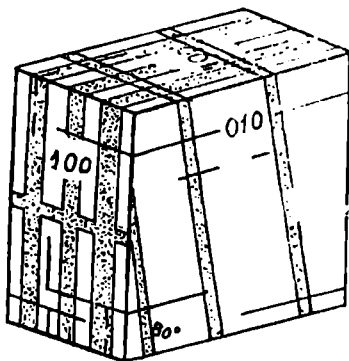
§ 141. მიკროკლინი მონოკლინური, ანიზოტროპული, ორღერძიანი.

შედგენილობა. ორთოკლაზის შედგენილობის ანალოგიურია და შემდეგი ფორმულით გამოისახება $K_2Al_2Si_6O_{16}$ ანუ $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$; თითქმის ყოველთვის შეიცავს Na_2O -ს მინარევს. მწვანედ შეფერილი მიკროკლინების („ამაზონის ქვა“) ანალიზები გვიჩვენებენ Rb_2O -ს მცირედ რაოდენობას და Ca_2O -ს შეათედ პროცენტებს.

მიკროკლინი ბერძნულად „უმნიშვნელოდ დახრილს“ ნიშნავს; მესამე და მეორე პინაკოიდის გასწვრივ განვითარებული ტექვალობის სიბრტყეებს შორის მდებარე კუთხე მხოლოდ 20 წუთით განსხვავდება სწორი კუთხისაგან.

მრჩობლები მარტივია, ისეთივე როგორც ორთოკლაზის მრჩობლები — კარლსბადის, ბავენოს და მანებახის კანონების მიხედვით (იხ. ნახაზები 454—457). მაგრამ მიკროკლინი ტრიკლინურ სისტემას მიეკუთვნება და მარტივი მრჩობლების გარდა მისთვის დამახასიათებელია რთული „პოლისინათეტური“ მრჩობლები ალბიტური და პერიკლინური კანონების მიხედვით, რომლებიც შესამჩნევია მხოლოდ მიკროსკოპში; 565-ე ნახაზზე ჩანს, რომ ალბიტური

კანონის მიხედვით განვითარებული ფირფიტები განლაგებულია მეორე პინაკოიდის (O10) სწვრივად; მეორე პინაკოიდის წახნაგზე ვხვდებით მხოლოდ პერიკლინურ მრჩობლებს; პირველი და მესამე პინაკოიდის წახნაგებზე ვხვდებით როგორც ალბიტური ისე პერიკლინური კანონების მიხედვით განვითარებულ მრჩობლებს ურთიერთ მკვეთი ფირფიტების სახით. ამ ურთიერთ მკვეთ მრჩობლებს, რომლებიც „მიკროკლინურ მესერს“ ქმნიან (ნახ. 566), ყველა კვეთებში ვერ ვხვდავთ. ვ. ლოდოჩნიკოვი ამას შემდეგი მარტივი ნაგალითით



ნახ. 565. მიკროკლინის ალბიტური და პერიკლინური მრჩობლები.

ნახ. 566. მიკროკლინის მესერი.

გეიხსნის: „ეს ადვილი წარმოსადგენია ასანთის ღეროებით ავსილი კოლოფის მაგალითზე; კოლოფის ერთ კვეთში კვადრატებს ვხვდავთ, მეორეში კი ზოლებს; ირიბ კვეთებში მივიღებთ ცოტად თუ ბევრად წაგრძელებულ რონებებს (თითისტარებს)“.

აქვე აღვნიშნოთ, რომ მიკროკლინებში პოლისინთეტური მრჩობლები არც ისე სწორად არიან შემოსაზღვრული და ჩვეულებრივ აპასური მოხაზულობით ხასიათდებიან, იმ დროს როდესაც პლაგიოკლაზების მრჩობლური ზოლები, როგორც წესი, შემოსაზღვრულია სავესებით სწორი ხაზებით (იხ. ნახ. 566).

ფერი მიკროკლინა ისეთივე აქვს, როგორც ორთოკლაზს—მოყვითალო, ვარდისფერი, მორუხო—და ხორცილებრ—წითელი; მწვანე სახესხვაობას „ანაზონის ქვას“ უწოდებენ; მწვანე ფერი არაერთგვაროვანია და ემჩნევა კრისტალის პერიფერიულ ნაწილს, საიდანაც ძარღვებისა და ლაქების სახით ვრცელდება მის შიგნით; ამაზონიტების ფერი მეორადი მოვლენაა, წარმოქმნილი მიკროკლინის უკვე ჩამოყალიბებული კრისტალებზე. ხსნარების შემდგომი ზეგავლენის შედეგად. მოკლედ ამას შემდეგი ტერმინით აღნიშნავენ „ეპიგენეური“ (ეპი—შემდეგ).

ელვარება მინის, ტკეზადობის სიპრტყეებზე ოდნავ სადაფისებრი-სიმაგრე—6—6,5;

ტექნიკაობა—სრული მესამე პინაკოიდის (001) მიმართ და მკაუიო—მეორე პინაკოიდის (010) მიმართ.

კუთრი წონა—2,54—2,57.

სუფთა მიკროკლინის ლღობა, ლეიციტის ($K_2Al_2Si_4O_{12}$) წარმოქმნით, იწყება 1170°-ის ღროს; სრულ გაღობას აღწევს 1530°-ზე; ბუნებრივი მიკროკლინები საბოლოოდ ლღებიან 1430°-ის ღროს; აქ გაელენას ახდენს უფრო დაბალ ტემპერატურაიანი ალბიტის ($Na_2Al_2Si_6O_{16}$) მინარევი, რომლის რაოდენობა შესაძლოა 20%-ს აღწევდეს.

მიკროკლინი, ისევე როგორც ორთოკლაზი, მეყვებში არ იხსნება.

ძლიერი წნევის ქვეშ მოყოლილი ორთოკლაზი რთულ მრჩობლურ აღნაგობას ღებულობს, რომელიც მიკროკლინის აღნაგობას გვაგონებს.

ოპტიკური თვისებები

სვეულებრივი სასე მღიფში. უსწორმასწორო მარცვლები და, უფრო იწვიათად, სწორად შემოფარგლული, მეორე პინაკოიდის სწვრივი და სწორკუთხედის სახის უირთიტების ფორმის მქონე მსხვილი პორფირულიებრივი გამონაყოფები.

ხშირია ალბიტის პერტიტული ჩანაზარდები, რომლებსაც, ორთოკლაზში ანალოგიური წარწონაქმებისაგან განსასხვაებლად, „მიკროკლინ-პერტიტებს“ უწოდებენ. მიკროკლინისა და კვარცის უოთიერთ ჩანაზარდებს, სიდიდის მიხედვით ან „პეგმატიტურ“, ან „მიკროპეგმატიტურ“ ჩანაზარდებს უწოდებენ (ნახ. 567).

ფერი — უფრო ან ოღნავ შეფერილი რკინის ენგით: მღვრია თუ შეცვლილია გამოფიტვის პროცესით.

გარდატეხის ინდექსები — N_g —1,525—1,527. N_m —1,523—1,525. N_p —1,518—1,520.

რელიეფი. მიკროკლინის გარდატეხის ინდექსები უფრო დაბალია ვიდრე კანადის ბალზამის, ამიტომ რელიეფი არ აქვს და მიკროკლინის მარცვლების ზედაპირი გლუვია.

ტექნიკაობა (001) და (010)-ის სწვრივად განლაგებული ვიწრო ხაზების სახით მელავნდება.

ჩანართები. იმის გამო, რომ მიკროკლინი ეკუთვნის მაგნური ქანების დაკრისტალების პროცესის დამამთავრებელ მინერალთა რიცხვს, მასში შესაძლოა გვხვდებოდნენ დაკრისტალების საწყისი პერიოდის მინერალები ჩანართების სახით: მაგნეტიტი, აპატიტი, ცირკონი, სფენი, ბიოტიტის ფურცლები,



ნახ. 567. მიკროპეგმატიტი.

პლაგოკლაზის წვრილი მარცვლები; ბიოტიტის ფურცლები ზოგჯერ განლაგებულია მიკროკლინის (010) და (001)-ის წახნაგების სწვრივად.

დაპოლარებული სინათლე.

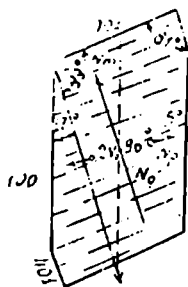
პლეოქროიზმი. მიკროკლინი შლიფში უფეროა და არაავითარ პლესქროიზმს არ ამჟღავნებს.

ნიკოლეზი ჯვარადინია

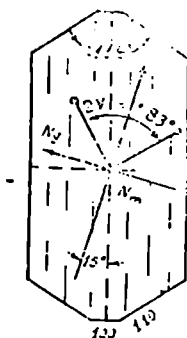
ორმაგი გარდატეხა—სუსტია: $N_g - N_p = 0,007$.

ინტერფერენციის ფერები—პირველი რიგის დაბალი ფეოები—ნაცრისფერი. თეთრი, მაგრამ იმდენად სუფთა არ არიან, როგორც კვარცის ინტერფერენციის ფერები.

ჩაქრობა— 568-ე ნახაზზე სჩანს, რომ ჩაქრობის ერთი მიმართულება (Np) ქმნის 5°-ის ტოლ კუთხეს ბაზოპინაკოიდის (001) მიმართ განვითარებული ტექვადობის ნაპრალებთან, ჩაქრობის მეორე მიმართულება (N_{III}) კრისტალოგრაფიულ c ღერძთან ქმნის 17°-ის ტოლ კუთხეს; ეს შეიძლება დაინახოთ მეორე პინაკოიდის (010) სწვრივ კვეთებზე, ბაზოპინაკოიდის (001) სწვრივ კვეთებზე ჩაქრობის კუთხე მეორე პინაკოიდის (010) მიმართ განვითარებული ტექვადობის ხაზებთან ქმნის კუთხეს 15°-ის ტოლს (ნახ. 569), ორთოკლაზისათვის კი ეს კუთხე უდრის 0°-ს (იხ. ნახ. 470).



ნახ. 568. მიკროკლინის ოპტიკური ორიენტირება (010)-ის წახნაგზე.



ნახ. 569. მიკროკლინის ოპტიკური ორიენტირება (001)-ის წახნაგზე.

ოპტიკური ორიენტირება მიკროკლინისა გამოსახულია იმავე 568 და 569 ნახაზებზე; მათთან გაცნობა გვიჩვენებს, რომ მეორე პინაკოიდის წახნაგზე სჩანს ოპტიკურ ღერძთა გამოსავალი, რომლებიც ურთიერთ შორის ბლაგვ 96°-ის ტოლ კუთხეს ქმნიან და რომ ბლაგვი კუთხის ბისექტრისას წარმოადგენს N_g ; 568-ე ნახაზზე N_g გამოსახულია ნახაზის ცენტრში, ოპტიკურ ღერძთა გამოსავლების აღმნიშვნელი წრეებს შორის.

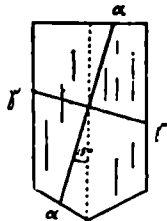
569-ე ნახაზზე ჩანს ოპტიკურ ღერძთა მახვილი კუთხე, $21^\circ = 83^\circ$ და

№, რომელიც მახვილ ბისექტრისას წარმოადგენს; ამიტომ მიკროკლინი ოპტიკურად უარყოფით მინერალად ითვლება.

ორთოკლაზში ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე და № მეორე პინაკოიდის მართობული არიან (იხ. ნახაზები 467 და 468); მიკროკლინს, როგორც ტრიკლინურ მინერალს, ეს არც შეიძლება ჰქონდეს; ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე და № მეორე პინაკოიდის მიმართ დახრილნი არიან; 569-ე ნახაზზე ჩანს, რომ № (010)-ის მიმართ მართობული არ არის.

მიკროკლინის განსაზღვრისათვის დამახასიათებელ ნიშანს წარმოადგენს კუთხე, როქელსაჲ ქმნიან ძესამე პინაკოიდისაღი მართობი და გარდატეხის საშუალო ინდექსი N_m ; ორთოკლაზისათვის იგი 5—7°-ს უდრის, უმესერო მიკროკლინებისათვის კი იგი მნიშვნელოვნად უფრო დიდია — 17—18°. მიკროკლინის ტრიკლინური ბუნება მტკიცდება აგრეთვე იმით, რომ ბაზალური კვეთები გვიჩვენებენ ჩაქრობის კუთხეს 15°-ის ტოლს მეორე პინაკოიდის (010) გასწვრივ განვითარებული ტექჩადობის ხაზების მიმართ; ორთოკლაზისათვის ჩაქრობის ეს კუთხე 0°-ს უდრის (ნახ. 570).

ოპტიკური ღერძების კუთხის მიხედვით ორთოკლაზის გარჩევა უმესერო მიკროკლინებისაგან შეუძლებელია. საქმე იმაშია, რომ მიკროკლინებში ოპტიკური ღერძების კუთხე ზოგჯერ 60°-მდე დადის. ორთოკლაზებში იგი შესაძლოა 88°-მდე აიწიოს. როგორც მიკროკლინისათვის ისე ორთოკლაზისთვის 2V შესაძლოა — 60°-დან — 88°-მდე მერყეობდეს.



ნახ. 570. მიკროკლინის კვეთი (010)-ის გასწვრივ.

ინტრუზიული ქანების კალიუმის მინდვრის შპატების ზუსტმა კვლევებმა, ჩატარებულმა ე. ვეოდოროვის მიერ, გვიჩვენებს, რომ ინტრუზიულ ქანებში (გრანიტებში, აიენიტებში და ა. შ.) უმესერო მიკროკლინს უფრო ხშირად ვხვდებით ვიდრე ორთოკლაზს; განსაკუთრებით იშვიათად ვხვდებით ორთოკლაზს კრისტალურ ფიქლებში, რომლებშიაც იგი ჩვეულებრივ ჩანაცვლებულია უმესერო მიკროკლინით.

ვ. ლოდონსკოვმა და ე. ფეოდოროვის სხვა მოწაფეებმა დაამტკიცეს აგრეთვე ევროპიელი პეტროგრაფების მცდარი წარმოდგენა იმის შესახებ, რომ გრანიტებისათვის დამახასიათებელია ორთოკლაზის ქარბობა პლაგიოკლაზთან შედარებით და ამ შეკვლის მიზეზიც გვიჩვენებს.

გრანიტებში პლაგიოკლაზები ხშირად წარმომადგენელია ოლიგოკლაზით; № 20 ოლიგოკლაზის (შედგენილის 20% ანორთიტისა და 90% ალბიტისაგან) და ორთოკლაზის ოპტიკური თვისებები, თითქმის ერთნაირია; ამიტომ ოლიგოკლაზის ყველა მაკვლებს, რომლებიც ალბიტურ მარბობებს არ გვიჩვენებენ, ორთოკლაზის მარცვლებად სთვლიდნენ: ასე შეიქმნა მცდარი წარმოდგენა გრანიტულ ქანებში ორთოკლაზის ქარბობის შესახებ პლაგიოკლაზებთან შედარებით. უნდა გვახსოვდეს, რომ სინათლის გარდატეხა ორთოკლაზების ყველა კვეთებში უფრო მაღალია, ვიდრე ეს კანაღის ბალზამს აქვს (კანაღის ბალზამისათვის — 1,540), იმ დროს როდესაც ორთოკლაზისა და მიკროკლინისათვის იგი არ აღემატება 1,527; აქედან გამომდინარე ევროპიელი

მკვლევარების ნაკლები ყურადღება ამ ინიშვნელოვანი ფაქტისადმი შეიქმნა მიზეზი მცდარი შეხედულებისა კალიუმის მინდვრის შპატების გაბატონებული როლის შესახებ ნორმალურ კალციუმიან-ტუტე გრანიტებში.

ოლიგოკლაზებში, რომლებშიც 20%/-ს ანორთიტული მოლეკულა შეადგენს, პოლისინთეტურ მარჩობლებს ყველა კვეთებში ვერ ვამჩნევთ, გნეისებში კი ოლიგოკლაზები ძალიან ხშირად მარჩობლებს მოკლებული არიან; ამიტომაც, რომ მათ ორთოკლაზად ან უქესერო მიკროკლინად სთვლიდნენ.

დაწყებენი ხშირად მიკროკლინის კვარცისაგან ვერ არჩევენ. მაგრამ თუ დაეინახსოვრებთ, რომ, კვარცისათვის გარდატეხა ყველა კვეთებში უფრო დიდია ვიდრე კანადის ბალზამის გარდატეხა, მიკროკლინისთვის კი, ასევე ყველა კვეთებში, კანადის ბალზამის გარდატეხაზე ნაკლებია, ასეთი შეცდომა ადვილი ასაუფენი იქნება. გარდა ამისა კვარცი ცეჩვადობას მოკლებულია და იგი მღვრიე არ არის.

მანამდე სანამ მიკროკლინის შეცვლის პროცესებზე გადავიდოდეთ, ოდნავ შევჩერდეთ მასში ალბიტის პერტიტულ ჩანაზარდებზე.

კალიუმის იზომორფული ჩანაცვლება ნატრიუმის მიერ დანახსიათებელია კალიუმის მინდვრის შპატების მალალტემპერატურულ სახესხვაობისათვის—სანიდინისა და ანორთოკლაზისათვის, რომლებიც შერჩენილი არიან ვულკანურ ქანებში და მცირე ინტრუზიებში სწრაფი გაცივების გამო. ტემპერატურის დაკლებისას ეს მყარი ხსნარები, K და Na-ის იონურ რადიუსებს შორის დიდი განსხვავების გამო, არამდგრადი ხდებიან და დაშლა წარმოებს კალიუმის შპატში ალბიტის პერტიტული ჩანაზარდების წარმოქმნით. პერტიტს 1000°-მდე თუ გაეახურებთ პერტიტული ჩანაზარდები. იშლებიან რა კალიუმის შპატში, ქრებიან; გაცივებისას ისინი ისევ წარმოიქმნებიან.

ვ. ლოდონიკოვი აღნიშნავს, რომ პერტიტები მკვეთრად გვეცემიან თვალში ნიკოლების ჯვარედინი მდგომარეობის დროს: იმ დროს როდესაც შემცველ კალიუმის შპატის მარცვლებს ერთი ინტერფერენციული ფერი აქვთ, ალბიტის ჩანაზარდები ამ ერთგვაროვან ფონზე მკაფიოდ გამოიყოფიან თავისი განსხვავებული ინტერფერენციული ფერით. მოცემულ მარცვალში ალბიტის ყველა პერტიტული ჩანაზარდი ერთდროულად ქრება; მათი ინტერფერენციული შეფერილობა მოყვითალო-თეთრზე მაღალი არასოდეს არ არის: გამოთვლილი ნიკოლის შემთხვევაში გასინჯვისას ამ ჩანაზარდებს შეუმჩნეველი ოვლიეფი აქვთ.

კალიუმის შპატებში ალბიტის პერტიტულ ჩანაზარდებს თუ შევადარებთ პლაგიოკლაზებში სერიციტის ჩანაზარდებს, მათ შორის მნიშვნელოვან განსხვავებას დაეინახავთ: ჯვარედინ ნიკოლებში სერიციტის ქერცლები არაერთდროულად ქრებიან, მათი ინტერფერენციული ფერი უფრო მაღალია—ყვითელი. ნარინჯის ფერი და აგრეთვე ლურჯი და მწვანეც; ერთ ქვედა ნიკოლში გასინჯვისას ისინი შესამჩნევ რელიეფსამქვანებენ.

