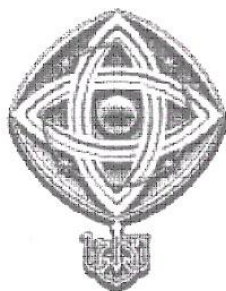


საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ნ. ფოფორაძე

მინერალოგიის კურსი



დამტკიცებულია სტუ-ს
სასწავლო-მეთოდური
საბჭოს მიერ

თბილისი

2005

შესავალი

მინერალოგია მიწის ქერქის შემსწავლელ გეოლოგიურ მეცნიერებათა რიცხვს ეკუთვნის. რომელიც სიტყვა-სიტყვით ნიშნავს სწავლებას მინერალების შესახებ. ტერმინი მინერალი წარმოშობილია ფრანგული სიტყვიდან „მინერალ“, რაც მადნულ შტუფს, მადნის ნატეხს ნიშნავს.

მინერალებად იწოდებიან კრისტალური ნივთიერებები, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ქიმიური შედგენილობით და ფიზიკური თვისებებით, რომლებიც წარმოიქმნიან დედამიწის ქერქში მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების შედეგად და ქანებისა და მადნების ძირითად შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენენ. ქიმიური თვალსაზრისით მინერალი თვითნაბადი ნივთიერებაა, რომელიც გარკვეული ქიმიური შედგენილობით გამოირჩევა, ფიზიკურად ყოველი მინერალი ხასიათდება მათთვის დამახასიათებელი გარკვეული თვისებებით: სიმკვრივით, ტემპერატურით, მაგნიტურობით, ოპტიკური თვისებებით და ა. შ.

სიტყვა „მინერალის“ ხსენებისას აუცილებელია შემდეგი მნიშვნელობის გათვალისწინება.

1. მინერალს მიეკუთვნება მინერალების სამეფოს არა მარტო აშკარად კრისტალური ნივთიერება, არამედ ზოგი ფარულკრისტალური და ამორფული ბუნებრივი ნივთიერებები (ქაღცვდონი, აქატი, ოპალი და სხვანი). ისინი ასევე მკვრივი ნივთიერებანი არიან, ბუნებრივი პროცესების შედეგი, ქანებისა და მადნების შემადგენელი ნაწილი; ამასთან ერთად თხევადი მინერალებიც არსებობენ.

2. მინერალთა ბუნებრივი ქიმიური და სტრუქტურული თვითნაბადი წარმონაქმნები, გვხვდება აგრეთვე როგორც, კოსმიური სხეულების შემადგენელი ნაწილები და მათ შთვარის, პლანეტების, მეტეორიტების მინერალები ეწოდებათ.

3. სხვადასხვა სინთეტიკური პროდუქტი, რომელიც ბუნებრივი მინერალის ანალოგიურია თავისი თვისებებით, შედგენილობით და სტრუქტურით, ხელოვნურ მინერალებად იწოდებიან: ასეთია ლაბორატორიულ პირობებში ხელოვნურად მიღებული კვარცი, კორუნდი, ზურმუხტი, შპინელი და სხვა.

ბუნებაში მინერალები ფართოდაა გავრცელებული. დედამიწის ქერქი უამრავი სხვადასხვა ფორმის, ზომის და ჰაბიტუსის მინერალისაგან შედგება.

მინერალთა ინდივიდების ზომები შეიძლება იყოს გიგანტურიდან, რომელთა მასა რამდენიმე ტონას შეადგენს (მინდვრის შპატი, კვარცი), უმცირეს ზომამდე, რომლებიც მხოლოდ მიკროსკოპით შეიმჩნება. მინერალთა უმრავლესობას სწორედ უმცირესი ზომები ახასიათებთ.

ამჟამად ცნობილია დაახლოებით სამი ათასამდე მინერალი, ხოლო მათი სახესხვაობები შეიძლება ათასს აღწევს. ბუნებაში ფართოდაა გავრცელებული 450 მინერალის სახეობა, დანარჩენი მათგანი შედარებით იშვიათად გვხვდება.