შეცვლისას კალიუმის მინდვრის შპატები (ორთოკლაზი და მიკროკლინი) მღვრიე თიხოვანი ნაწილაკებით იფარებიან ან, როგორც ამას მოხერხებული ტერმინით აკადემიკოსი ფ. ლევისონ-ლესინგი აღნიშნავს, „პელიტიზირდებიან“ („პელიტი“—თიხისებრი პროდუქტი). შეცვლას ეპიმაგნური პრო-

ცესები იწვევენ ჰიდროთერმების მოხაწილებით. პელიტიზირებული კალიუმის შპატები მღვრიე ხდებიან და მორუხო ელფერს ლბულობენ.

პლაგიოკლაზებისაგან განსხვავებით ისინი არასოდეს არ არიან აესილი სერიციტით. მათგან მეორადი მუსკოვიტი ან სერიციტი თუ წარმოიქმნებიან კიდევაც, ასეთი მეორადი ქარსი ქერკლებს რიცხვი შეუცვლილი კალიუმის შპატის მარცვალში, არ აღემატება ხუთს ან, მაქსიმუმ ათს.

კალის შემცველ ტუტე გრანიტებში, გადამეტხურებული ორთქლისა და გაზების ენერგიული მოქმედებისას, მიმდინარეობს კალიუმის შპატების ჩანაცვლება კვარციით და ქარსით; ქარსი ხშირად შეიცავს ლითიუმს და ფლუორს და ესხვილ ქერკლებს წარმოქმნის. ამ პროცესს „გრეიზენიზაციის“ პროცესს უწოდებენ.

კალის შემცველი ზოგიერთი გრანიტების გარე ნაწილები ბორის სიმკვავის ემხანაიების გავლენით ტურმალინიან გრანიტებად გარდაიქმნებიან; ტურმალინი ანაცვლებს ბიოტიტს და წყრილი ნემსების სახით კალიუმის შპატებში მრავლად იყრის თავს.

ორთოკლაზი და მიკროკლინი ერთისა და იმავე ნივთიერების ($K_2Al_2Si_6O_{16}$) ორ ფორმას წარმოადგენენ; ორთოკლაზი მაღალტემპერატურულ ფორმას წარმოადგენს, რომელიც მეტად ნელი გაცივებისას მიკროკლინში გადადის, განსაკუთრებით ცალმხრივი წნევის (სტრესის) გავლენის ქვეშ. სწრაფი გაცივებისას, როგორც ეს ლავეზში და მცირე ინტრუზიებში ხდება, გარდაქმნის წერტილი მეტად სწრაფად გაივლის იმისათვის, რომ მიკროკლინში გადასულა განხორციელდეს, და ამ ქანებში ორთოკლაზი შენარჩუნებული რჩება. ამით ხსნიან ლავეზში მიკროკლინის შეუმცელობის ფაქტს.

მიკროკლინი ორთოკლაზში გადადის თუ მას 1000°-მდე გავახურებთ და ამ ტემპერატურაზე დაახლოებით 700 საათის განმავლობაში გავაჩერებთ.

აღვნიშნოთ აგრეთვე, რომ მიკროკლინი ორთოკლაზთან შედარებით ნაკლებ ცვლილებებს განიცდის. წარმოადგენს რა შედარებით ორთოკლაზთან უფრო დაბალტემპერატურულ მინერალს, დაბალი ტემპერატურის პირობებში იგი შედარებით უფრო დიდ მდგრადობას იჩენს.

§ 142. ანორთოკლაზი ტრიკლინური, ორღერძიანი, ანიზოტროპულია.

მინდვრის შპატებს ორ ჯგუფად ყოფენ: ტუტე მინდვრის შპატებად და კალციუმ-ნატრიუმიან მინდვრის შპატებად; პირველი ჯგუფის მინერალები (ტუტე მინდვრის შპატები) როგორც ფუძეებს შეიცავენ ტუტე მეტალებს — K და Na; მათ ეკუთვნიან ორთოკლაზი $K_2Al_2Si_6O_{16}$, მიკროკლინი $K_2Al_2Si_6O_{16}$, ნატრონ-ორთოკლაზი $(Na,K)_2Al_2Si_6O_{16}$, ნატრიუმიანი მიკროკლინი $(K,Na)_2Al_2Si_6O_{16}$. პერტიტები და მიკროკლინ-პერტიტები (ორთოკლაზისა და მიკროკლინის შენახარდები ალბიტთან), ანორთოკლაზი $(Na,K)_2Al_2Si_6O_{16}$, კალიუმ-ალბიტი $(Na,K)_2Al_2Si_6O_{16}$ და ნატრიუმიანი მინდვრის შპატი—ალბიტი $Na_2Al_2Si_6O_{16}$.

მეორე ჯგუფის მინერალები (კალციუმიანი-ტუტე მინდვრის შპატები) წარმოადგენენ ანორთიტისა $CaAl_2Si_2O_8$ და ალბიტის $Na_2Al_2Si_6O_{16}$ იზომორფულ ნარევს და ცნობილი არიან საერთო სახელწოდების ქვეშ როგორც პლაგიოკლაზები. ალბიტი შემაკავშირებელ წევრს წარმოადგენს და,

იჩენს რა უნარს მოგვეცეს მყარი ხსნარი როგორც კალიუმთან, ისე კალციუმთან მინდვრის შპატთან, მინდვრის შპატების ორივე ჯგუფის შედგენილობაში შედის.

ტუტე ანუ კალიუმ-ნატრიუმის მინდვრის შპატები თავისი ოპტიკური თვისებების ერთგვარი მსგავსებით ხასიათდებიან და, ამავე დროს, მათ შორის განსხვავებებიცაა, რომლებიც საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ ისინი მიკროსკოპის ქვეშ. ეს ჩანს კალიუმ-ნატრიუმის მინდვრის შპატების სამი წარმომადგენლის მავალითზე:

ორთოკლაზი	მიკროკლინი	ანორთოკლაზი
Ng—1.525—1.527	1,525—1.527	1.526—1.531
Np—1.518—1.520	1,518—1.520	1.519—1.525
2V—(—60°)—(—88°)	(—60°)—(—88°)	(—30°)—(—55°)

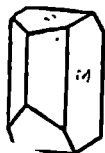
ანორთოკლაზი ორთოკლაზისა და მიკროკლინისაგან სხივის გარდატეხის რამოდენიმედ უფრო მაღალი ინდექსებით განსხვავდება, მაგრამ მთავარ განმასხვავებელ ნიშანს წარმოადგენს ოპტიკურ ღერძთა კუთხე, რომელიც ანორთოკლაზისათვის მნიშვნელოვნად უფრო პატარაა.

ანორთოკლაზი—ბერძნულად „არა ორთოკლაზის“ ნიშნავს, ანუ ის ათის ტრიკლინური და ორთოკლაზის ანალოგიურია მხოლოდ გარეგნულად. ქიმიურად იგი უფრო უახლოვდება ალბიტს ვიდრე ორთოკლაზს; ნატრიუმის მასში კალიუმს სჭარბობს, რის გამოც მისი შედგენილობა შემდეგი ფორმულით გამოისახება $(\text{Na}, \text{K})_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$; ჩვეულებრივ მასში ანორთიტის $(\text{Ca}, \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7)$ მოლეკულების მინარევს ვხვდებით და ეს ახდენს გაავლენას სინათლის გარდატეხის ინდექსების გადიდებაზე: Ng შესაძლოა 1.531 აღწევდეს, Np—1.525-ს.

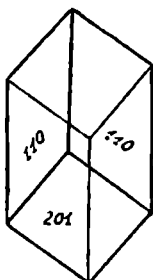
როგორც აკადემიკოს დ. ბელიანკინის კვლევებმა გვიჩვენეს, უფრო სწორი იქნება, რომ ანორთოკლაზი ოპტიკურად გავიგოთ: იგი ტრიკლინური მინდვრის შპატია, რომელიც ოპტიკურ ღერძთა ზომიერი ან მცირე კუთხით ხასიათდება. ქიმიურად იგი შესაძლოა თითქმის წმინდა $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6(\text{O})_{16}$ (კალიუმის ანორთოკლაზი) იყოს და მეორე მხრივ შესაძლოა, რომ იგი $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_6(\text{O})_{16}$ -ის (ნატრიუმის ანორთოკლაზის) მნიშვნელოვან მინარევს შეიცავდეს. იმ შემთხვევებში, როდესაც ანორთოკლაზს მრჩობლური აღნაგობა აქვს, იგი ძალიან წააგავს მიკროკლინს, მაგრამ უფრო ხშირად იგი მრჩობლებს მოკლედულია და ასეთ შემთხვევებში, ანორთოკლაზი ორთოკლაზისა და მესერს მოკლედულ მიკროკლინისაგან რომ განვასხვავოთ, აუცილებელია ოპტიკურ ღერძთა კუთხე და ჩაქრობის კუთხე განვსაზღვროთ დამახასიათებელ კუთხეებში.

საერთო დასასიათება. კრისტალები ორთოკლაზის კრისტალებს წააგავს და შემოფარგლულია (001), (010), (110), $(1\bar{1}0)$, (201) -ის წახნაგებით (ნახ. 571). ზოგიერთ ტუტე ქანებში (რომბოპორფირები) ანორთოკლაზის კრისტალები ემსგავსებიან რომბოედრებს და კვეთებში რომბებს იძლევიან; ისინი სამი წყვილი წახნაგით წარმოიქმნებიან—(110), $(1\bar{1}0)$ და $(20\bar{1})$ და მათი სახე წარმოადგენილია მე-572 ნახაზზე.

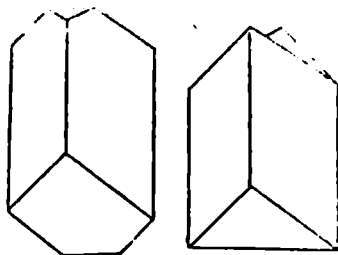
ვხედებით მრჩობლებს წარმოქმნილს კარსლადის, ბავენოს და მანება-ხის კანონების მიხედვით; რომბოპორფირებში ანორთოკლაზის კარსლადურ მრჩობლებში შეზრდის სიბრტყეს პირველი პინაკოიდი (100) წარმოადგენს (ნახ. 573).



ნახ. 571. ანორთოკლაზის კრისტალი



ნახ. 572. „რომბენ-შპატი“



ნახ. 573. ანორთოკლაზის მრჩობლი კარსლადის (100)-ის მიხედვით.

პერიკლინური მრჩობლების შეზრდის სიბრტყე მეორე პინაკოიდის წახნაგზე (010) წარმოქმნის ბაზოპინაკოიდთან (001) კუთხეს $75-78^{\circ}$ -ის ტოლს; ხშირია აგრეთვე მრჩობლები (201)-ის მიმართ მართობული ღერძით.

როგორც ყველა სხვა მინდვრის შპატებში, ისე ანორთოკლაზში სრულტკეჩეადობას ვხედებით (001)-ის გასწვრივ, კარგს (010)-ის გასწვრივ; სიმაგრე - ნ; კუთრი წყონა - 2,56-2,60, ლლობა - 5, მჯაეებში უხსნადია, დანარჩენი კალიუმ-ნატრიუმის მინდვრის შპატების მსგავსად.

ოპტიკური თვისებები

სასე მდიფში. ჩვეულებრივ უსწორმასწორო მარცვლების სახით გვხვდება, მაგრამ პორფირულინებრი, ჩანაწინწყლები სწორი მოხაზულობით გაროირჩევიან; რომბოპორფირებში—მრავალ კვეთს რომბის ფორმა აქვს.

მრჩობლები. მარტივი მრჩობლები ზემოთ იყო აღნიშნული; 574-ე ნახაზზე ნაჩვენებია პერიკლინური მრჩობლები (010)-ის წახნაგზე და 75° -ის ტოლი კუთხე, რომელსაც ისინი ბაზოპინაკოიდთან ქმნიან; პოლისინთეტური მრჩობლები ალბიტური და პერიკლინური კანონების მიხედვით წარმოქმნიან „მიკროკლინურ მესერს“ (იხ. ნახ. 566) და ინარჩუნებენ ყველა თავისებურებებს, რომლებითაც მესერიანი მიკროკლინი ხასიათდება.

პერტიტული ჩანაზარდები უფრო იშვიათად გვხვდებიან. ვიდრე მიკროკლინში: ალბიტის მეტად წმინდა კრიპტოპერტიტული ჩანაზარდები წარმოქმნიან შინაგან რეფლექსებს; გარეგნულად, კრიპტოპერტიტული ანორთოკლაზის შემცველი სიენიტური ქანების ნიმუშებზე (ვაკის-ჯვარი გურიისში, ლაურევიკი სამხრეთ ნორვეგიაში) ეს ცისფერ ციმციმში მელავენდება, რაც ამ ქანებს საჩუქრთმო ქვის მნიშვნელობას ანიჭებს.

ფერი მღიფში. უფეროა, შეცვლის შედეგად მღვრიე მორუხო ელფერით. გარდატეხის ინდექსები. $N_g = 1.526 - 1.531$, $N_p = 1.519 - 1.525$, კანალი ბალზამის ინდექსზე მცირე.

ტყევადობა მესამე და მეორე პინაკოიდის გასწვრივ.

ჩანარობები. ანორთოკლაზი კვარცთან ერთად დაკრისტალების უფრო ნაგვიანები პოლიფეტების რიცხვს ეკუთვნის და მასში, ამის გამო, შესაძლოა ვხვდებოდეთ ისეთი მინერალების ჩანარობებს, რომლებიც ქანის კონსოლიდაციის საწყის პერიოდს მიეკუთვნებიან: მადნეული მინერალების, აპატიტის, ცირკონის, ტიტანიტის, ბიოტიტის და სხვ.

დაპოლარებული სინათლე:

პლეოქროიზში — არ მელაენდება.

ნიკოლში ჯამარდინია

ორმაგი გარდატეხა სუსტი $N_g - N_p = 0,006$.

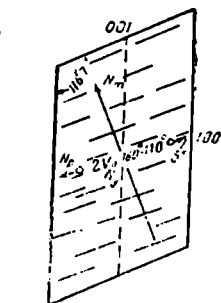
ინტერფერენციული ფერები დაბალი, პირველი რიგის, ნაცრისფერი, თეთრი, ისეთივე როგორც მიკროკლინის ახასიათებს.

ჩაქრობა მეორე პინაკოიდის (010) წახნაგზე — $+6^\circ$ -დან $+12^\circ$ -მდე, ბაზოპინაკოიდის წახნაგზე — $+1^\circ$ -დან $+6^\circ$ -მდე, ჩვეულებრივ $1 - 3^\circ$ (+ნიშნის განმარტება იხილეთ 576-ე ნახაზზე); ჩაქრობის კუთხეს ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყის მიმართ თუ გავზომავთ N_p მართობულ კვეთებში, იგი დიდი იქნება, $80 - 89^\circ$, N_g -ს მართობულ კვეთებში კი — დაახლოებით 9° .

ოპტიკური ორიენტირება. ოპტიკური სიბრტყე ოდნავ დახრილია მეორე პინაკოიდისაკენ: მახვილ ბისექტრისას N_p წარმოადგენს და ამიტომ ანორთოკლაზი ოპტიკურად უარყოფითი მინერალების რიცხვს ეკუთვნის; ოპტიკურ ღერძთა კუთხე იცვლება $30 - 55^\circ$ ფაოვლებში ($2V = 30 - 55^\circ$).

575-ე ნახაზზე გამოსახულია ანორთოკლაზის კვეთი მეორე პინაკოიდის სწვრივად; მასზე ჩანს ჩაქრობის კუთხე 6° -ის ტოლი, რომელიც იქმნება (001)-ის გასწვრივ განვითარებულ ტყევადობის ხაზებსა და N_p -ს შორის; ოპტიკურ ღერძთა შორის ბლაგვ კუთხეს ($110 - 125^\circ$) შუაზე ჰყოფს N_g (ბლაგვი ბისექტრისაა N_g); კრისტალოგრაფიულ c ღერძსა და ოპტიკურ N_{III} ნორმალს შორის მყოფი კუთხე დაახლოებით 20° -ს უდრის.

ნახ. 576-ე გვიჩვენებს ანორთოკლაზის კვეთს ბაზოპინაკოიდის (001) სწვრივს; მასზე ჩანს, რომ გარდატეხის მცირე ინდექსი N_p წარმოადგენს ოპტიკურ ღერძთა

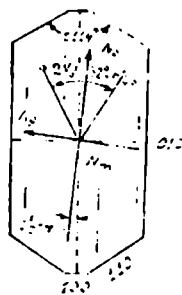


ნახ. 575. (010)-ის წახნაგზე ანორთოკლაზის ოპტიკური ორიენტირება.

კუთხის მახვილ ბისექტორისას; მეორე პინაკოიდის (010) გასწვრივ განვითარებულ ტექჩვადობის ხაზებთან $N\mu$ მცირე კუთხეს ქმნის $1^{\circ}30' - 4^{\circ}$; $(-)$ 21' ნაჩვენებია როგორც $32 - 54^{\circ}$ ის ტოლი, ანორთოკლაზის ტრიკლინური ხასიათი იმაში მელავენდება, რომ $N\mu$ და $N\mu$ -ს მიმართულებები (010) და (100)-ის წახნაგების მართობული კი არ არიან, არამედ ნათლამი პერპენდიკულარებთან მცირე კუთხეებს ქმნიან.

ჩაქრობის კუთხე (001) ზე ანორთოკლაზს მნიშვნელოვნად უფრო მცირე აქვს ($2 - 3^{\circ}$) ვიდრე მიკროკლინს იმავე წახნაგზე (იხ. ნახ. 569), სადაც ეს კუთხე 15° -ს უდრის.

ნატრიუმის ანორთოკლაზი დამახასიათებელი მინერალია ნატრიუმით მდიდარი ვულკანური ქანებისათვის; კალიუმის ანორთოკლაზი ჩვეულებრივ კომპონენტს წარმოადგენს მყავე ქანებისათვის. საქართველოს ტერიტორიაზე ანორთოკლაზი გავრცელებული მინერალია გურიის ტუტე სიენიტებში და ტუტე ვაბროულ ქანებში - ესექსიტებში, ტეშენიტებში; ტიპიურია ზედა იურის გრანიტოიდული ინტრუზიებისათვის; კელასურის მასივის მთაროლიტურ სიციარელებში ვხვდებით ანორთოკლაზის მსხვილ (10 სმ-დე), კარგად წარმოქმნილ აგუროსებრ-წითელ კრისტალებს ბავენოს მრჩობელების სახით; ესექსიტებში და ტეშენიტებში არსიებს წარმოქმნის ლაბრადორის მარცვლების ირგვლივ.



ნახ. 576. ანორთოკლაზის ოპტიკური ორიენტაცია (001)-ის წახნაგზე.

§ 143. პლაგიოკლაზების ჯგუფი ტრიკლინურ კრისტალებს ეკუთვნის პლაგიოკლაზების დიდი ჯგუფი, რომელთაც, როგორც ქანმაშენ მინერალებს, დიდი მნიშვნელობა აქვთ, რადგან ისინი მრავალი მაგმური ქანის შედგენილობაში შედიან. პლაგიოკლაზები ორი კომპონენტის, ალბიტის $Na_2Al_2Si_6O_{16}$ და ანორთიტის $CaAl_2Si_2O_8$, იზომორფულ ნარევებს წარმოადგენენ. მინერალების ამ ჯგუფს ეკუთვნიან ალბიტო, ოლიგოკლაზი, ანდეზინი, ლაბრადორი, ბიტონიტი. და ანორთიტი. ქვემოთ მოყვანილია ტაბულა, რომელზედაც პლაგიოკლაზების შედგენილობა, ალბიტის და ანორთიტის, პროცენტულ რაოდენობაშია განოსახული;

მყავე პლაგიოკლაზები					ფუფე პლაგიოკლაზები					
ალბიტი	ოლიგოკლაზი	ანდეზინი	ლაბრადორი	ბიტონიტი	ანორთიტი					
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0

პროფ. ფედოროვის წინადადებით პლაგიოკლაზების ჯგუფი ას ცალკე ნაჯეულად არის დაყოფილი, რომლებაც ნომრებით აღინიშნებიან. პლაგიოკლაზის ნომერი ანორთიტის პროცენტული რაოდენობით განისაზღვრება. ასე მაგალითად, პლაგიოკლაზი № 10 შედგება 10% ანორთიტისაგან და 90% ალბიტისაგან; პლაგიოკლაზი № 30—30% ანორთიტისაგან და 70% ალბიტისაგან; № 40—40% ანორთიტისაგან და 60% ალბიტისაგან და ა. შ.

პირველი ორმოცდაათი ნომერი მყავე პლაგიოკლაზებს წარმოადგენენ.

მათში, ალბიტის პროცენტული რაოდენობა ანორთიტის პროცენტულ რაოდენობას სჭარბობს.

პლაგიოკლაზები ორმოცდაათიდან მეასე ნომრამდე ფუძე პლაგიოკლაზებს ეკუთვნია. ფუძე პლაგიოკლაზებია შედგენილობაში ანორთიტის პროცენტული რაოდენობა სჭარბობს ალბიტის პროცენტულ რაოდენობას.

პლაგიოკლაზების პირველი ათი ნომერი, რომლებშიაც ალბიტის რაოდენობა პევრად სჭარბობს ანორთიტის რაოდენობას (90%—100%—Ab) ალბიტებად იწოდებიან.

პლაგიოკლაზები № 10—№ 30-დე ოლიგოკლაზებად იწოდებიან; 30-დან 50-დე კი ანტიკლაზებად.

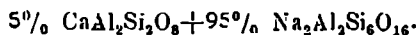
ალბიტი, ოლიგოკლაზი და ანდეზინი მყავე პლაგიოკლაზების ჯგუფს შეადგენენ, მათ შედგენილობაში ალბიტი სჭარბობს ანორთიტს.

ფუძე პლაგიოკლაზების ჯგუფი ლაბრადორით, ბიტონიტით და ანორთიტით არის წარმოდგენილი.

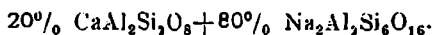
ლაბრადორი შეიცავს პლაგიოკლაზებს 50-დან 70 ნომრამდე, ე. ი. მათ შედგენილობაში 50—70%-ს ანორთიტი შეადგენს.

ბიტონიტები შეიცავენ ანორთიტს 70-დან 90%-დე, და ბოლოს, პლაგიოკლაზები რომლებიც, შეიცავენ 90-დან 100%-დე ანორთიტს ანორთიტებად იწოდებიან.

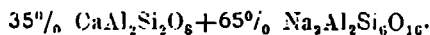
მაგალითები: პლაგიოკლაზი № 5 ეკუთვნის ალბიტს—მისი შედგენილობა შენდევნი ფორმულით გამოიხატება:



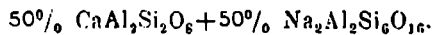
პლაგიოკლაზი № 20 ეკუთვნის ოლიგოკლაზების ჯგუფს და შედგება



პლაგიოკლაზი № 35 შემდეგი შედგენილობის ანდეზინს წარმოადგენს

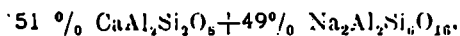


პლაგიოკლაზი № 50 შედგება ანორთიტის და ალბიტის თანაბარი რაოდენობისაგან:

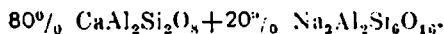


აქ გადის, ერთის ნხრივ, ანდეზინებს და ლაბრადორებს შორის და, მეორე ნხრივ, მყავე და ფუძე პლაგიოკლაზებს შორის საზღვარი. როგორც კი ანორთიტის პროცენტული რაოდენობა 50%-ს გადააჭარბებს, ვლბულობთ ფუძე პლაგიოკლაზებს.

პლაგიოკლაზი № 51 ეკუთვნის ლაპარდორს და შემდეგი შედგენილობისაა:

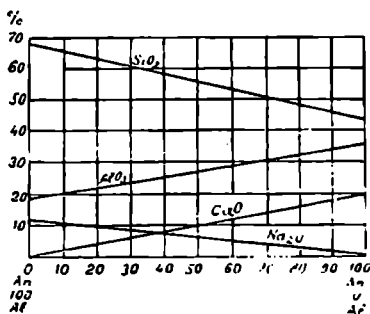


პლაგიოკლაზი № 90 ბიტოენიტია და მისი შედგენილობა შემდეგი ფორმულით გამოიხატება:



§ 144 პლაგიოკლაზების ქიმიური შედგენილობა

პლაგიოკლაზების ქიმიური შედგენილობის ცვლადი კარგად ჩანს ქვემოთ მოყვანილ სქემატიურ ტაბულასა და დიაგრამაზე, სადაც ოცენულია მათში შემავალი ოთხი ეანგულის პროცენტული რაოდენობა (ნახ.577).



ნახ. 577. პლაგიოკლაზების ქიმიური შედგენილობის დიაგრამა.

		SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O
ალბიტი	Ab	68,6	19,6	0,0	11,8
ოლიგოკლაზი	Ab ₂ An ₁	62	24	5,3	8,7
ანდესინი	Ab ₂ An ₂	60,2	25,2	6,7	7,9
ლაბრადორი	Ab ₁ An ₃	55,6	28,3	10,4	5,7
	Ab ₁ An ₂	51,7	30,9	13,4	4,0
ბიტოენიტი	Ab ₁ An ₃	47,4	33,8	16,8	2,0
ანორთიტი	An	43,2	36,7	20,1	0,0

პლაგიოკლაზების ქიმიური შედგენილობის ცვლასთან ერთად იცვლება სხვა მათი თვისებებიც. ასე მაგალითად, ხვედრითი წონა, გარდატეხის მაჩვენებელი და მკაფებით დაშლის უნარი ნატულობს ალბიტიდან ანორთიტამდე.

	ზარილის მეფავს მოქმედება	კუთრი წონა	გარდატ. მაჩვენებ. $\frac{\alpha + \beta + \gamma}{2}$
ალბიტი	არ მოქმედებს	2,62	1,563
ოლიგოკლაზი	ოდნავ მოქმედებს	2,65	1,512
ანდუზინი .	აშკარად მოქმედებს	2,69	1,553
ლაბრადორი	იშლება	2,72	1,555
ბიტოვნიტი	მთლიანად იშლება	2,74	1,565
ანორთიტი	მთლიანად იშლება და განიჰყოფს კო- ლოიდურ SiO ₂ -ს	2,76	1,591

§ 145. პლაგიოკლაზების გარდატეხის ინდექსები . ამერიკელმა პეტროგრაფმა იდინგსმა შეადგინა დიაგრამა, რომელიც ნათლად გვიჩვენებს პლაგიოკლაზების ინდექსების ცვლას. მილიმეტრებად დაყოფილ ქალაქზე ავლებენ თარაზულ ხაზს, რომელზედაც ერთი მინარტულებით ზომავენ ალბიტს, ხოლო საწინააღმდეგო მიმართულებით კი ანორთიტის რაოდენობას. შევული ხაზებით დიაგრამას ექვს ნაწილად ჰყოფენ, რომლებიც ალბიტის, ოლიგოკლაზის, ანდუზინის, ლაბრადორის, ბიტოვნიტისა და ანორთიტის შედგენილობას შეესაბამებია.

ორდინატების ღერძზე ზომავენ კვარცის O და E სხივების გარდატეხის მაჩვენებლების მნიშვნელობებს (1.544 და 1.553) და ავლებენ თარაზულ ხაზებს, ამ ხაზების ქვემოთ გავლებულია ორი ხაზი, რომლებიც კანადის ბალზამის (1.540) და კოლოლიტის (ნივთიერებების, რომელსაც შლიფების მინაზე დასაკრავად ხმარობენ) გარდატეხის მაჩვენებლებს შეესაბამება (ნახ. 578).

ორდინატებით 1.518; 1.522 და 1.525 ორთოკლაზის α , β და γ გარდატეხის ინდექსებია აღნიშნული. პლაგიოკლაზების გარდატეხის ინდექსები სამი აღმავალი ხაზით არის გამოსახული. დიაგრამიდან ჩანს, რომ ყველა პლაგიოკლაზზე ორთოკლაზზე უფრო დიდი გარდატეხის ინდექსები აქვთ. ალბიტის ორი გარდატეხის ინდექსი α და β ნაკლებია კანადის ბალზამის გარდატეხის ინდექსზე, ხოლო γ -კი უდრის მას.

ფუძე პლაგიოკლაზებს კვარცის E სხივზე მეტი გარდატეხის ინდექსი აქვთ. ბეკეს მეთოდის საშუალებით (იხილეთ მე-7-დებ მეცადინეობა), რომლითაც შესაძლებელია ორი მოსახლვრე მინერალის შედარებითი გარდატეხის ინდექსის განსაზღვრა, ჩვენ შეგვიძლია დაახლოებით განვსაზღვროთ პლაგიოკლაზის გარდატეხის ინდექსი. ალბიტს სამივე გარდატეხის ინდექსი— α , β და კვარცის O სხივის გარდატეხის ინდექსზე ნაკლები აქვს.

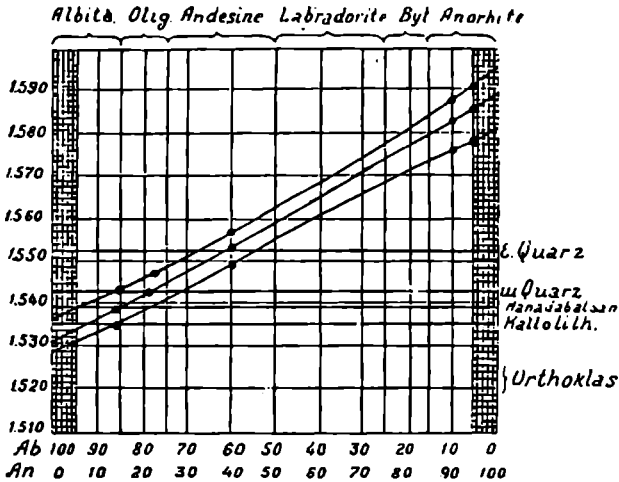
ოლიგოკლაზის (№ 20) α ნაკლებია, ხოლო γ -კი მეტი, ვიდრე კვარცის ჩვეულებრივი სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი (α).

ფუძე პლაგიოკლაზების სამივე გარდატეხის ინდექსი (α , β და γ) კვარცის არაჩვეულებრივი სხივის (E) გარდატეხის ინდექსზე მეტია.

მოკლედ ეს შეიძლება შემდეგნაირად აღვნიშნოთ:

$$\left. \begin{matrix} \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{matrix} \right\} < \text{კვარცის } \alpha\text{-ზე.}$$

ოლიგოკლაზი № 20 $\alpha < \alpha : \gamma > \omega$
 ლაბრადორი }
 ბიტოენიტი } α, β და $\gamma >$ კვარცის α -ზე.
 ანორთიტი }



ნახ. 57ჟ. პლაგიოკლაზების გარდატეხის ინდექსების დიაგრამა

§ 146. თაბაშირის ფირფიტა თაბაშირის ფირფიტა, ეს თაბაშირის ტექნეადობის ფირფიტა გასწვრივ გამოკვეთილი ფირფიტაა. მას ისეთი სისქე აქვს, რომ ჯვარედინ ნიკოლებში ის წითელ ინტერფერენციულ შეფერვას გვაძლევს. სხვა სიტუციებით, მასში ორი წარმოშობილი სხივიდან, ერთი მეორეს 560 μ -ით ჩამორჩება და მათი ინტერფერენციის შედეგად პირველი რიგის წითელ ფერს ვლენებულობთ.

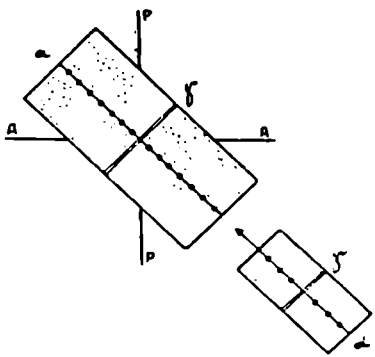
თაბაშირის ფირფიტა შეჭყავთ მიკროსკოპის ტუბუსში ობიექტივის ზემოთ გაკეთებულ განსაკუთრებულ ოთხკუთხ ხერელში, ნიკოლების მთავარი კვეთების დიაგონალურად, ანუ სხვანაირად, მათთან თაბაშირის ფირფიტა 45°-ის ტოლ კუთხეს ქმნის. ფირფიტა ისეა გამოკვეთილი, რომ გრძელი ლერძი α -ს თანხვდება, ხოლო მოკლე კი.ჯ.ს (ნახ. 579).

მიკროსკოპის ტუბუსში თაბაშირის ფირფიტის შეყვანის დროს ხედვის არე პირველი რიგის წითელ ფერად იღებება.

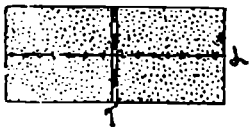
თაბაშირის ფირფიტა ისეთი ხელსაწყო არის, რომლის საშუალებით კრისტალში განსაზღვრავენ უდიდესი და უმცირესი სიჩქარის მქონე სხივების მიმართულებას. განსაზღვრა შემდეგნაირად ხდება:

კრისტალის შლიფს ათავსებენ მაგიდაზე, შეჭყავთ ტუბუსში ანალიზატორი და აბრუნებენ მაგიდას, სანამ კრისტალი დიფრაქციურ მდგომარეობაში არ მიიღებს. ამ დროს მისი ინტერფერენციული შეფერვა მაქსიმალურია. შემდეგ შეჭყავთ თაბაშირის ფირფიტა და აკვირდებიან, თუ როგორ იცვლება ინტერფერენციული ფერი, რომელიც (ხაღია, ეხლა, სინათლის ტალღების გამოსარკვევ კრისტალში და თაბაშირის ფირფიტაში გასვლის შედეგია.

თუ თაბაშირის ფირფიტის α -ს კრისტალის ფირფიტის α თანხედება (ნახ. 580), კრისტალის ფირფიტაში წარმოშობილი ორი სხივის სელათა სხვაობას ემატება კიდევ ერთი სხივის მეორისაგან ის ჩამორჩენა, რომელიც მათი (სხივების) თაბაშირის ფირფიტაში გასვლის დროს ჩნდება. თითქოს ფირფიტის გასქელება ხდება.



ნახ. 580. თაბაშირის ფირფიტის α თანხედენა მინერალის α -ს.



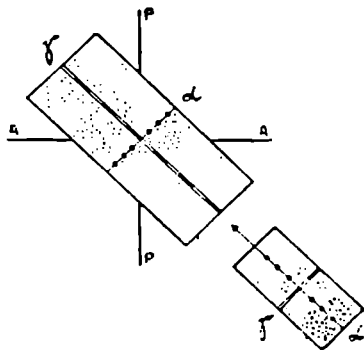
ნახ. 579. თაბაშირის ფირფიტა

გამოსაკვლევი კრისტალის შლიფისა და თაბაშირის ფირფიტით წარმოშობილ სელათა სხვაობები იკრიბებიან. შედეგად სელათა სხვაობის გადიდება და ინტერფერენციული შეფერვის ამალლებას ეღებულობთ.

მაგალითად, თუ კრისტალურ ფირფიტას ჯვარედინ ნიკოლებში პირველი რიგის თეთრი ფერი აქვს, მასში წარმოშობილი ორი სხივის სელათა სხვაობა 250 μm უდრის. სელათა ამ სხვაობას ემატება კიდევ ის სელათა სხვაობა, რომელიც თაბაშირის ფირფიტაში გასვლის დროს ჩნდება. უკანასკნელი 560 μm უდრის. ამიტომ, თაბაშირის ფირფიტის შეყვანის შემდეგ, რეზულტატურ სელათა სხვაობა 810 μm უდრის და ორი სხივის ინტერფერენციის შედეგი მეორე რიგის მოკეთილო მწვანე ფერი იქნება. ეხლა, პირიქით, თუ კრისტალის შლიფი და თაბაშირის ფირფიტა ნახ. 581-ზე ნაჩვენებ მდგომარეობაშია, მაშინ ერთმანეთს კრისტალის γ და თაბაშირის ფირფიტის α ემთხვევა. ასეთ შემთხვევაში, კრისტალის შლიფში სინათლის ორი ტალღის გასვლით წარმოშობილ სელათა სხვაობას აკლდება ის სელათა სხვაობა, რომელსაც ეს სხივები თაბაშირის ფირფიტაში გასვლისას შეიძენენ.

ვღებულობთ ინტერფერენციული შეფერვის დაწევას იმ

ფირფიტისათვის (გამოსაკლევქი კრისტალის ან თაბაშირის), რომელსაც ეს შეფერვა უფრო მაღალი ჰქონდა.



ნახ. 581. თაბაშირის ფირფიტის α თანხლება მინერალის γ -ს.

მაგალითისათვის, თუ გამოსაკლევქ კრისტალში ისევ პირველი რიგის თეთრ ინტერფერენციულ ფერს დაუშვებთ თაბაშირის ფირფიტის შეყვანისას მივიღებთ $560 \mu\text{m} - 250 \mu\text{m} = 310 \mu\text{m}$ სულათა სხვაობას და პირველი რიგის ყვითელ ინტერფერენციულ შეფერვას.

ამ შემთხვევაში, ჩვენ ყურადღებას ვაქცევთ თაბაშირის ფირფიტის ფერის შეცვლას. მას შედარებით მაღალი ინტერფერენციული ფერი აქვს და სწორედ ამიტომ აქვს ადგილი ამ ფერის დაწევისას.

§ 147. პლაგიოკლასების განსაზღვრა ბეკეს ხაზის საშუალებით დაუბრუნდეთ ეხლა იმ შემთხვევას, როდესაც ვვაქვს ერთმანეთთან შეხებაში პლაგიოკლასის და კვარცის ისეთი მარცვლები, რომლებიც ერთდროულად ქრებიან. დაეყენოთ ისინი დიაგნოსტურ მდგომარეობაში ისე, რომ მაქსიმალურ განათებას ჰქონდეს ადგილი და შევიყვანოთ თაბაშირის ფირფიტა. თუ ადგილი ექნა ინტერფერენციული შეფერვის ამალებას ეს ნიშნავს იმას, რომ თაბაშირის ფირფიტის α და კვარცის γ ემთხვევა ერთიმეორეს (ნახ. 580). თუ, პირიქით, ინტერფერენციული შეფერვის დაწევის აქვს ადგილი, ეს იმის მაჩვენებელია, რომ თაბაშირის ფირფიტის α და კვარცის γ არიან თანხედენილი (ნახ. 581).