მინერალთა შედგენილობაში ყველაზე ფართოდაა გავრცელებული ელემენტი ჟანგბადი. იგი დედამიწის ქერქის 1538 მინერალის შედგენილობაში შედის. გარდა ჟანგბადისა მიწის ქერქში დიდი რაოდენობითაა წყალბადი (H), სილიციუმი (Si), ალუმინი (Al), რკინა (Fe), კალციუმი (Ca),

მაგნიუმი (Mg), ნატრიუმი (Na), კალიუმი (K), ტიტანი (Ti), ნახშირბადი (C), მანგანუმი (Mn), ფოსფორი (P) და გოგირდი (S).

ბუნებაში ყველაზე გავრცელებული მინერალთა კლასი სილიკატებია (75%), მიწის ქერქში ყველაზე გავრცელებული მინერალებია მინდურის შპატები (პლაგიოკლაზი, ორთოკლაზი) და კვარცი, რომელთა წილი 55% და 12%.

სტატისტიკურად მინერალების გავრცელება სინგონიების მიხედვით შემდეგია:

ტრიკლინური88 (6.5%)
მონოკლინური.393 (30.0%)
რომბული.279 (21.0%)
ტრიგონული.143 (11.5%)
ტეტრაგონული.131 (10.0%)
ჰექსაგონური.103 (8.0%)
კუბური.171 (13.0%)
	<hr/>
	1308 (100%)

ანუ მინერალები დაბალი კატეგორიის. . .760 (57.5%)

მინერალები საშუალო კატეგორიის. . . 377 (29.5%)

მინერალები მაღალი კატეგორიის. . . 171 (13.0%)

მინერალოგია შეისწავლის მინერალების მორფოლოგიას (გარეგანი სახე), შედგენილობას, ნაერთების შინაგან სტრუქტურას. არა ნაკლები მნიშვნელობა აქვს მინერალების ფიზიკურ თვისებებს, რაც საჭიროა, როგორც დიაგნოსტიკისათვის, ასევე პრაქტიკული თვალსაზრისით. საბოლოოდ, მინერალოგია შეისწავლის მინერალების წარმოშობას (გენეზისს), მათ ბუნებაში გავრცელების კანონზომიერებებს და პრაქტიკულ მნიშვნელობას.

მინერალების ფორმულები და ქიმიური შედგენილობა.

ბუნებაში გავრცელებული მინერალების დიდი უმეტესობა წარმოდგენილია ქიმიური ნაერთების სახით. რომელთა შორის გამოიყოფა: ა) სტაბილური შედგენილობის ნაერთები, როგორც მარტივი ისე რთული და ბ) ცვლადი შედგენილობის მქონე, განსაზღვრული შედგენილობის ქიმიური ნაერთი სავსებით ემორჩილება შედგენილობის მუდმივობის კანონს, მათ მიეკუთვნებიან: ჟანგეულები (Cu_2O , MgO, Fe_2O_3, SiO_2 და სხვ.); სულფიდები (NiS, FeS_2, Sb_2S_3 და სხვ.); ჰალოიდები ($NaCl, CaF_2$ და სხვ.) და ა.შ.

ცვლადი შედგენილობის ნაერთების შედგენილობის ცვალებადობა აიხსნება მოცემულ ნაერთში შემადგენელ კომპონენტთა შეზღუდული ხსნადობით.

მინერალის ქიმიური შედგენილობის დასადგენად საჭიროა ან ქიმიური ან სხვადასხვა ლაბორატორიული მეთოდებით კვლევა, რომელთა საფუძველზეც დგინდება მინერალის ქიმიური ფორმულა. ფორმულები შეიძლება იყოს როგორც, ემპირიული, რომელიც გვიჩვენებს მხოლოდ ქიმიურ შედგენილობას და სტრუქტურული, რომელიც მინერალში ატომების სივრცულ განლაგებას და მათ ურთიერთკავშირზე გარკვეულ წარმოდგენას

იძლევა. ამ საკითხებს განიხილავს კრისტალოქიმია.