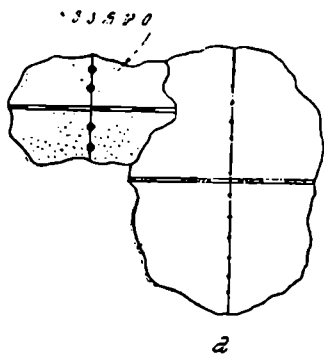
იმავე წესით პლაგიოკლასშიაც განსაზღვროთ α და γ -ს მდებარეობა. ამის შემდეგ მოვაცილოთ თაბაშირის ფირფიტა, დაეყენოთ ჩაქრობის მდგომარეობაში კვარცის და პლაგიოკლასის მარცვლები და გამოიყვანოთ ტუბუსიდან ანალიზატორი. მიკროსკოპის ხელვის არე განათდება. შევამციროთ მიკროსკოპის განმანათლებელი აპარატის დიაფრაგმა; ეს გამოიწვევს კვარცის და პლაგიოკლასის საზღვარზე ბეკეს ხაზის გაჩენას. ვამოძრავოთ მიკროსკოპის ტუბუსი და დაეაკვირდეთ ბეკეს ხაზის გადანაცვლებას.

შესაძლებელია ექვს სხვადასხვა შემთხვევა:

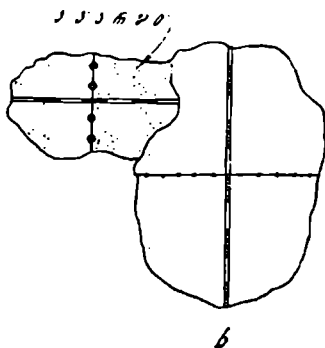
სწორი მდგომარეობა	ჯვარდინი მდგომარეობა		ნიშნები
1. $\alpha < \omega; \gamma < \epsilon$	$\alpha < \epsilon; \gamma < \omega$	ალბიტი და ოლიგალბიტი	0—15
2. $\alpha < \omega; \gamma < \epsilon$	$\alpha < \epsilon; \gamma = \omega$	ოლიგო. № 16—22	16—22
3. $\alpha = \omega; \gamma < \epsilon$	$\alpha < \epsilon; \gamma > \omega$	„ № 22—30	22—30
4. $\alpha > \omega; \gamma = \epsilon$	$\alpha < \epsilon; \gamma = \omega$	ანდეზინი № 30—40	30—40
5. $\alpha > \omega; \gamma > \epsilon$	$\alpha = \epsilon; \gamma > \omega$	„ № 41—48	41—48
6. $\alpha > \omega; \gamma > \epsilon$	$\alpha > \epsilon; \gamma > \omega$	ფუჭი პლაგიოკლასები	50—100

სწერივი მდგომარეობა გვაქვს მაშინ, როდესაც კვარცის ა და პლაგიოკლაზის α თანხედნილია (ნახ. 582). გადაჯვარედინებული მაშინ, როდესაც კვარცის ა პლაგიოკლაზის γ -ს ემთხვევა (ნახ. 583).

აღნიშნული მეთოდით პლაგიოკლაზების განსაზღვრა შესაძლებელია ალბიტრიდან ანდეზინამდე.



ნახ. 582. კვარცის α თანხედება მინდვრის შპატის α -ს.



ნახ. 583. კვარცის α თანხედება მინდვრის შპატის γ -ს

§ 148. პლაგიოკლა- ისეთ მაგმურ ქანებში, როგორცაა გრანიტი, ზების განსაზღვრა კვარციანი დიორიტი, გრანოდიორიტი და სხვა, პლაგიკვარცის საშუალებით ოკლაზები ხშირად გვხვდებიან კვარცთან უშუალო შეხებაში. თუ მოვძებნით ორ მოსაზღვრე მარცვალს, რომელთაგან ერთი კვარცს ეკუთვნის და მეორე პლაგიოკლაზს და, თუ შევამოცირობთ მიკროსკოპის განმანათლებელი აპარატის დიაფრაგმას, მინერალების საზღვარზე ბეკეს ხაზი გაჩნდება. თუ დავაკვირდებით, რომელ მინერალზე გადადის მიკროსკოპის ტუბუსის ოღნაე აწევის დროს ბეკეს ხაზი, შეგვიძლია განვსაზღვროთ, თუ ორი მოსაზღვრე მინერალიდან რომელს აქვს უფრო მაღალი გარდატეხის ინდექსი.

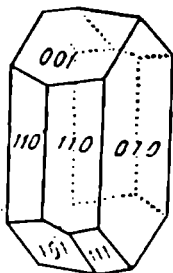
პლაგიოკლაზის ნომერის დაახლოებითი განსაზღვრა, მისი გარდატეხის ინდექსის კვარცის გარდატეხის ინდექსთან შედარების საშუალებით, შემდეგი წესით ხდება.

ქანის შლიფში ეძებენ კვარცის და პლაგიოკლაზის ისეთ მოსაზღვრე მარცვლებს, რომლებიც ერთდროულად ქრებიან. ერთდროული ჩაქრობა გვიჩვენებს, რომ გამავალი დაპოლარებული სინათლის რხევის მიმართულება, როგორც კვარცის, ისე პლაგიოკლაზის ორი შესაძლებელი რხევის მიმართულიდან ერთერთს ემთხვევა. ამისთან, შესაძლებელია ორი შემთხვევა: 1) კვარცის (α) სხივის რხევის მიმართულება პლაგიოკლაზის α -ს ემთხვევა (ნახ. 582) და 2) კვარცის (α) სხივის რხევის მიმართულება პლაგიოკლაზის γ -ს ემთხვევა (ნახ. 583).

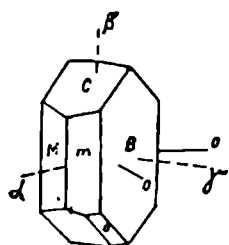
იზის გამოკვევა, თუ ორი მოყვანილი შემთხვევიდან რომელს აქვ ადგილი, (ე. ი. ემობვევა კვარცის O სხივის რხევის მიმართულება პლაგიოკლაზის α -ს თუ γ -ს) ხდება თაბაშირის ფირფიტის საშუალებით, რისთვისაც წინასწარ, ორ მოსაზღვრე მარცვალს ისე დააყენებენ, რომ ისინი მაქსიმალურად იყენენ განათებულნი.

§ 149. ალბიტი ეხლა შევებოთ პლაგიოკლაზების ჯგუფის ცალკეულ წარმომადგენლებს.

ალბიტი — $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{16}$; $\text{Na}_2\text{O}=11,8$; $\text{Al}_2\text{O}_3=19,5$; $\text{SiO}_2=68,7\%$.
 ნახზებზე წახნაგები შემდეგი ასოებით არიან აღნიშნული, B=(010), C=(001), III=(110), M=(110), x=(101), y=(201), O=(111) (ნახ. 584, 585).

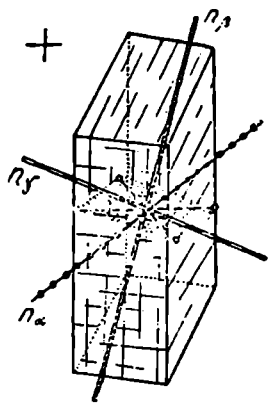


ნახ. 584. ალბიტის კრისტალი.



ნახ. 585. ოპტიკურ ღერძთა განლაგება ალბიტის კრისტალში.

აქვს სრული ტყეჩადობა მესამე პინაკოიდის (001) გასწვრივ შედარებით ნაკლებად სრული ტყეჩადობა მეორე პინაკოიდის (010) მიმართულებით. მსხვერვალია მონატეხი არასწორი აქვს. სინაგრე—6. კუთრი წონა—2,62. უფეროა ან თეთრი. ელვარება მინის. მესამე პინაკოიდზე სადაფისებრი. საშუალო გარდატეხის ინდექსი $\mu=1.553$. ორმაგი გარდატეხა დადებითა და სუსტი $\gamma-\alpha=0.011$. ინტერფერენციული ფერები დაახლოვებით ისეთივე, როგორც კვარცის: ნაცრისფერი, თეთრი და პირველი რიგის ყვითელი ფერები. მახვილი ბისექტრისა (001) და (010)-ის ზონაშია და მეორე პინაკოიდის ნორმალთან $15^{\circ}61'$ ტოლ კუთხეს ქმნის, მესამე პინაკოიდის ნორმალთან კი 102° . ოპტიკურ ღერძთა კუთხე $2V=77^{\circ}$ (ნახ. 586).



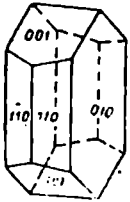
ნახ. 586. ალბიტის ოპტიკური ორიენტირება.

ლღეება $1100^{\circ}-1250^{\circ}$. ლღობადობა=4. მეავებში არ იხსნება.

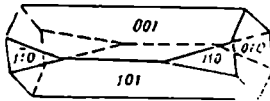
როდესაც მეორე პინაკოიდის (010) წახნაგებია განვითარებული კრისტალთა ჰაბიტუსი ალბიტურად იწოდება (ნახ. 587). თუ კრისტალები

კრისტალოგრაფიული X ღერძის მიმართ არიან განვითარებული, კრისტალთა ჰაბიტუსი პერიკლინურია (ნახ. 588).

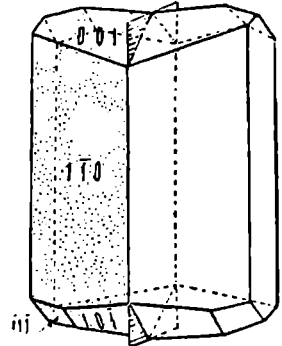
§ 150. ალბიტის ალბიტისათვის ძლიერ დამახასიათებელია მრჩობ-
მრჩობლები. მრჩობლებს ალბიტი სხვადასხვა კანონებით
იძლევა. ყველაზე უფრო ხშირია მრჩობლები ალბიტური
კანონით, როდესაც მრჩობლის სიბრტყე მეორე პინაკოიდის წახნაგია (ნახ.
394). განმეორებითი მრჩობლები ამ კანონით რთულ, პოლისინთეტურ მრჩობ-
ლებს გვაძლევენ (ნახ. 590, 591, 592, 593).



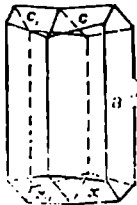
ნახ. 587. ალბიტური ჰაბიტუსი



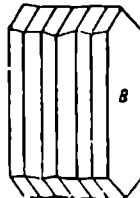
ნახ. 588. ალბიტის პერიკლინური ჰაბიტუსი.



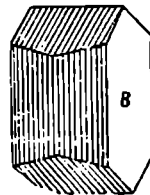
ნახ. 589. მრჩობლი ალბიტის კანონის მიხედვით.



ნახ. 590.



ნახ. 591.



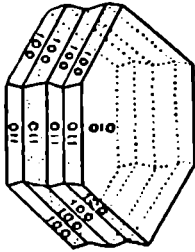
ნახ. 592.

მარტივი და რთული მრჩობლები ალბიტის კანონის მიხედვით.

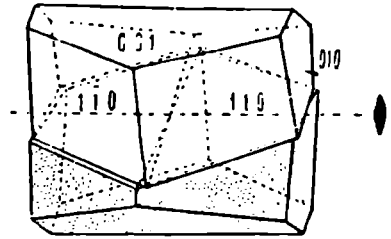
მრჩობლები პერიკლინური კანონით ნახ. 594 და 595-ზე არიან ნაჩვენები. პერიკლინური მრჩობლები შესაძლოა პინაკოიდით (001) და მეორე გვარის პინაკოიდით ($10\bar{1}$) შედგენილი წიბოს გასწვრივ არიან გაკიმული. შეხების სიბრტყე შესაძლოა პინაკოიდის სწვრივი არ არის, არამედ უკანასკნელთან იგი 21° -იან კუთხეს ქმნის (ნახ. 596).

Cx წიბოს [C (001) და x ($10\bar{1}$) შორისი კომბინაციური წიბო] გარშემო მობრუნების შემდეგ პერიკლინური მრჩობლების წარმოშობის დროს, ორი, B₁ და B₂ ინდივიდების მეორე პინაკოიდის წახნაგები არ ხედებიან ერთსა და იმავე სიბრტყეში (ნახ. 597). მათი გადაკვეთის ხაზი CB წიბოს სწვრივი

კი არ არი, არაზედ კვნიის მასთან შესამჩნევ კუთხეს (ნახ. 596). ეს კუთხე დამახასიათებელ სილიდეს წარმოადგენს და დიაგნოსტიკური მიზნებისათვის გამოიყენება. მრჩობლებს ალბიტური კანონით დიდი გავრცელება აქვთ. მხოლოდ გამონაკლის შემთხვევაში არა აქვს ამ მრჩობლურ აგებულებას ადგილი. ალბიტურ მრჩობლებში ორი ინდივიდი მეორე პინაკოიდით— H (010) არის შეზრდილი, მხოლოდ წინასწარ საჭიროა, რომ ერთ-ერთი ინდივიდი H (010)-ს მართობ ღერძის გარშემო 180° -ით იყოს მობრუნებული.

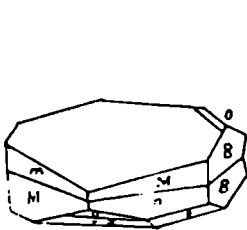


ნახ. 593. ალბიტის მრჩობლი.

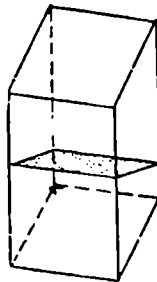


ნახ. 594. პერიკლინური მრჩობლი.

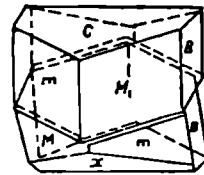
რადგან მესამე და მეორე პინაკოიდი ერთნაწეს სწორი კუბით არ ხვდება, ალბიტის მრჩობლების ბოლოებზე ე. წ. „ალბიტის ღარები“— $7^\circ 12'$ -ს ტოლი კუთხეები ჩნდება (ნახ. 598). ამ ღარების შეჩენვა შეიძლება მესამე პინაკოიდის წახნაგებზე, რომლებიც სადაფისებრი ელვარებით განირჩევიან.



ნახ. 595. პერიკლინური მრჩობლი



ნახ. 596. პერიკლინურ მრჩობლში მრჩობლის საბრტყის მდებარეობა.

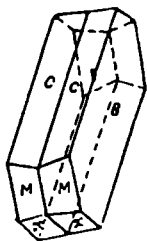


ნახ. 597. პერიკლინური მრჩობლი.

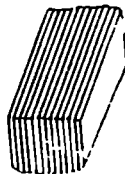
საზოგადოდ, მრჩობლების წარმოშობა მრავალჯერ მეორდება. საბოლოოდ ვლედულობთ (001) და (010) შორისი წიბოს სწვრივი ღარების ან შტრიხების სერიას, რომლებიც კაოვად ჩანან ბაზისის C (001) წახნაგებზე; თუ ასეთ პოლისინთეტურ მრჩობლს გამადიდებელი მინით ან თუ გინდ უბრალო თვალით ვსინჯავთ (ნახ. 599), ყოველივე ღარის ერთი წახნაგი ელვარე გვეჩვენება. ხოლო ორი მოსახლევე კი მკრთალია. მრჩობლთა ალბიტური კანონი უნივერ-

სალურია მინდვრის შპატების ჯგუფში. ორთოკლასის გარდა იგი ყველა მინდვრის შპატებში გვხვდება.

ჯვარედინ ნიკოლებში ალბიტური მრჩობლები ბნელი და ღია სწერივი ნაპირებით შემოფარგლული ზოლებითაა წარმოდგენილი. ასეთი სურათი



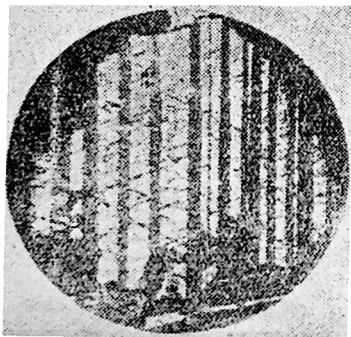
ნახ. 598. ალბიტური მრჩობლი.



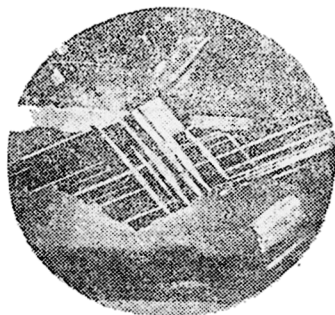
ნახ. 499. რთული მრჩობლები ალბიტის კანონის მიხედვით.

კენტი და ლუწი რიგის ფიზიტიტების არაერთდროული ჩაქრობითაა გამოწვეული. ნახ. 600-ზე მრჩობლის ფიზიტიტები მეორე პინაკოიდის (010) სწერივი არიან.

ზოგიერთ შემთხვევაში შეიძლება ადგილი ჰქონდეს პოლისინთეტურ მრჩობლურ აგებულობას ერთდროულად ალბიტური და პერიკლინური კანონით, რაც თავისებურ სტრუქტურას იძლევა (ნახ. 601). ალბიტის კრისტალებს



ნახ. 600. ალბიტური მრჩობლების სახე ჯვარედინ ნიკოლებში



ნახ. 601. ჯვარედინ ნიკოლებში მრჩობლები ალბიტისა და პერიკლინური კანონების მიხედვით.

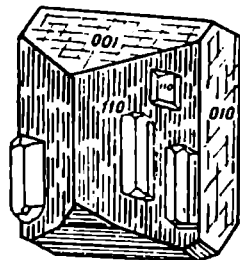
შეუძლიათ ნოვაცენ მრჩობლები აგრეთვე კარლსბადური, ბაენური და მანებახის კანონით, მხოლოდ, ორთოკლასზე გაცდლებით უფრო იშვიათად.

§ 151. პერიტიული ალბიტები, როგორც ანას თვით სახელიც გვიჩვენებს, თეთრ კრისტალებს წარმოადგენენ. მათ გრანიტების და კრისტალური ფიქლების სიკაზიელებში ვხვდებით.

კრისტალებს, მეო.რე პინაკოიდის (010) განვითარების გამო, ფირფიტების ფორმა აქვთ (ნახ. 587). როდესაც (010)-ს წახნაგები მცირეა და კრისტალები Y ლერძის სწვრივად წაგრძელებული არიან, მინერალი პერიკლინის სახელს ლებულობს (ნახ. 588). პერიკლინი ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს დახრილს. ეს ბერძნული სახელი პერიკლინმა მისი კრისტალების დახრილი სახის გამო მიიღო.

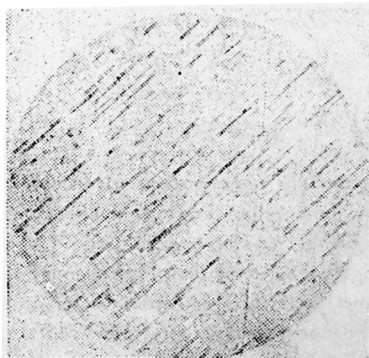
ალბიტის და ორთოკლაზის ქიმიური შედგენილობა სრულიად ანალოგიურია. შედარებით ხშირად გვხვდება ალბიტის ორთოკლაზში და ორთოკლაზის ალბიტში სწვრივი შენაზარდები (ნახ. 602). ასეთ შემთხვევაში ორთოკლაზი და ალბიტის ანალოგიური წახნაგები სწვრივი არიან.

ამ ორი მინერალის კიდევ უფრო მჭიდრო ასოცირაციები გვხვდება. Perilit-ში, ონტარიოში, „პერტიტის“ სახელწოდებით აღწერილი იყო წითელი ნინდერის შპატი. შემდეგში გამოიკვია, რომ პერტიტი ისეთ სწვრივ შეზრდას წარმოადგენს. ომელშიაც ალბიტის ფირფიტები ორთოკლაზის პირველი პინაკოიდის სწვრივია (ნახ. 603, 604). ეხლა მრავალი ასეთი პერტიტული შენაზარდებია ცნობილი. უფრო წმინდა სახეებს „მიკროპერტიტებს“ ან „კრიპტოპერტიტებს“ უწოდებენ. როდესაც ალბიტის შეზრდილი ფირფიტები იმდენად წმინდა ხდებიან, რომ ნიკროსკოპშიაც კი შეუძლებელია მათი გარჩევა. კრიპტოპერტიტი ანორთოკლაზში გადადის $(Na, K)Al_2Si_6O_{16}$.

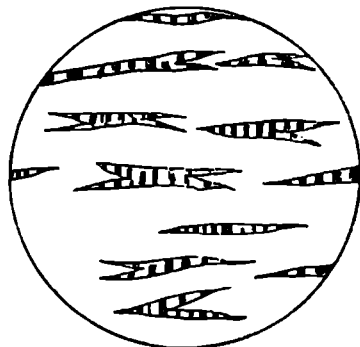


ნახ. 602. ალბიტის დახრდა ორთოკლაზის კრისტალზე.

ქიმიური შედგენილობის მსგავსების გარდა, ალბიტს და ორთოკლაზს თითქმის ერთნაირი ლლობის ტემპეოატურა და სიმეგრე აქვთ. ალბიტი ორ-



ნახ. 603. ალბიტის პერტიტული ჩანაზარდები ორთოკლაზში.



ნახ. 604. ალბიტის ჩანაზარდები ორთოკლაზში დიდი გადიდების დროს

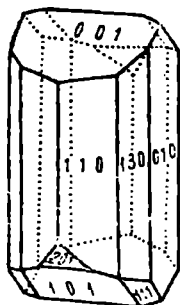
თოკლაზისაგან განიჩევა უფრო მაღალი კუთრი წონით, რაც მძიმე სითხეებით ადვილად შეიძლება გავიგოთ, უფრო დიდი გარდატეხის ინდექსებით და რამდენიმედ უფრო დიდი ორმაგი გარდატეხის ძალით.

ალბიტის γ $\alpha=0,011$, მაშინ, როდესაც ორთოკლაზისათვის $\gamma-\alpha=0.008$. ქვემოთ მოთავსებულ ტაბულაზე მოყვანილია ალბიტის და ორთოკლაზის ქიმიური შედგენილობა და ზოგიერთი ფიზიკური თვისებები.

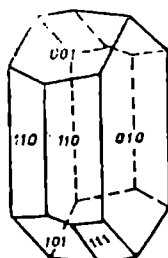
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	კუთრი წონა	β	ჩაქრობა			
							(001)-ზე	(010)-ზე	(100)-ზე	
ორთოკლაზი	64.7	18.4	16,9	—	2.56	1.518	1.524	1.526	0°	+5°
ალბიტი	68.7	19.5	—	11.8	2.62	1.529	1.534	1.540	+4°30'	+91°

§ 152. ჩაქრობის წინა ტაბულის ბოლოში მოცემულია ჩაქრობის კუთხეები (001) და (010)-ზე კუთხეები ორთოკლაზისა და ალბიტისათვის. მეორე და მესამე პინაკოიდის წახნაგებზე. ჩაქრობის ეს კუთხეები დამახასიათებელ სიდიდეებს წარმოადგენენ და მათზე ღირს დაწვრილებით შეჩერება.

მოვიყვანოთ ალბიტის და ორთოკლაზის კრისტალები ჩვეულებრივ ნდგო-მარეობაში (ნახ. 605, 606) და აღვნიშნოთ მათზე ჩაქრობის ის მიმართულებები, რომლებსაც ცხედავთ მეორე და მესამე პინაკოიდის სწვრივ ტექნადობის ფირფიტებზე.



ნახ. 605. ორთოკლაზის კრისტალი.

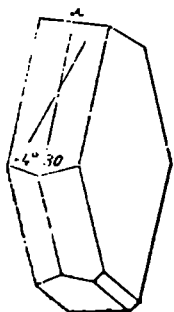


ნახ. 606. ალბიტის კრისტალი.

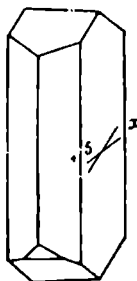
მესამე პინაკოიდის სწვრივ ტექნადობის ფირფიტებზე ორთოკლაზს „სწორი“ ჩაქრობა აქვს. ამიტომ ის კუთხე, რომელსაც ჩაქრობის მიმართულება მესამე და მეორე პინაკოიდის წიბოსთან კმნის, უდრის ნოლს. ტრიკლინური ალბიტის დაბალი სიმეტრია იმაში მელაენდება, რომ მას, მესამე პინაკოიდზე, ირიბი ჩაქრობის მიმართულება ზემოთ აღნიშნული წიბოს სწვრივი არ ექნება. ამ ორ მიმართულებათა შორის მდებარე კუთხე უდრის 4°30'. გაავალოთ მესამე პინაკოიდზე ხაზი, რომელიც მეორე და მესამე პინაკოიდების მიერ შექმნილი წიბოს სწვრივია. შეუთავსოთ ეს მიმართულება საათის ისარს და როდესაც უკანასკნელი 4°30'-ით გადაინაცვლება, გაავალოთ ხაზი. ამ სწორი ხაზის მიმართულება ჩაქრობის მიმართულებას ემთხვევა. ჩაქრობის ის კუთხეები, რომლებიც საათის ისრის მიმართულებით იზომებიან+ნიშნით აღინიშ-

ნებიან, მათ წინააღმდეგ მიმართულებით კი მინუს (—)ნიშნით. გადავიტანოთ უველაფერი ეს ნახაზზე, რომელიც ალბიტის კრისტალს გამოსახავს. უფრო მოხერხებული იქნება, თუ მესამე პინაკოიდს მოგრძო ფორმას მივცემთ (ნახ. 607).

რაც შეეხება მეორე პინაკოიდს, როგორც ორთოკლაზს, ისე ალბიტსაც, ამ წახნაგზე ირიბი ჩაქრობა აქვს. ორთოკლაზში ჩაქრობის მიმართულება X ლერძთან 5° -იან კუთხეს ქმნის, ხოლო ალბიტში-კი ეს კუთხე მეტია და აღწევს 19° -ს. ორივე კუთხე დადებითად ითვლება, რადგან ისინი საათის ისრის მიმართულებით არიან გადაზომილი (ნახ. 608, 609). რაც შეეხება ანორთიტს. მას



ნახ. 607. (001)-ის წახნაგებზე ალბიტის ჩაქრობის კუთხე



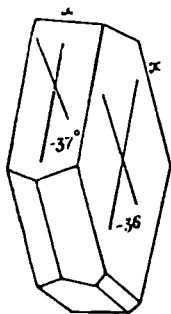
ნახ. 608. (010)-ის წახნაგზე ორთოკლაზის ირიბი ჩაქრობა



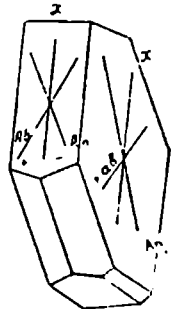
ნახ. 609. ალბიტის ჩაქრობა (010)-ის წახნაგზე.

მეორე და მესამე პინაკოიდზე ჩაქრობის კუთხეები უარყოფითი აქვს, რადგან მათი გადაზომვა ხდება საათის ისრის მოწინააღმდეგე მიმართულებით. მესამე პინაკოიდზე ანორთიტის ჩაქრობის კუთხე 37° უდრის, მეორე პინაკოიდზე კი—

36° (ნახ. 610). ირიბი ჩაქრობა (001) და (010)-ზე თანდათანობით და პროგრესიულად იცვლება პლაგიოკლაზების შედგენილობის შეცვლასთან ერთად (ნახ. 611). აქედან საუცხოო საშუალება პლაგიოკლაზების შემადგენლობის, მათში ალბიტის და ანორთიტის პროპორციის, განსაზღვრისათვის (Schuster-ის მეთოდი). შესწავლილი იქნა მინდვრის შპატების მთელი სერია ალბიტიდან ანორთიტამდე. მათი თვისებების თანდათანობით და



ნახ. 610. (001) და (010)-ის წახნაგებზე ანორთიტის ჩაქრობის უარყოფითი კუთხეები.



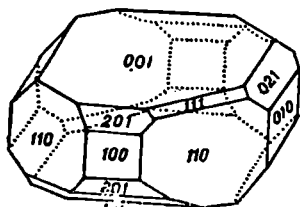
ნახ. 611. (001) და (010)-ის წახნაგებზე პლაგიოკლაზების დადებითი და უარყოფითი ჩაქრობის კუთხეები.

წესიერი შეცვლა ნაჩვენებია ტაბულაზე სადაც ცნობილი ჯგუფის პლაგიოკლაზების შედგენილობა აღნიშნულია, როგორც ალბიტის (Ab) და ანორთიტის (An) ნოლეკულების გარკვეული რიცხვის ნარევი.

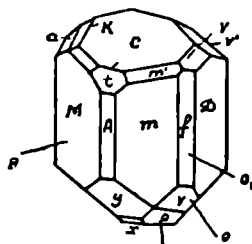
	შედგენილობა	ჩაქრობის კუთხეები		კუთრი წონა	საშუალო გარდატეხის ინდექსი
		(001)-ზე	(010)-ზე		
ალბიტი	Ab	+4°30'	+19°	2,624	1,534
ოლიგოკლაზი № 25	Ab ₃ An ₁	+1°4'	+4°36'	2,659	1,542
ანდეზინა № 50	Ab ₁ An ₃	-5°4'	-16°	2,694	1,558
ლაბადორი № 75	Ab ₁ An ₃	-17°40'	-29°28'	2,728	1,570
ბიტონიტი № 83	Ab ₁ An ₃	-24°56'	-32°38'	2,743	1,578
ანორთიტი	An	-37°	-36°	2,758	1,582

№ 153. ანორთიტი და ანორთიტი $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$; $\text{CaO}=20,12$; $\text{Al}_2\text{O}_3=36,72$; მისი ფიზიკური თვის. $\text{Si}_2\text{O}=43,16$.

სებები წახნაგების აღნიშვნა: B=(010), C=(001), A=(100), m=(110), M=($\bar{1}\bar{1}0$), x=($10\bar{1}$), y=(20 $\bar{1}$), o=(1 $\bar{1}\bar{1}$) v=(241), f=(130), u=(0 $\bar{2}\bar{1}$), e=(0 $\bar{2}\bar{1}$), k=(0 $\bar{2}\bar{3}$), a=($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$), m¹=(111) t=(207)² (ნახ. 612 და 613).



ნახ. 612. ანორთიტის კრისტალი.



ნახ. 613. ოპტიკურ ღერძთა განლაკება ანორთიტში

ტექნეადობა სრული (001) და ნაკლებად სრული (010)-ით. ტექნეადობის ბზარები. ანორთიტის ტრიკლინური აგებულობის გამო, არასოდეს არ იკვეთებიან სწორი კუთხით. სწორი კუთხიდან გადახრა მცირეა. მსხვრევალია. ელვარება მინისა აქვს. გამკვირვალეა. საშუალო გარდატეხის ინდექსი $\mu=1,583$; $\gamma=1,588$. ამიტომ ანორთიტის ზედაპირი ოდნავ ხორკლიანი გვეჩვენება. ორმაგი გარდატეხა მცირეა და უარყოფითი; $\gamma-\alpha=0,013$, რის გამოც; პირველი რიგია ინტერფერენციული ფერები აქვს—თეთრი, ნაცრისფერი, ყვითელი და ნარინჯისფერი.

კრისტალოგრაფიული მოხაზულობის, მრჩობლის ხაზის და ტყეჩადობის ბზარების მიმართ ჩაქრობა ყველა კვეთებში არასიმეტრიულია. ყოველთვის ჩაქრობის ირიბი კუთხეები აქვს. ბლაგვი ბისექტრისა (C211-ის მართობულია.

მახვილი ბისექტრისა (001)-ის მართობთან $53^{\circ} 14'$ კუთხეს ქმნის, (010) მართობთან 58° -ს და O (111)-ის მართობთან $16^{\circ} 5'$ (ნახ. 613 და 614). ლღევა 1550°. ლობადობა=5. მარილის სიმეავეით ადვილად იხსნება და SiO_2 -ის ელეს მაგვარ მასას გამოჰყოფს.

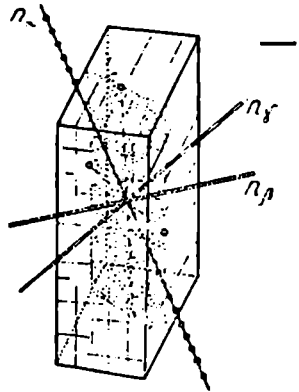
სუფთა ანორთიტი იშვიათი მინერალია. ვეზუვზე გვხვდება ანორთიტის ლამაზი, მიწის მაგვარი კრისტალები, რომლებიც ნატრიუმის და კალიუმის უმნიშვნელო პროცენტს შეიცავენ. ნახ. 613 გვიჩვენებს, თუ ფორმათა რამდენად მდიდარი კომბინაცია გვხვდება ვეზუვის ანორთიტებზე. ანორთიტის კრისტალებზე გვხვდება მრჩობლები: ალბიტური კანონით—(010)-ის წახნავით, პერიკლინური კანონით—[010] წიბოთი, კარლსბადური კანონით [001] წიბოთი, ბაენური—(021)-ით და მანებახური კანონი (001) წახნავით.

ჩაქრობის კუთხე მეორე და მესამე პინაკოიდზე უარყოფითი და დიდია— 37° და— 36° (იხ. ნახ. 610).

ანორთიტის პერიკლინური მრჩობლები ალბიტის ანალოგიური მრჩობლებისაგან განირჩევიან ორი ინდივიდის შეხების ხაზის სხვა მიმართულებით. ეს შეხების ხაზი მეორე პინაკოიდის (010) წახნავზე ჩანს.

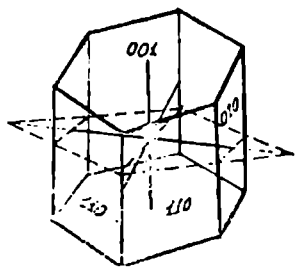
ანორთიტის პერიკლინურ მრჩობლებში ორი ინდივიდის კონტაქტის სიბრტყის მესამე გვარის პინაკოიდების წახნაგებთან m (110) და M ($\bar{1}\bar{1}0$) გადაკვეთა რომბს წარმოადგენს. ამიტომ ამ სიბრტყეს რომბული კვეთი ეწოდება. რომბული კვეთის დახრა ბაზალურ სიბრტყესთან (001) სხვადასხვა პლაგიოკლაზებში სხვადასხვა არის. ნახ. 615 გვიჩვენებს რომბული კვეთის მდებარეობას ალბიტში და ნახ. 616-კი ანორთიტში.

ამ სიბრტყის კვალი მეორე პინაკოიდის (010) წახნავზე ადგენს X ლერძთან $+ 21^{\circ}$ -ს ალბიტში, და— 18° ანორთიტში. ნიშნები+და — იმავე მნიშვნელობითაა ნახმარი, როგორც მეორე პინაკოიდზე ჩაქრობის კუთხეების შემთხვევაში, ე. ი. საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით + და — საწინააღმდეგო მიმართულებით. შუალედი პლაგიოკლაზებისათვის ეს კუთხე შუალედ მნიშვნელობებს ღებულობს. ნახ. 617, 618 და 619-ზე ნაჩვენებია ალბიტური და პერიკლინური მრჩობლები ალბიტის (617), ანდესინის (618) და ანორთიტის (619) პინაკოიდალურ წახნაგებზე.

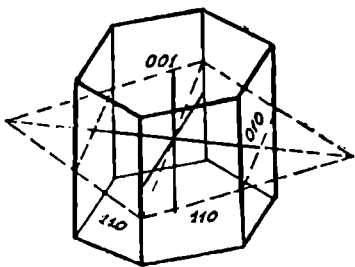


ნახ. 614. ანორთიტის ოპტიკური ორიენტირება

ნახაზებიდან ჩანს, რომ რომბული კვეთის კვალი მეორე პინაკოიდზე, ალბიტისა და ანორთიტისთვის X ლერძის მიმართ სხვადასხვა მხრითაა ორიენ-

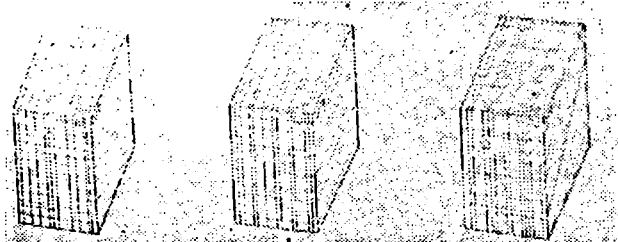


ნახ. 615. ალბიტის რომბული კვეთის მდებარეობა.



ნახ. 616. ანორთიტის რომბული კვეთის მდებარეობა.

ტირებული - საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით და საწინააღმდეგო მიმართულებით. რაც შეეხება ანდვზინს, მასში რომბული კვეთი მესამე პინაკოიდის სწვრივია. პერიკლინური მრჩობლების ეს თვისება დამახასიათებელია



ნახ. 617.

ნახ. 618.

ნახ. 619.

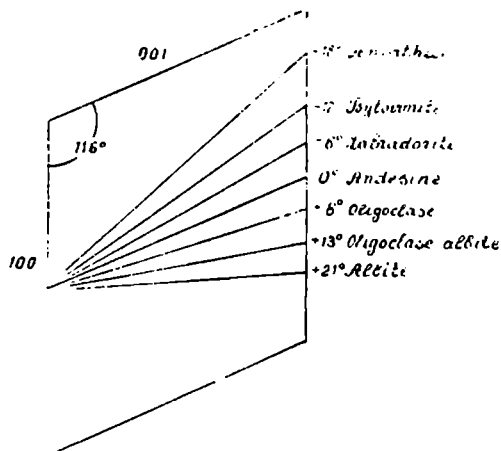
ალბიტის (617), ანდვზინის (618) და ანორთიტის (619) ალბიტური და პერიკლინური მორჩობლები.

პლაგიოკლაზებისათვის და ლიავნოსტური ნიზნებისთვის გამოიყენება. ნახ. 620-ზე ნაჩვენებია სხვადასხვა პლაგიოკლაზებისათვის რომბული კვეთის კუთხეები მეორე პინაკოიდის წახნაგზე. ნახ. 425-დან ჩანს, რომ ანდვზინში ორი ინდივიდის შეზრდის სიბრტყის კვალი მესამე პინაკოიდის (001) სწვრივია და ამიტომ კუთხე ნელს უდრის. უნდა აღინიშნოს, რომ პერიკლინურ მრჩობლებში კუთხეები ჩამოდენივით ცვალებადი არიან. პერიკლინური მრჩობლები მეორე პინაკოიდის წახნაგებზე (010) სწვრივ შტრიხებს იძლევიან ისევე, როგორც ალბიტური მრჩობლები იძლევიან მესამე პინაკოიდის (001) წახნაგზე.

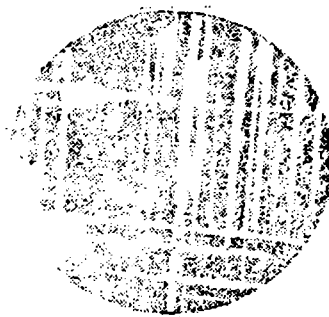
როგორც უკვე აღნიშნული იყო, დამრჩობლის ეს ორი ტიპი ხშირად ერთ კრისტალშია შეერთებული. შედეგად, პირველი პინაკოიდის (001) სწვრივ

კვებებზე, დამახასიათებელ, დაახლოვებით სწორკუთხიან ბადეს ვლებულობთ (ნახ. 621).