მინერალში აუცილებელია კათიონებისა და ანიონების კომპლექსების დადგენა, რომელიც ახასიათებენ კრისტალთა სტრუქტურულ ტიპს. მინერალის ფორმულის დაწერისას კომპლექს ანიონი კათიონისაგან კვადრატული ფრხილით გამოიყოფა, მაგალითად ბარიტი $Ba[SO_4]$, სიდერტი $Fe[CO_3]$, სპოდუმენი $Al_2[Si_2O_6]$, მიკროკლინი $K[AlSi_3O_8]$ და ა.შ.

თანამედროვე დროში ემპირიული ფორმულები შეცვლილია სტრუქტურული ფორმულებით, მაგ. მუსკოვიტის ემპირიული ფორმულა – $H_2KAl_3Si_3O_{12}$, ხოლო სტრუქტურული – $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH,F)_2$ ეს უკანასკნელი გვიჩვენებს, რომ მუსკოვიტის სტრუქტურას აქვს რთული კომპლექს ანიონი და რომ წყალი მასში იმყოფება არა H_2O -ს სახით, არამედ ჰიდრიქსიდის $(OH)^-$ სახით, რომელიც შეიძლება ჩანაცვლებული იყოს F .

მინერალოგიაში ხშირად ანსხვავებენ წყლოვან და უწყლო მინერალებს (სულფატები, ფოსფატები, კარბონატები და ა.შ.). წყლოვანია ის მინერალები, რომლებიც მის შედგენილობაში შეიცავენ წყლის ელექტრულად ნეიტრალურ მოლეკულებს. მინერალებში წყალი შეიძლება იყოს ბმული და თავისუფალი. ბმული ანუ კრისტალიზაციური წყალი შედის მინერალის კრისტალურ მესერში სადაც ის გარკვეულ ადგილს იკავებს. მაგალითებად შეიძლება მოვიყვანოთ ზოგი წყლიანი კარბონატი და სულფატი, მაგ. თაბაშირი $Ca[SO_4] \cdot 2H_2O$. მინერალის კრისტალური მესრის აგებულებაში თავისუფალი წყალი არ მონაწილეობს, მისი რაოდენობა სხვადასხვა შეიძლება იყოს, რაც შეიძლება ტემპერატურაზეც იყოს დამოკიდებული. თავისუფალი წყლის შემცველობის მაგალითია ცეოლითების წყლები. ასევე ჰიგროსკოპული წყალი, რომელიც თავისუფალია (განთავსებულია მინერალის უწყვილეს სიცარიელებში) და $110^\circ C$ გაცხელებისას მთლიანად ქრება.

იზომორფიზმი და პოლიმორფიზმი

ფართო ხსნარები ანუ ევრეტწოდებული იზომორფული ნარეგები. სხვადასხვა შედგენილობის კრისტალური ნივთიერებების უნარი, შექმნან ერთნაირი კრისტალური სტრუქტურის და განუწყვეტლად ცვალებადი შედგენილობის ნარეგები, ძირითადად დამყარებულია იზომორფიზმზე. ე.ი. მსგავსი შედგენილობის ქიმიურ ნაერთებში ელემენტთა ურთიერთჩანაცვლების თვისებაზე.