ანორთიტში და სხვა პლაგიოკლაზებში გვხვდება მრჩობლური შენახარდები ალბიტური და კარლსბადური კანონებით. კარლსბადური კანონით დამრჩობლილი ორი ინდივიდი იმავე დროს ალბიტური კანონით შეზრდილი ფიტებისაგან არის აგებული. კარლსბადური და ალბიტური კანონებისათვის შეზრდის სიბრტყე (001) ერთი და იგივე არის. თუ ალბიტუ კანონთან ერთად



ნახ 620. სხვადასხვა პლაგიოკლაზებში, (001)-ის წახნაგებთან პერიკლინური მრჩობლებით შექმნილი კუთხეები.



ნახ. 621. ალბიტური და პერიკლინური მრჩობლებით გვარჯილი ნიკოლებში.

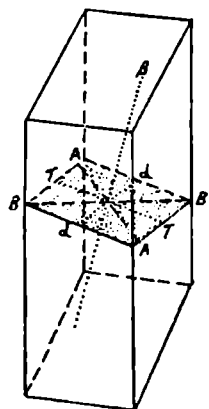
არსებობს შეზრდა კარლსბადური კანონითაც, უკანასკნელი შემდგენიარად შეიძლება გამოვიცნოთ: შლიფს აბრუნებენ, სანამ არ გაქრება მრჩობლური სტრუქტურა ალბიტური კანონით. ასეთ შემთხვევაში, კარლსბადური მრჩობლის ერთი ნახევარი უფრო განათებული იქნება, ვიდრე მეორე.

რაც შეეხება მრჩობლებს ალბიტური კანონით, შემჩნეულია, რომ ალბიტსა და სხვა მყავე პლაგიოკლაზებში მრჩობლები ხშირად ვიწრო და წერილია, ფუძე პლაგიოკლაზებში კი მრჩობლის ზოლები უფრო თართე არიან.

ქვემომოყვანილ ტაბულაზე მოცემულია ორთოკლაზის, ალბიტის, ლაბრადორის და ანორთიტის ზოგიერთი ფიზიკური კონსტანტები და ქიმიური შედგენილობა.

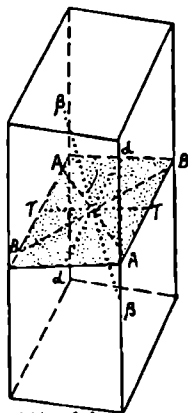
მინერალის დასახელება	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	ρ	კუთრი წონა
ორთოკლაზი	64,7	18,4%	—	—	16,90	1,524	2,56
ალბიტი	68,7	19,5	—	11,8	—	1,534	2,62
ლაბრადორი	55,6	28,3	10,4	5,7	—	1,555	2,69
ანორთიტი	43,2	36,7	20,1	—	—	1,584	2,74

§ 154. საშუალო უფრო ნათელი რომ იყოს ოპტიკურ თვისებათა პლაგოიოკლასები ის ინდივიდუალიზმი, რომლითაც ტრიკლინური კრისტალები ხასიათდებიან, ნახ. 622—627-ზე ნაჩვენებია ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყის და სამი მთავარი გარდატეხის ინდექსის მდებარეობა ალბიტში, ოლიგოკლასში, ანდეზინში, ლაბრადორში, ბიტონეიტში და ანორთიტში.



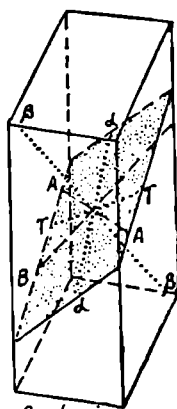
Albit

ნახ. 622.



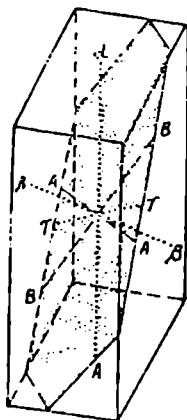
Oligoklas

ნახ. 623.



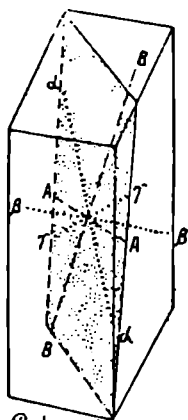
Andesin

ნახ. 624.



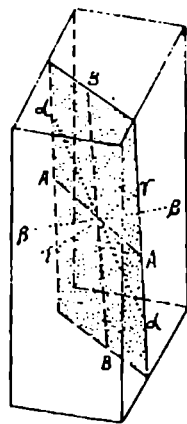
Labrador

ნახ. 625.



Bytownit

ნახ. 626.



Anorthit

ნახ. 627.

ალბიტის, ოლიგოკლასის, ანდეზინის, ლაბრადორის, ბიტონეიტის, და ანორთიტის ოპტიკური ორიენტაცია.

ნათლად ჩანს, რომ ოპტიკურ ლერძთა სიბრტყის მდებარეობასა და პლაგოკლაზის კრისტალოგრაფიულ მოხაზულობას შორის არავითარი დანოკიდებულება არ არსებობს. მათი ოპტიკური ხასიათი აგრეთვე სხვადასხვა პრის ალბიტის და ლაბრადორი ოპტიკურად დადებითი არიან. მათში მახვილი ბისექტრისა γ , ანუ სხვანაირად N_g არის, ე. ი. უდიდესი გარდატეხის ინდექსი. დანარჩენი პლაგოკლაზები ოპტიკურად უარყოფითი არიან. მათში ოპტიკურ ლერძთა კუთხის მახვილი ბისექტრისა უმცირესი გარდატეხის ინდექსი ანუ α (N_p) არის. პლაგოკლაზების, როგორც ალბიტის და ანორთიტის იზომორფული ნარევების, ცვალებადი ქიმიური შედგენილობა და ამ ორი კომპონენტის სხვადასხვა ოპტიკური ხასიათი (როგორც ვიციტ ერთი ოპტიკურად დადებითია და მეორე კი უარყოფითი) შემდეგ თავისებურ მოვლენას განსაზღვრავს: Ab_1An_3 პლაგოკლაზში ოპტიკურ ლერძთა კუთხე 90° უტოლდება, რის გამოც ისპობა წარმოდგენა მახვილი და ბლაგვი ბისექტრისების შესახებ. ასეთ პლაგოკლაზს სრული უფლებით დადებითი შეიძლება უწოდოთ და უარყოფითიც.

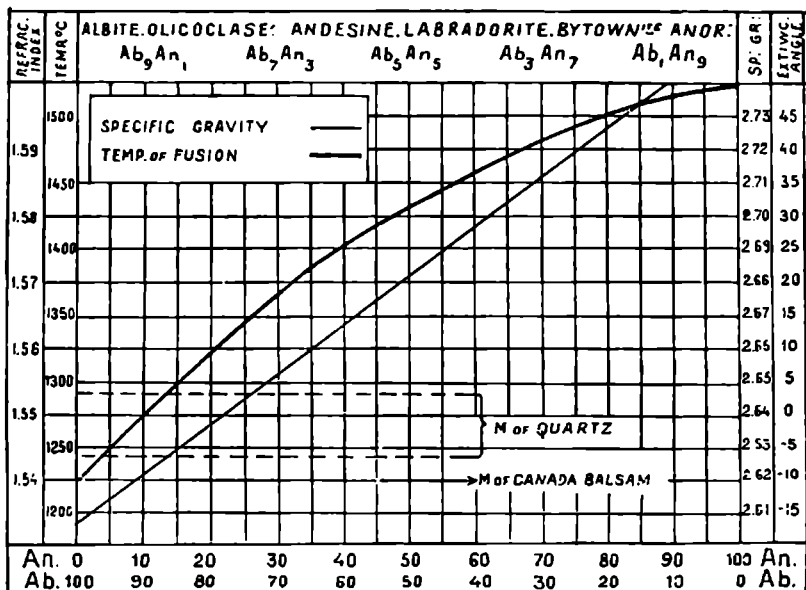
მეორე მხრივ, ჩაქრობის სხვადასხვა ხასიათი მესამე და მეორე პინაკოიდების წახნაგებზე, სადაც ზოგიერთ პლაგოკლაზს დადებითი ჩაქრობის კუთხე აქვს და ზოგს უარყოფითი, განსაზღვრავს ისეთი პლაგოკლაზის არსებობას, სადაც ეს ჩაქრობის კუთხე სწორია. კუთხე, რომელსაც ჩაქრობის მიმართულება X ლერძთან (ანუ სხვანაირად (001) და (010) შორის მდებარე წიბოსთან) კმნის, ნულს უდრის. ამას ადგილი აქვს ოლიგოკლაზში. უკანასკნელი, შედგენილობით Ab_2An_1 ს უახლოვდება (იხ. ტაბულა § 107-ის ბოლოში).

პლაგოკლაზების ქიმიური შედგენილობის თანდათანობითი შეცვლა მათი ფიზიკური თვისებების შესაბამისი შეცვლას იწვევს. უკვე ცნობილი ხერხით გადაეზომოთ აბსცისათა ლერძზე ანორთიტის მოლექულის პროცენტული შედგენილობა, საწინააღმდეგო მიმართულებით კი ალბიტი. ორდინატთა ლერძზე აღვნიშნოთ წერტილები, რომლებიც შესაბამისი პლაგოკლაზების ხვედრით წონას და ლლობის ტემპერატურას გამოსახავენ. მივიღებთ უწყვეტ მრუდებს, რომლითაც ნებისმიერი ნარევის აღნიშნული ფიზიკური თვისებები შეიძლება განესაზღვროთ (ნახ. 628).

გარდატეხის ინდექსთა უწყვეტი მრუდები, რომლებიც ალბიტიდან ანორთიტის მიმართულებით ზევით იწევენ, იდინგისის დიაგრამაზე იყო ნაჩვენები (ნახ. 578). დიაგრამა (ნახ. 628) გვიჩვენებს, რომ C_2 -ის რაოდენობის ზრდასთან ერთად მატულობს პლაგოკლაზის ხვედრითი წონა და ლლობის ტემპერატურა.

§ 155. ჩაქრობის კუთხე ეხლა ვეცადოთ გრაფიკულად თვალსაჩინო გავხადოთ ხეთა მრუდები და საზი გაუხვათ პლაგოკლაზების თვისებების თანდათანობით და თანმიმდევრო შეცვლას, რომლებიც მეორე პინაკოიდზე მათი ჩაქრობის კუთხით გამოიხატებიან. დასაყრდენად ქვემოთ მოყვანილი ტაბულის სიდიდეები მივიღოთ:

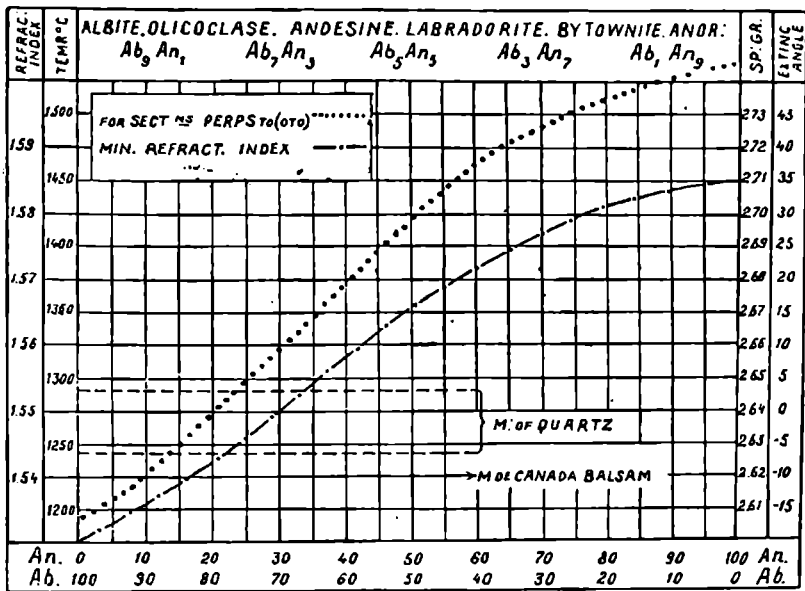
	შედგენილობა	ჩაქრობის კუთხეები (010)-ზე
ალბიტი	Al	+19°
ოლიგოკლაზი	Ab ₃ An ₁	+4°36'
ანდესინი	Ab ₁ An ₁	-16°
ლაბრადორი	Ab ₁ An ₃	-22°28'
ბიტონიტი	Ab ₁ An ₅	-32°38'
ანორთიტი	An	-36°



ნახ. 628. პლაგიოკლაზების კუთრი წონების და ლლობის ტემპერატურების მრუდები.

დავემართო ამ სიდიდეებს (010)-ზე ჩაქრობის კუთხეები ალბიტის და ანორთიტის საშუალო ნარევებისთვის და ავაგოთ შესაბამისი მრუდები. მივიღებთ უწყვეტ მრუდს (ნახ. 629), რომელიც იწყება ალბიტის ჩაქრობის კუთხის, 19°-ის გამომსახველ წერტილში, გადის 0°-ზე ერთ-ერთი ოლიგოკლაზისთვის და თანდათანობით აღის 36°-დე ანორთიტისთვის. ამავე დიაგრამაზე პუნქტირით ნაჩვენებია მრუდი სხვადასხვა პლაგიოკლაზების ჩაქრობის კუთხეებისათვის, მეორე პინაკოიდის მართობულ კვეთებზე. ეს მრუდიც უწყვეტია

და თანაბრად აღმავალი, როგორც ყველა ზემოთ მოყვანილი მრუდები. ეს კი კიდევ ერთხელ ამტკიცებს იმას, რომ პლაგიოკლაზების თიზიკური თვისებები მათი შედგენილობის უწყვეტი ფუნქცია არის.

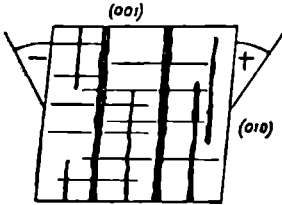


ნახ. 629. ჩაქრობის კუთხეების მრუდები (010)-ის წახნაზე და მეორე პინაკოიდის მართობულ კვეთებზე.

მეორე პინაკოიდის მართობულ კვეთებზე ჩაქრობის კუთხის განსაზღვრას, სხეულისადაც, სიმეტრიული ჩაქრობის განსაზღვრა ეწოდება. განსაზღვრის მე-
 თოდი შემდეგია: შლიფში ეძებენ ისეთ კვეთს, რომელზედაც ნათლად არის
 გამოსახული მრჩობლური აგებულება ალბიტური კანონით (010). ამასთან
 კვეთი ისეთი უნდა იყოს, რომ ჯვარედინ ნიკოლებში მრჩობლური სტრუქტურა
 ქრებოდეს მაშინ, როდესაც საზღვარი მრჩობლის ინდივიდებს შორის ოკუ-
 ლარის ძაფის სწერივია. მრჩობლურ სტრუქტურა ჰქრება აგრეთვე 45°-ზე
 მობრუნებისას. მიკროსკოპის ტუბუსის აწევის ან დაწევის დროს საზღვარი
 ორ, მოსაზღვრე ინდივიდს შორის განზე არ უნდა ინაკლებდეს. მიკროსკო-
 პის მაგიდაზე ანათელის ალების შემდეგ აბრუნებენ მაგიდას სანამ არ ჩაქ-
 რება ზოლების ერთი სისტემა და აღნიშნავენ მობრუნების კუთხის სიდიდეს.
 შემდეგ აბრუნებენ მაგიდას მეორე მხრით, მრჩობლური ზოლების მეორე სის-
 ტემის ჩაქრობამდე. ორივე ანათელისას მიღებული ჩაქრობის კუთხე ერთიმეო-
 რის ტოლი უნდა იყოს. ასეთივე ხერხით ეძებენ სხვა კვეთებსაც და ცდილო-
 ბენ პლაგიოკლაზის ისეთი კვეთი იპოვონ, რომელსაც სიმეტრიული ჩაქრობის

მაქსიმალური კუთხე აქვს. ბოლოს, განსაზღვრული კუთხეებიდან მაქსიმალურზე შეჩერდებიან და მრუდის საშუალებით განსაზღვრავენ პლაგიოკლასის შედგენილობას. კარგია, რომ განსაზღვრა შემოწმებული იყოს პლაგიოკლასის გარდატეხის ინდექსის განსაზღვრით.

ამ მეთოდის ერთ-ერთი უპირატესობა იმაში მდგომარეობს, რომ პლაგიოკლასის კვეთის მეორე პიხაკიდიის მართობულ მდგომარეობისაგან მცირედენი გადახრა, სუსტად მოქმედობს ჩაქრობის კუთხის მნიშვნელობაზე. ცდომილება 2—3°-ს არ აღემატება.



თუ კვეთზე ჩანს (001) და (010) სწვრივი ტექჩვადობის ბზარები, ჩაქრობას დადებითად სთვლიან მაშინ, როდესაც α მახვილ კუთხეში არის მოქცეული და უარყოფითად თუ α ბლაგვ კუთხეშია (ნახ. 630).

რათა კიდევ ერთხელ ხაზი გავუსვათ პლაგიოკლასის ფიზიკურ თვისებებსა და შედგენილობას შორის ფუნქციონალური დამოკიდებულების არსებობას, ქვემოთ მოყვანილ დიაგრამაზე (ნახ. 631) გველებულია ყველა შემთხვევაში განხილული მრუდეები: ხვედრითი წონის, ჩაქრობის კუთხეების (010)-ზე

ნახ. 630. პლაგიოკლასის (010)-ის მართობული კვეთი, რომელიც სიმეტრიული ჩაქრობით ხასიათდება.

და სიმეტრიული ჩაქრობის, გარდატეხის ინდექსების და ღლიობის ტემპერატურის მრუდეები.

როგორც ჩანს, პლაგიოკლასის შედგენილობაში ანორთიტის პროცენტის ზრდასთან ერთად, ყველა მრუდეები უწყვეტლევ აღმავალი არიან.

ქანების შემადგენელ ნაწილებს შორის მინდვრის შპატების მნიშვნელობა ტების ჯგუფის მინერალები ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანი არიან. ქანების უდიდესი ნაწილის კლასიფიკაცია იმაზეა დამოკიდებული, თუ რომელ მინდვრის შპატს შეიცავენ ისინი. მინდვრის შპატების ზუსტ განსაზღვრას

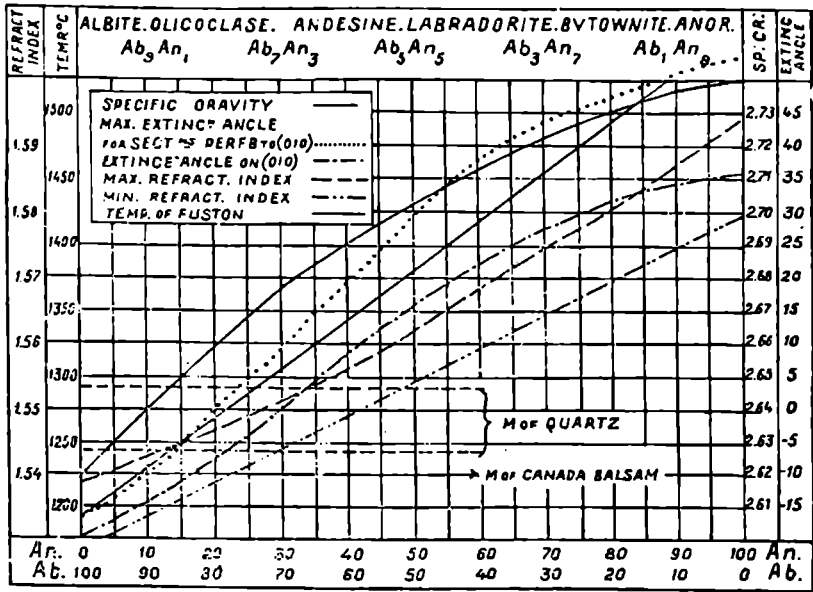
მიკროსკოპის საშუალებით ფრიად დიდი მნიშვნელობა აქვს პეტროგრაფიისათვის, რის გამოც მათი ოპტიკური თვისებები ესოდენ გულდასმით არიან შესწავლილნი.