იზომორფიზმი – ატომის (ან იონის) თვისება ერთი ნივთიერება ჩანაცვლოს ატომის (ან იონის) სტრუქტურაში მეორით. ვოლფრამიტის ფორმულაა $(Fe,Mn)[WO_4]$ ის წარმოადგენს იზომორფულ ნაერთს, სადაც მანგანუმის ატომები ინაცვლებს რკინის ატომებს და პირიქით. ფორმალურად ეს ყველაფერი გამოისახება ფორმულით: $nFe[WO_4]X(100-n)Mn[WO_4]$. ამ რიგის კიდურა წევრები ატარებენ ფერბერიტის $Fe[WO_4]$ და ჰიუბნერიტის $Mn[WO_4]$ სახელს. მინერალი ოლივინიც $(Mg,Fe)_2[SiO_4]$ ასევე

იზომორფული ნაერთია, სადაც მაგნიუმის ატომები სტრუქტურაში ინაცვლებენ რკინის ატომებს ან-პირიქით. ფორმალურად: $n\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]X(100-n)\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$. აქედან $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$ არის ფორსტერიტი და $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$ არის ფაიალიტი.

განანსხვავებენ იზომორფიზმის ორ მთავარ სახეს: მარტივი, როდესაც ურთიერთნაცვლებიან იონები, რომელთაც აქვთ ერთნაირი ვალენტობა – მას ეწოდება იზოვალენტური იზომორფიზმი და რთული, როდესაც ხდება სხვადასხვა ვალენტური იონების ჩანაცვლება, ჰეტეროვალენტური იზომორფიზმი. იზოვალენტური იზომორფიზმის მაგალითია Mg^{2+} და Fe^{2+} ჩანაცვლება ოლივინში $(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$. ჰეტეროვალენტურის – პლაგიოკლასები, სადაც Ca^{2+} და Al^{3+} ინაცვლებიან Na^+ და Si^{4+} -ით ($\text{CaAl} \rightleftharpoons \text{NaSi}$) $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ ანორთიტი, $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ -ალბიტი. ასევე

$2\text{Na}^+ \leftarrow \text{Ca}^{2+}$ ნეველინი, ცეოლითები, $2\text{Ca}^{2+} \leftarrow \text{TR}^{3+} + \text{Na}^+$ აპატიტში და ა.შ.

სრულყოფილების მიხედვით იზომორფულ ჩანაცვლებაში შეიძლება გამოიყოს ორი შემთხვევა. პირველი, როცა ერთი ელემენტის ჩანაცვლება მეორით 100% სიზუსტით ხდება – ეს არის სრულყოფილი, ანუ სრული იზომორფიზმი (Mg, Fe). მეორე – ჩანაცვლება შეიძლება იყოს ნაწილობრივი მესხედ და მეთედ, რამდენიმე პროცენტამდე – ეს არის არასრულყოფილი, ან შეზღუდული იზომორფიზმი (Na, Ka).

მეცნიერმა ვ. გოლდშმიტმა მიუთითა, რომ ელემენტებს შეუძლიათ ჩაინაცვლონ ერთმანეთი იმ შემთხვევაში, როცა იონის (ან ატომის) რადიუსები, ზომები მსგავსია და მათ შორის სხვაობა არ აღემატება 15%. ამის გარდა იონის პოლარიზაციის უნარი ერთნაირი უნდა იყოს. თუ იონის პოლარიზაციის (ანუ დეფორმაციის დონე) დონე განსხვავებულია, მაშინ ტოლი რადიუსების დროსაც კი იონებს შორის იზომორფიზმი არ მოხდება (მაგ. Cu^+ და Na^+). ჩანაცვლებული და ჩასანაცვლებელი იონების სავალენტო ნიშანი უნდა იყოს ერთნაირი მხოლოდ კათიონი ენაცვლება კათიონს, ანიონი – ანიონს.

ჰემმარიტი მყარი ხსნარები ანუ, როგორც მათ სხვაგვარად უწოდებენ, იზომორფული ნარევები, წარმოადგენენ კრისტალური სტრუქტურის მიხედვით სრულიად ერთგვაროვან ნარევეს, რომლის შემადგენელი ორი ან რამოდენიმე კომპონენტი შეიძლება ყოველგვარი პროპორციით მონაწილეობდეს, მაგრამ ქიმიურ ნაერთებს არ იძლევიან, მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ ოქროსი და ვერცხლის, მანგანუმისა და რკინის ვოლფრამიტების, პლაგიოკლასების და სხვა მყარი ხსნარები.