Feldspatli ძველი გერმანული ან შვედური სახელია; რომელიც 1750 წლიდანაა ხმარებაში. სპატე—ბერძნულად ნიშნავს საგანს, რომელსაც ფირფიტისებრი ფორმა აქვს. Feld მინდორია რადგან ამ მინერალებს ხშირად პოულობდნენ სავლელ გეოლოგიური მუშაობის დროს, მათ Feldspat-ები უწოდეს.

მინდვრის შპატების ზოგიერთ სახესხვაობათა დასახელება ბერძნული ენიდანაა აღებული. მაგალითად პლაგიოკლასი, ოლიგოკლასი, ანორთიტი. სხვა სახელები კი გეოგრაფიული წარმოშობისა არიან.

ანდზინი—ანდებისაგან წარმოდგება (ანდები სამხ. ამერიკის მთებია.); ლაბრადორმა და ბიტონიტმა თავისი სახელები მიიღეს ნახევარკუნძულ ლაბრადორისაგან და კანადის ქალაქ Bytown-ისაგან (ახლა ამ ქალაქს ოტავა ჰქვია), სადაც ეს მინდვრის შპატები პირველად იქნენ ნაპოვნი.

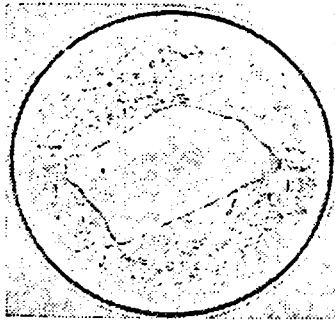
პლაგიოკლაზი, ბერძნულად, ნიშნავს ირიბად ჰობის უნარის მქონეს. ოლიგოკლაზი კი ჰობის ნაკლები უნარის მქონეს. ოლიგოკლაზს სხვა პლაგიოკლაზებზე ნაკლებად გამოსახული ტყეწვადობა აქვს. ანორთიტი ნიშნავს არა სწორს.



ნახ. 631. პლაგიოკლაზების კუთრი წონების, სიმეტრიული ჩაქრობის კუთხეების, (010)-ის წახნაგებზე ჩაქრობის, გარდატეხის ინდექსების და ლლობის ტემპერატურების მრუდები.

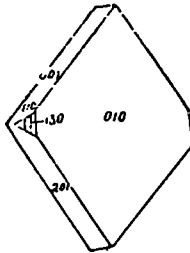
ეს დასახელებანი მეცნიერებაში შემოღებული იქნენ მე-19 საუკუნის პირველ მეოთხედში ბერცელიუსის, ჰუსტავ როზეს და ბრეიტჰაუპტის მიერ. უნდა აღინიშნოს, რომ პლაგიოკლაზის შედგენილობაში, მართალია მცირე რაოდენობით, მაგრამ მაინც, შედის კიდევ ერთი კომპონენტი— $K_2Al_2Si_6O_{16}$. ამის გამო შესაძლებელი გახდა დაგვეშვა, რომ ან მონოკლინურ ორთოკლაზს შეუძლია მოგვეცეს იზომორფული ნარევი ტრიკლინურ პლაგიოკლაზთან, ან კალიუმის ფელდშპატი დიმორფულია და არსებობენ ტრიკლინური პოლიმორფები, რომელთაც შეუძლიათ ასეთი ნარევიების მოცემა. უკანასკნელი შეხედულება დასაბუთებული იქნა დეკლუაზოს აღმოჩენით, რომელმაც 1876 წელს გეიჩენა, რომ მრავალი კალიუმის მინდვრის შპატი ოპტიკურად ტრიკლინურია; ამ მინდვრის შპატებს იგი მიკროკლინების სახელით აერთიანებს.

შეიძლება შეენიშნოს, რომ მარცვლის ცენტრული ნაწილი, რომელიც უფრო ფუძე შედგენილობისაა, მეტად არის შეცვლილი. ასეთ შემთხვევაში მიკროსკოპში ჩანს, რომ მრჩობლური სტრუქტურა და გამჟვრვალობა პლაგოკლას შენარჩუნებული აქვს მხოლოდ კიდეებზე, ცენტრულ, შეცვლილი ნაწილი კი მეორადი მინერალების, კალციტის, კაოლინის, სერიციტის და სხვათა წარმოშობის გამო, მღვრია.

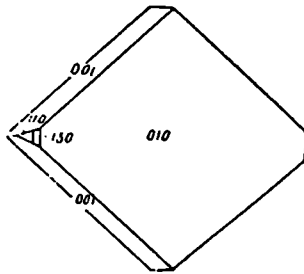


ნახ. 632. ზონალური პლაგოკლახი.

პლაგოკლასი ქანებში გვხვდება სხვადასხვა სიდიდის კრისტალური მარცვლების სახით. დიდი ზომის მარცვლები, რომლებიც თავისი სუდილით სხვა მარცვლებისაგან განირჩევიან, „პორფირულ“ კრისტალებად იწოდებიან. მცირე ზომის მარცვლებს, რომელთა გარჩევა მხოლოდ მიკროსკოპის საშუალებით შეიძლება, „მიკროლითები“ ეწოდება. მიკროლითებს ხშირად დას-



ნახ. 633.



ნახ. 634.

პლაგოკლასების მიკროლითების კრისტალური ფორმები.

რულებული კრისტალური ფორმები აქვთ და რამდენიმე წახნაგის კომბინაციას წარმოადგენენ, რომელთა შორის მეტად განვითარებულია მეორე პინაკოიდი (010) (ნახ. 633 და 634).

ს ა კ ი ე ბ ე ლ ი

ა

აბსორბცია 141—144
 ავგიტი 190
 ავგიტის გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკი 188—
 185, 199
 ალბიტი 277. 294
 ალმანდინი 117
 ალმასი 103
 ალფა (α) 9, 153, 157, 176
 ალ-ჰაისამი 7
 ამპონის ქვა 260
 ამეზიტი 248
 ანალიზატორი 57, 59, 66, 99
 ანალციმი 114, 115, 177
 ანდალუზიტი 170
 ანდალუზიტის გარდატეხის ინდექსთა გრაფიკი
 173
 ანდუზინი 292
 ანდრადიტი 116
 ანომალური ინტერფერენციული ფერები 181
 ანორთიტი 234, 292—293
 ანორთოკლაზი 258, 265
 ანტიგორიტი 241
 ანტიპერტიტი 258
 აპატიტი 130, 133, 136, 138, 141
 არაგო 56, 53, 64
 არაჩვეულებრივი სხივი 13, 67, 142, 155, 183
 არჯვლილი სხივი 6
 არეკვლის კუთხე 5
 აქტინოლითი 180, 190, 213—215
 აქტინოლითის გარდატეხის ინდექსთა გრაფი-
 კი 216
 აქცესორული მინერალები 133

ბ

ბაზალტური რქატყუარა 217—220
 ბაზალტური კვითი 96, 97, 120

ბაზალტური რქატყუარისა და ბარკევიკიტის
 ოპტიკური ორიენტირება 220—221
 ბარკევიკიტი 220
 ბართოლინუსი 11
 ბასტიტი 242
 ბეკეს მეთოდი 105
 ბეკეს ხაზი 105—107
 ბერტრანის ლინზა 101
 ბეტა (β) 9, 153, 157, 176
 ბიოტიტი 223
 ბიოტიტის ოპტიკური ორიენტირება 226
 ბისექტრისა 153
 ბისექტრისა ბლავეი 158
 ბიტონეტი 242
 ბრიუსტერის კანონი 33
 ბრონხიტი 164
 ბრუნვის ელიფსოიდი 142
 ბუნებრივი სინათლე 39

გ

გაზა (γ) 153, 176
 განსხვავება ბუნებრივისა და დაპოლარებულ სი-
 ნათლეს შორის 41
 გარდატეხილი სხივი 6, 7, 9, 10
 გარდატეხის ინდექსი 10, 50, 51, 151—155
 გარდატეხის ინდექსთა ელიფსოიდი ავგიტში
 183—185
 გარდატეხის ინდექსთა ელიფსოიდი რქატყუა-
 რაში 213
 გარდატეხის კუთხე 9, 10
 გრანატები 115—118
 გრეიზენიზაცია 265
 გროსულარი 118

დ

დადებითი ერთფერძიანი კრისტალები 27,
 28, 29
 დაპოლარებული სინათლე 32, 33, 41

დაპოლარებული სინათლის ინტერფერენციის მოვლენა 68
დაცემის კუთხე 5, 9, 10, 12
დაცეპული სხივი 6, 7, 8, 9, 12
დაფენიტი 249
დეკარტე 9, 10
დელუსიტი 249, 250
დიოპსიდი 174, 192, 199
დიოპსიდის ოპტიკური ორიენტირება 201—202
დიქროიტი 142
დიქროსკოპი 146

0

ეგვირინი 191
ეთერი 33—40
ეთერის რხევა 33—39
ელიფსოიდი 1—15
ელიფსოიდი ბრუნვის 142
ელიფსოიდი ჭიუგენსის 14
ელიფსოიდი სამღერძიანი 152, 154, 155, 154
ენსტატიტი 151, 161
ეპიგენეტური 260
ეპიდოტი 179, 182, 234, 237, 244
ერთღერძიანი დადებითი და უარყოფითი მი-
ნერალები 25, 141
ერთღერძიანი მინერალები 27, 28, 130, 132,
139, 155
E—სხივი 13
ესსილონი—ε 13, 15
Extraordinaire სხივი 13

3

გეზუვიანი 136

ზ

ზონალური სტრუქტურა 193, 212, 294, 295
ზღვრული კუთხე 70

თ

თაბაშირის ფირფიტა 273
თეთრი სინათლე 42, 43, 81
თეთრი სინათლის ინტერფერენცია 41, 81
თეთრი სინათლის ტალღები 39, 81
თეთრი და მონოქრომატული სინათლე 42, 43

ი

იდიომორფული 200
იზოტროპული კვთი 97
ილმენიტი 165
ინტერფერენცია სწვრივ ნიკოლებში 85
ინტერფერენციული ფერები 93
ინტერფერენციული ფერები პირველი, მეორე
და მესამე რიგის 84—85

ინტერფერენციული ფერების დამოკიდებულება
შლიფის სისქეზე 93, 97
ინტერფერენციის შედარება ჯვარედინ და
სწვრივ ნიკოლებში 87
ინტრატელურული მინერალები 113, 217
ირიბი ჩაქრობა 185, 188, 189, 193, 198, 201,
211
ირიბი ჩაქრობის კუთხის განსაზღვრა 189
ისლანდური შპატი 11, 16

კ

კალიუმის მინდვრის შპატი 257
კალიუმ-ნატრიუმის მინდვრის შპატები 259,
266
კალიუმისანი ალბიტი 258
კალიუმისანი ანორთოკლაზი 269
კალიუმის ქლოროალატინატი 113
კალიუმის მინდვრის შპატი 269, 284, 292, 293
კალიუმ-ნატრიუმის მინდვრის შპატები 259,
266
კალციტი 12
კანადის ბალზამი 51
კანადის ბალზამის გარდატეხის მაჩვენებელი 51
კანკინიტი 130
კაოლინი 207, 294, 295
კაოლინიზაცია 294
კასიტერიტი 138
კემბრიერიტი 250
კვარცი 17, 28, 29, 121, 130, 141, 294
კვარცის სოლი 80
კლინოპიროქსენები 217
კლინო-ოიზიტი 179, 182, 234
კლინოქლორი 251
კოლადიტი 273
კონოსკოპი 100
კორდიე 142
კორდიერიტი 142
კორუნდი 136
კორუნდოფილიტი 245
კონუბიტი 251
კრისტალური მესერი 40
კრისტალში ორმაგი გარდატეხის ძალის დამო-
კიდებულება მიმართულებისაგან 95

ლ

ლაბრადორი 292
ლაზოს ლინზა 100
ლეიკოქსენი 256
ლეიციტი 111—113
ლუხეტენბერგიტი 251

მაგნეტიტი 169
 მანგანოქლორიტი 251
 მახვილი ბისტურისა 158
 მეორადი მინერალები 241, 247
 მთავარი კვთი 52, 67, 68, 70
 მთავარი გარდატეხის ინდექსი 153
 მთავარი ოპტიკური კვთი 16, 18, 66
 მთავარი ოპტიკური ღერძი 16, 18, 25, 26
 მძიაროლითური სიყარეღეღები 229
 მიკროლითი 113, 295
 მიკროკლინი 259
 მიკროკლინის მესერი 260, 267
 მიკროკლინის ოპტიკური ორიენტირება 262,
 მიკროპერტიტი 251
 მიკროსკოპი 58, 99
 მიკროსკოპის ტუბუსი 59
 მინდერის შპატები 292
 მინერაღეღის ზედამირის ნასიათი შლიღეღში
 102—103
 მინერაღეღის პლეოქროიზში შლიღეღში 142—
 145
 მიმელ-ღეღის ტაბულა 107
 მუაღე პლაღიოკლაზღები 270
 მონოკლინური კრისტაღეღები 183
 მონოქრომატული სინათღე 42, 43, 69
 სინათლის ტაღღეღები (8)
 ფერენცია 69, 73, 74, 75, 81
 მროზღეღები აღიღის კანონის მიხეღღეთ 196
 „ აღბიტის 278
 ბაღენოს 204, 206
 კარლსბადის „ 203,
 204, 206, 287
 მანღაბახის კანონის მიხეღღეთ 204,
 206
 პერიკლინური კანონის მიხეღღეთ 278
 რთული 259
 რკატუღარის 211, 212, 218
 ქარსის კანონის მიხეღღეთ 229
 „ ქლორიტის კანონის მიხეღღეთ 250
 მუსკოვიტი 223
 მუსკოვიტის ოპტიკური ორიენტირება 230

6

ნატრიუმინი ანორთოკლაზი 269
 „ მიკროკლინი 258
 ნატროლითი 174, 179
 ნახუღარი ფახით განსხუღაღებულ ტაღღათა ინ-
 ტერფერენცია 68, 75
 ნეფელინი 129—131, 135, 141

ნიკოლი 49

ნიკოლის პრიზმა 51, 53
 პრიზმას მოწყუბიღობა 51, 53
 „ „ ანაღღოღია ტურმაღლინთან 53
 Ng, Nm, Np 171

ო

ობიექტიღვი 100
 ოღულარი 99
 ოღულარის ჯღარი 99
 ოღიღოკლაზი 263, 292, 293
 ოღიღინი 118, 152, 158, 163—170
 ომღეღა—(ა) 15
 O—სბიღი 13—15
 O და E სბიღების ინღღეტეღბის გრაფიღი 15
 O და E სბიღების სღლათა სხუღობა 69
 ოპტიკური ნიშანი 28, 29
 „ ნორმაღლი 57
 ოპტიკურად იზოტროპული კრისტაღეღები 109
 დაღღებითი კრისტაღეღები 28, 29, 30
 „ ზუარყოფითი 28—30,
 128, 132
 ოპტიკური ღერძღები 16, 154
 ოპტიკურ ღერძთა კუთხე 54, 157
 „ ნამღღელი კუთხე 158, 159
 „ წარმოსახუთი კუთხე 158
 „ სიპარტუღე 157, 163
 ოპტიკურად ერთღღერძინი კრისტაღეღები 27, 28
 „ ორღღერძინი 151, 156
 ოპტიკური კონსტანტები 189
 Ordinaire სბიღი 13
 ორთოკლაზი 130, 203—207
 ორთოკლაზის გარდატეხის ინღღესთა გრაფიღი
 206
 ორმაღი გარდატეღა 11
 „ გარდატეხის ძაღღა 95, 106
 ორთიტი 179
 ორთოსკოპი 56, 57
 ორთოკლორიტები 247
 ორღღერძინი კრისტაღეღები 157

3

პეღმატიტი 126
 პელიტიზაღია 264
 პენინი 250
 პერიკლინი 278
 პერტიტი 258, 230
 პერთიტული სტრუქტურა 258
 პიემონტიტი 179
 პიროღენული მინერაღეღები 219
 პიროპი 117

პლაგიატები 258, 265, 298
 პლაგიატების უკუფი 269
 " გარდატეხის ინდექსები 272
 " კუთრი წონა 272, 289, 293
 " ოპტიკური ორიენტაცია 289
 " კიმიური შედგენილობა 271
 " შევლის პროცესები 294
 " ჩაქრობის კუთხეთა მრუდი
 269, 290, 293

პლუტონოზები 142—145
 პლუტონოზების განსაზღვრა 143, 292
 პლუტონოზში ანდალუზიტის 172
 " ბიოტიტის 223, 224, 225
 " კორდიერიტის 142
 " რქატყუარის 209—210
 " ტიტანაფიტის 197
 პლუტონოზული ვიხები (ზვალეები) 125, 136,
 226, 226
 პოლარიზატორი 57, 58, 99
 პოლარიზაციული მიკროსკოპი 58, 99
 " მიკროსკოპის მოწყობილობა
 59, 99
 პოლარიზაციის სიბრტყე 41
 პორფირული კრისტალები 295
 პოსტერიორული მინერალები 241, 247
 პროპილიტი 253
 პროქლორიტი 248
 პტოლომეუსი 6, 7

ა

„რელიეფი“ მინერალების 102
 რქატყუარა ბაზალტური 217—220
 " ბარკევიკიტური 220
 " ჩვეულებრივი 133, 208
 რქატყუარის გარდატეხის ინდექსა გრაფიკი
 212
 რომბენ შპატი 267
 რომბული კვთი 208
 რუტილი 138
 რხევა 37
 რხევის ამპლიტუდი 36
 " პერიოდი 38
 " მიმართულება და ჩაქრობის ხასიათი
 რომბულ კრისტალებში 159
 რხევის მიმართულება და ჩაქრობის ხასიათი
 მონოკლინურ კრისტალებში 183
 რხევის სიბრტყე 99
 რხევათა ფაზა 36