მყარ ხსნარებში არჩევენ ორ ტიპს: ა) ჩანაცვლების მყარი ხსნარები (ანუ პირველი გვარის მყარი ხსნარები) და ბ) შეჭრის მყარი ხსნარები (ანუ მეორე გვარის მყარი ხსნარები).

ა) ჩანაცვლების მყარი ხსნარები განსაკუთრებით დამახასიათებელია ლითონებისათვის და იონური ნაერთებისათვის. მათი არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ნაერთებში, რომელთაც ანალოგიური აღნაგობის კრისტალური ფორმა აქვთ, ერთ-ერთი ნაერთის ატომები ან იონები ანაცვლებენ მეორის ატომებს ან იონებს (ე.ი. სხვის ადგილზე დგებიან).

ასეთია, მაგალითად, იზომორფული რიგები: $ZnCO_3$ - $FeCO_3$, $MnWO_4$ - $FeWO_4$ და სხვა.

ბ) შეჭრის მყარი ხსნარები იმით ხასიათდებიან, რომ მათში უცხო კომპონენტი შედის მხოლოდ სიცარიელებში, ე.ი. ძირითადი კომპონენტის კრისტალური მესრის შემაღლებულ ატომთა ან იონთა შორისებში. ამგვარი მყარი ხსნარები შეიძლება წარმოიქმნან მხოლოდ მაშინ, როდესაც ორივე კომპონენტის ატომები (იონები) ერთმანეთისგან მკვეთრად განსხვავებული სიდიდის არიან. ასეთი მყარი ხსნარების მეტად დამახასიათებელ მაგალითს წარმოადგენს ნახშირბადის ხსნარი რკინაში, რომელიც მაღალ ტემპერატურაზე ადვილად წარმოიშობა და ნელი გაცივებისას რკინად და რკინის კარბიდად (Fe_3C) იშლება.

პოლიმორფიზმი ბერძნულად პოლიმორფიზმი ნიშნავს მრავალფორმიანობას. ქიმიურად ერთნაირი შემაღლებლობის ნივთიერებანი ქმნიან სხვადასხვა სტრუქტურებს, რომელთაც აქვთ განსხვავებული ფიზიკური თვისებები.

პოლიმორფულია ელემენტები და რთული შენაერთები. ნახშირბადის პოლიმორფიზმის კარგი მაგალითია ალმასი და გრაფიტი. მათი თვისებები სრულიად განსხვავებულია: ალმასი ყველაზე მაგარი მინერალია (სიმაგრე 10), გრაფიტი – სიმაგრე 1. ალმასის სიმკვრივე 3,5; გრაფიტის 2,2. ალმასი კრისტალდება კუბურ სინგონიაში. გრაფიტი ჰექსაგონურში. აღნიშნული მინერალების განსხვავება ძირითადად მათი სტრუქტურით აიხსნება ე.ი. ნახშირბადის ატომების კავშირი უფრო ნაკლებად ძლიერია, ვიდრე ალმასში. გრაფიტის სტრუქტურა ფურცლოვანია, ბრტყელი ჰექსაგონური ბადეების სახით. მათ შორის დიდი მანძილიც ხსნის მის თვისებებს, ადვილი ტკეზვადობა, ნაკლები სიმკვრივე და ა.შ.

განასხვავებენ პოლიმორფიზმის ორ ტიპს. პირველი – ენანტიომორფია – ხასიათდება პოლიმორფული მოდიფიკაციების ერთიდან მეორეში გადასვლით გარკვეული ტემპერატურისა და წნევის პირობებში. მაგ.: მაღალი ტემპერატურის ზეგავლენით კვარცი SiO_2 გადადის – ტრიდიმიტში, ასევე ალმასი – გრაფიტში. მეორე ტიპია – მონოტროპია – ერთი პოლიმორფული მოდიფიკაცია (არასტაბილური) შეიძლება გადავიდეს სხვაში (სტაბილურში), მაგრამ პირიქით გადასვლა არ მოხერხდება. მონოტროპიის მაგალითია მარკაზიტის გადასვლა პირიტში (პირიქით გადასვლა არ არსებობს).