ბ

საგნიტი 251
 სალიტი 200

სამყაროს ცენტრი 39, 39
 სანიდინი 217
 სერიკიტი 191, 233
 სერიკიტობაქია 233, 234
 სერპენტინი 240
 სერპენტინის ფსედროზოფობა ოლაფინისადმი
 241
 სერპოფიტი 240
 სილინი 108
 სილიმანიტი 135
 სიმეტრიული ჩაქრობა 163, 192, 197, 201, 211,
 215
 სინაუღე თეთრი 42, 43, 81
 " ბუნებრივი 39
 " დაოლარებელი 32
 " მონოქრომატული 42, 43, 69
 სინათლის აბსორბციის სქემა 210, 225
 " ფორმულა 210, 225
 " არცელა 6, 8
 " გავრცელების გრაფიკი 23
 " ტალღბოვი თეორია
 39, 47, 48
 " გარდატეხა 6, 10
 " მიკროსკოპში 102
 " გაოდატეხის კუთხე 7, 10
 " ინდექსი 10
 " გარდატეხის შთავარი ინდექსები 15ა
 " გასვლაერთლერძიანი კრისტალის ფირ-
 ფიტაში უკარდინ ნიკოლებში 65—71
 " გასვლა ორივე ნიკოლში 51, 55
 " ტურმალინში 31, 32
 " დაკემის კუთხე 5, 7, 9, 10
 " დაოლარება ისლანდური შპატი 33
 " მინის მეწეულობით 32
 " მინით ნაწილობრივ 32, 33
 " სრული 33
 " ტურმალინით 31, 32, 15ა,
 160
 " ზედაპირის ფორმა ერთლერძიან კრის-
 ტალებში 29, 155
 " ინტენსივობა 43
 " ნაწილობრივი დაოლარება 32
 " ორმაგი გარდატეხა 40, 41
 " ისლანდურ შპატ-
 ში 26, 27
 " ში 26
 " გარდატეხა კვარცში 16, 130
 " ტურმალინში 132
 " ზედაპირი ისლანდურ შპატ-
 ში 26, 27
 სინათლის ორმაგი ზედაპირი კვარცში 26, 27
 " სხივების გასვლა ანალიზატორში 64

წინათლის სრული შინაგანი არეკლა 104

ტალღები 42, 43

ტალღბრივი გავრცელების თეორია 47, 48

ტალღბრივი ინტერფერენცია 68

შთანთქმა კრისტალებში 142

ტალღების ინტერფერენციის ფაქტორები

ჯვარედინ ნიკოლებში 93

სმარადიტი 216

სნელიუსი 7, 8, 9

სნელიუს-დეკარტეს კანონი 10

სოსურიტიზაცია 180

სპესარტინი 117

სრული რხევა 88

შინაგანი არეკვლის კუთხე 49, 50, 51,

104

„სუსტი“ რელიეფი 103

სფენი 253

სწორი სინგონიის კრისტალების ოპტიკური თვისებები 108

სწორი ჩაქრობა 121, 188, 189

სწვრივი ნიკოლები 71, 85

ტ

ტაბერგიტი 251

ტალღის ამპლიტუდი 36

სიგრძე 36

ტალღები წყლის ზედაპირზე 25

ტალღბრივი ჩაქრობა 129

მოდრაობა 37

ტიტან-ავიტი 191, 195

ტიტან-ავიტის ოპტიკური ორიენტირება 198

ტიტანიტი 136, 195, 253

ტექნადობა 163

ტექნადობის ბზარები 189—191, 205, 205—209

ტომსონიტი 177, 173

ტრემოლიტი 135

ტრიდიმიტი 124

ტრეკლინური კრისტალები 257

ტურმალინი 31, 44, 45, 53, 54, 59, 131, 141

ტურმალინის მანა 145

ტუტე მინდვრის შპატები 257, 265—266

უ

უარყოფითი რელიეფი 102—103, 175

უვაროვიტი 118

ურალიტი 217

ურალიტის ფსევდომორფოზა პიროქსენის მიმართ 217

ფ

ფაზა 36

ფაზათა შექცევა ანალიზატორით 76

ფედოროვის ქარსის სოლი 77

ფელდშპატიოდეტი 111, 114

ფეროანტიგორიტი 242

ფელურიტი 24

ფუფე პლაგიოკლასები 180, 270

ქ

ქარსის სოლი 77

ქემარაილი 108, 109

„ქვიშის საათის“ სტრუქტურა 193, 196

ქლორიტების ჯგუფი 247

ქროზოტილი 244

ქრისტობალიტი 124

ქრომატული პოლარიზაცია 58

ქრომიტი 169

ქსენომორფუფი 122

ქსენოტიმი 138

ყ

ყივრენის ზედაპირი 102—103

ყვეული ლუჩი 13, 19

ყლიფი 102

ყლიფის სისქე 97—98

ყუხარდიტი 250

ჩ

ჩანართები 134, 136

ჩაქრობა 59, 60—62, 119, 161

სწორი 121, 188, 189

ირიბი 188, 189

სიმეტრული 167, 192

ჩაქრობის კუთხე 189

ჩვეულებრივი სხივი 13, 15, 66, 142

და არაჩვეულებრივი სხივების

თვისებები 13, 14, 15, 119

ც

ცეოლითები 174, 294

ციკონი 136, 141

ციოზიტი 136, 179, 182, 236, 294

ციოზიტისა და კლინოციოზიტის ოპტიკური თვისებები 180

ჯ

ჯვარედინი ნიკოლები 56, 59, 62, 71, 101

ჰ

ჰედენბერგიტი 199

ჰემიმორფიზმი 131

ჰექსაგონალური სინგონია 119

ჰექსაგონალური და კვადრატული კრისტა-
ლების კვლეები 120

ჰიპშიტი 118

ჰიდატოგენური მინერალები 219

ჰიდროგრანატები 116, 117

ჰიდრომუსკოვიტი 232

ჰიუგენსის ელიუსოიდი 14

ჰიპერსტენი 164, 168

ს ა რ ჩ ე ვ ი

	წინასიტყვაობა	83-
	პირველი მეცადინეობა	3
	პირველი მეცადინეობა	5
ა	1. სინათლის სწორხაზოვანი გავრცელება	5
ა	2. სინათლის გარდატეხა	6
ა	3. ალ-ჰაისამის შრომები	7
ა	4. სნელიუსის გამოკვლევები	7
ა	5. დეკარტეს გამოკვლევები .	9
ა	6. Snellius Des-Cartes კანონი	10
ა	7. ორმაგი გარდატეხა	11
ა	8. ჰიუგენსის გამოკვლევები	12
ა	9. ჩვეულებრივი და არაჩვეულებრივი სხივის თვისებები	13
ა	10. ჰიუგენსის ელიფსოიდი	14
ა	11. O და E სხივების ინდექსთა გრაფიკები	15
ა	12. ოპტიკური ლერძი	16
ა	13. მთავარი ოპტიკური კვეთი	16
ა	14. ორმაგი გარდატეხა კვარცში	16
	მეორე მეცადინეობა	20
ა	15. სინათლის გავრცელების სიჩქარე	20
ა	16. სინათლის სიჩქარე წყალში	21
ა	17. სინათლის გავრცელების გრაფიკი	23
ა	18. სინათლის ტალღის ზედაპირი ისლანდიურ შპატში	24
ა	19. მთავარი ოპტიკური ლერძი	25
ა	20. სინათლის ტალღის ორმაგი ზედაპირი კვარცში .	26
ა	21. ოპტიკურად ერთლერძიანი კრისტალები	27
ა	22. ოპტიკურად დადებითი და უარყოფითი კრისტალები	28
	მესამე მეცადინეობა	31
ა	23. ტურმალინი	31
ა	24. სინათლის პოლარიზაცია მინის საშუალებით	32
ა	25. სინათლის პოლარიზაცია ისლანდიური შპატის საშუალებით .	33
ა	26. ტალღები წყლის ზედაპირზე	35
ა	27. ტალღების დამახასიათებელი ნიშნები	36
ა	28. ტალღებრივი მოძრაობა	37

	83•
§ 29. რხევის პერიოდი	38•
§ 30. სამყაროს ეთერი	38
§ 31. სინათლის ტალღებრივი გავრცელების თეორია	39
§ 32. სინათლის ორმაგი გარდატეხა	40•
§ 33. განსხვავება ბუნებრივ და დაპოლარებულ სინათლეს შორის	41
§ 34. თეთრი და მონოქრომატული სინათლე	42
§ 35. მოვლენები, რომელთაც ტურმალინში სინათლის გასვლის დროს აქვთ ადგილი	44
§ 36. სინათლის გასვლა მეორე ტურმალინში	44
§ 37. სინათლის დაპოლარება მინით და ჰექსაგონალური და კვადრატული სინგონიის კრისტალებით	46
§ 38. სინათლის გავრცელების ტალღებრივი თეორია	47
მეოთხე მაცადინეობა	49
§ 39. სრული შინაგანი არეკვლა	49
§ 40. ნიკოლის პრიზმა	51
§ 41. ანალოგია ტურმალინთან	53
§ 42. სინათლის გასვლა ორ ნიკოლში .	54
§ 43. ორთოსკოპი	56
§ 44. ქრომატული პოლარიზაცია	58
§ 45. პოლარიზაციული მოკროსკოპი	58
§ 46. ჩაქრობა	59
§ 47. ჩაქრობის მოვლენები გადაჯვარედინებულ ნიკოლებში კრისტალის ფირფიტის მობრუნების დროს	60
§ 48. მოვლენები, რომელთაც ადგილი აქვთ გადაჯვარედინებულ ნიკოლებში კრისტალის ფირფიტის 360°-ით მობრუნების დროს	62
მეხუთე მაცადინეობა	65
§ 49. სინათლის გასვლა კრისტალის ფირფიტაში	65
§ 50. ჩვეულებრივი სხივის გასვლა ანალიზატორში	66
§ 51. არაჩვეულებრივი სხივის გასვლა ანალიზატორში	67
§ 52. სინათლის ტალღათა ინტერფერენცია	68
§ 53. O და E სხივების სვლათა სხვაობა	69
§ 54. მოვლენები, რომლებსაც ვაჰნევეტ ჯვარედინ ნიკოლებსა და მინერალის ფირფიტაში სინათლის გასვლის დროს	70
§ 55. ინტერფერენციის მოვლენები მონოქრომატულ სინათლეში	73
§ 56. ნახევარი ფაზით განსხვავებულ ტალღათა ინტერფერენცია	75
§ 57. ფაზათა შექცევა ანალიზატორით	76
§ 58. ფეოდოროვის ქარსის სოლი და ბიოს კვარცის სოლი	77
მეექვსე მაცადინეობა	81
§ 59. მოვლენები, რომელთაც ადგილი აქვთ თეთრი სინათლის ინტერფერენციის დროს	81

§ 60. თეთრ და მონოქრომატულ სინათლეში ინტერფერენციის შედარება	81
§ 61. ინტერფერენციული ფერები	83
§ 62. ინტერფერენციის მოვლენა სწვრივ ნიკოლებში	85
§ 63. ინტერფერენციის მოვლენების შედარება ჯვარედინ და სწვრივ ნიკოლებში	87
§ 64. ფაქტორები, რომლებიც განსაზღვრავენ ინტერფერენციის ფერებს ჯვარედინ ნიკოლებში	93
§ 65. ორმაგი გარდატეხის ძალის დამოკიდებულება მიმართულებისგან	95
§ 66. ინტერფერენციული ფერის დამოკიდებულება მინერალის შლიფის სისქისგან	97

მეშვიდე მცადონეობა

ჰექსაგონალური და კვადრატული სინგონიის კრისტალების ოპტიკური თვისებები

§ 67. პოლარიზაციული მიკროსკოპის დეტალები	99
§ 68. სინათლის გარდატეხის მოვლენები, რომელთაც ადგილი აქვთ მიკროსკოპით დაკვირვების დროს	102
§ 69. სრული შინაგანი არეკვლა და ბეკეს ხაზი	104
§ 70. ორმაგი გარდატეხის ძალა და ინტერფერენციული ფერები	106
§ 71. სწორი სინგონიის კრისტალთა ოპტიკური თვისებები	108
§ 72. ლეიციტი	111
§ 73. ლეიციტის ოპტიკური თვისებები	111
§ 74. ანალციმი	114
§ 75. ანალციმის დიაგნოსტიკა	115
§ 76. გრანატები	115
§ 77. გრანატების ოპტიკური თვისებები .	117

მერვე მცადონეობა

ჰექსაგონალური და კვადრატული სინგონიის კრისტალების ოპტიკური თვისებები. პლეოქროიზმის მოვლენები

§ 78. ჩაქრობის მოვლენები	119
§ 79. კვარცი	121
§ 80. კვარცის დიაგნოსტიკა	125
§ 81. კალციტი	126
§ 82. ნეფელინი	129
§ 83. ტურმალინი	131
§ 84. აპატიტი	133
§ 85. აპატიტის გავრცელება და დიაგნოსტიკა	135
§ 86. ცირკონი	136
§ 87. აპატიტის, კვარცის, ტურმალინის, ცირკონის და კალციტის ოპტიკური თვისებების შედარება	139
§ 88. სინათლის შთანთქმა კრისტალებში	141
§ 89. პლეოქროიზმი	142

	83.
ა 90. პლეოკროიზმის განსაზღვრა	143
ა 91. ტურმალინის მაშა	145
ა 92. დიქროსკოპი	146
ა 93. კორდიერიტის პლეოკროიზმი	147
მეცხრე მესაღინეობა	151
რომბული სინგონიის კრისტალების ოპტიკური თვისებები	151
ა 94. ოპტიკურად ორღერძიანი კრისტალები	151
ა 95. სამღერძიანი ელიფსოიდი	152
ა 96. ოპტიკური ღერძები	154
ა 97. ოპტიკურ ღერძთა სიბრტყე	157
ა 98. ოპტიკურ ღერძთა კუთხე	157
ა 99. ოპტიკურ ღერძთა ნამდვილი და წარმოსახვითი კუთხეები (2 V და 2 E)	158
ა 100. რხევის მიმართულება და ჩაქრობის ხასიათი რომბულ კრისტალებში	159
ა 101. ენსტატიტი	161
ა 102. ჰაიერსტენი	164
ა 103. ჰაიერსტენის ოპტიკური თვისებები	166
ა 104. ოლივინი	168
ა 105. ანდალუზიტი	170
ა 106. ნატროლიტი	174
ა 107. ტომსონიტი	177
ა 108. ცოიზიტი	179
მეათე მესაღინეობა	183
მონოკლინური კრისტალები	183
ა 109. გარდატეხის ინდექსთა ელიფსოიდი ავგიტში	183
ა 110. რხევის მიმართულება და ჩაქრობის ხასიათი ავგიტში	185
ა 111. სწორი და ირიბი ჩაქრობა	188
ა 112. ირიბი ჩაქრობის კუთხის განსაზღვრა	189
ა 113. ავგიტი	190
ა 114. ნიკოლები ჯვარედინია	192
ა 115. ტიტან-ავგიტი	195
ა 116. ტიტან-ავგიტის ოპტიკური თვისებები	196
ა 117. დიოპსიდი	199
ა 118. დიოპსიდის ოპტიკური თვისებები	200
ა 119. ორთოკლაზი	203
ა 120. ჩვეულებრივი რქატყუარა	208
ა 121. ნიკოლები ჯვარედინია	210
ა 122. აქტინოლიტი	213
ა 123. დაპოლარებული სინათლე	215

	88-
§ 124. ბაზალტური რქატყუარა	217
§ 125. ბარკევიკიტი	220
მეთერთმეტე მაცალინეობა	223
§ 126. ბიოტიტი	223
§ 127. მუსკოვიტი	228
§ 128. სერიციტი	233
§ 129. კლინოკოიზიტი	234
§ 130. ეპიდოტი .	237
§ 131. სერპენტინი	240
§ 132. ანტიგორიტი	241
§ 133. ბასტიტი	242
§ 134. ქრიზოტილი	244
§ 135. ქლორიტები	247
§ 136. პენინი	250
§ 137. კლინოქლორი .	251
§ 138. ტიტანიტი ანუ სფენი	253
მეთორმეტე მაცალინეობა	257
ტრიკლინური კრისტალების ოპტიკური თვისებები	257
§ 139. ტრიკლინური კრისტალები	257
§ 140. ტუტე მინდვრის შპატები	257
§ 141. მიკროკლინი	259
§ 142. ანორთოქლაზი	265
§ 143. პლაგიოქლაზების ჯგუფი	269
§ 144. პლაგიოქლაზების ქიმიური შედგენილობა	271
§ 145. პლაგიოქლაზების გარდატეხის ინდექსები	272
§ 146. თაბაშირის ფირფიტა	273
§ 147. პლაგიოქლაზების განსაზღვრა ბეკეს ხაზის საშუალებით	275
§ 148. პლაგიოქლაზების განსაზღვრა კვარცის საშუალებით .	276
§ 149. ალბიტი .	277
§ 150. ალბიტის მრჩობლები	278
§ 151. პერტიტული შენაზარდები	280
§ 152. ჩაქრობის კუთხეები (001) და (010)-ზე	282
§ 153. ანორთიტი და მისი ფიზიკური თვისებები	284
§ 154. საშუალო პლაგიოქლაზები	288
§ 155. ჩაქრობის კუთხეთა მრუდები	289
§ 156. მინდვრის შპატების მნიშვნელობა ქანების კლასიფიკაციისათვის	292
§ 157. პლაგიოქლაზების შეცვლის პროცესები საძიებელი	294 296

რედაქტორი **ნ. თათარიშვილი**:

კორექტორები: **პ. ლაბარტყავა**

ქ. ლევაია

Проф. А. А. Твалчрелидзе
**ВВЕДЕНИЕ В ОПТИКУ
КРИСТАЛЛОВ**

(на грузинском языке)

Изд. ТГУ им. СТАЛИНА

Тбилиси — 1954

შე 03717.

შეკვ. № 28.

ტირაჟი 1000.

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 1954 წ. 3/4. ანაწილის ზომა 7x11. ქაღალდის
ზომა 70x108. სასტამბო თაბახი 26,37. საგ-საადრ. თაბახთა რაოდენობა 19,22.

ფასი 10 მან.

სტალინის სახელობის თბილისის სახ. უნივერსიტეტის გამომცემლობის სტამბა,
უნივერსიტეტის ქ., 1.

შედეგების განყოფილება

ბპ.	სტრიქონი		დაბეჭდილია	უნდა იყოს
	ზემ.	ქვემ.		
50	20	—	მოვითესებთ	მოვითავსებთ
104	§ 69	—	არეკლავ	არეკლავ
117	ნახ. 230	—	გრანიტის	გრანიტის
118	ნახ. 233	—	გრანიტის	გრანიტის
126	5	—	დაფორმირებული	დაფორმირებული
127	4	—	(1012)	(0112)
127	—	—	ნახ. 154	ნახ. 254
130	6	—	ელვოლითს	ელვოლითს
131	—	—	ნახ. 664	ნახ. 264
134	20	—	პატიტები	აპატიტები
134	24	—	ორმაგ	ორ
136	ნახ. 281	—	მრჩობლები	კრისტალი
161	—	13	მართობული	მართობულია
164	8	—	ოლივიტის	ოლივიტის
170	—	—	ნახ. 256	ნახ. 356
177	—	5	უფრო	უფრო
192	4	—	ინდექსთა	ინდექს
207	—	4	$K_2Al_2Si_2O_6 \cdot H_2O$	$H_2Al_2Si_2O_6 \cdot H_2O$
220	—	4	MnO	MnO
230	i3	—	588, Ng=1	Ng=1, 588
235	—	4	ლერძთა	ლერძთან
239	11	—	ირბი	ირბი
248	—	1	ემომატების	ემომატების
250	2	—	ხერმაკინის	ხერმაკის
263	—	3	მალალია	დაბალია
268	2	—	კანადი	კანადის
268	—	1	ინდექსი	ინდექს
280	—	—	ნახ. 499	ნახ. 599
286	—	—	ნახ. 425	ნახ. 618
286	—	1	(001)	(100)
287	—	7	(001)	(010)
293	—	8	$K_2Al_2Si_2O_6$	$K_2Al_2Si_2O_6$
294	9	—	$CaAl_2Si_2O_6$	$CaAl_2Si_2O_6$
295	7	—	სერციტის	სერციტის