მინერალების ფიზიკური თვისებანი

მინერალთა ფიზიკურ თვისებებს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს (რადიოაქტიურობა, მაგნიტურობა, სიმაგრე, ოპტიკური თვისებანი და სხვა) და აუცილებელია მათი დიაგნოსტიკისათვის. ეს თვისებები დამოკიდებული არის ქიმიურ შედგენილობაზე და კრისტალური სტრუქტურის ტიპზე. მაგალითად, მინერალების რადიოაქტიული თვისება დამოკიდებულია ქიმიურ შედგენილობაზე – რადიოაქტიური ელემენტების რაოდენობაზე, მინერალის ტკეზვადობა დამოკიდებულია მათი კრისტალური სტრუქტურის თავისებურებებზე, სიმკვრივე – ქიმიურ შედგენილობაზე და კრისტალური სტრუქტურის ტიპზე.

ქვემოთ შეგნერდებით მინერალთა იმ უმთავრესი თვისებების გარჩევაზე, რომელთაც უდიდესი დიაგნოსტიკური მნიშვნელობა აქვთ. ამ თვისებებს ეკუთვნის: გამჭვირვალობა, მინერალთა ფერი, ხაზის ფერი, ელვარება, ოპტიკური თვისებები, მრჩობლები, მექანიკური თვისებები – ტკეწვადობა, მონატეხი, სიმაგრე, მსხვრევადობა, ჭედადობა, მორფოლოგიური თვისებები და სხვა.

სიმკვრივე. როგორც ცნობილია, მინერალების სიმკვრივე უპირველეს ყოვლისა კრისტალური ნივთიერების შემადგენელი ატომებისა ან იონების ატომური წონისაგან არის დამოკიდებული. შემდეგ მნიშვნელოვანი როლი აქვთ იონების რადიუსების ზომებს. მინერალის სიმკვრივე (გ/სმ³) ფართო ზღვრებში მერყეობს. უმეტეს მინერალებს აქვთ სიმკვრივე 2.5-დან 3.5-მდე, რაც აყალიბებს დედამიწის ქერქის სიმკვრივეს, რომელიც 2.7-2.8 ტოლია. მინერალები სიმკვრივის მიხედვით სამ ჯგუფად იყოფა: მსუბუქი (3.0-მდე), საშუალო (3.0-4) და მძიმე (4-ზე მეტი), მაქსიმალური 23.0

არსებობს მინერალები, რომლებიც ადვილად გამოიცნობა დიდი სიმკვრივის გამო (ბარიტი 4.6, ცერუსიტი 6.5). მინერალები, რომლებიც მძიმე მეტალებს შეიცავენ დიდი სიმკვრივით გამოირჩევიან. ყველაზე მაღალი სიმკვრივე აქვთ თვითნაბად ელემენტებს –(ვერცხლი, ოქრო, პლატინა).

სიმკვრივე გამოითვლება შემდეგი ფორმულით m/v (გ/სმ³), სადაც m – მასაა, v – მოცულობა.

სიმკვრივის განსაზღვრის მრავალი მეთოდი არსებობს (აწონვით, მოცულობით, იმერსიული, მექანიკური, რეფრაქტომეტრული, ანალიტიკური და სხვ.) სიმკვრივის განსაზღვრის სისწორე დამოკიდებულია განსაზღვრის მეთოდსა და გამოყენებულ ხელსაწყოებზე. ერთ-ერთი მარტივი მეთოდია მინერალის გაწონასწორება მძიმე სითხეში. მაგრამ ზოგიერთ შემთხვევაში მძიმე სითხე მინერალში შედის და მას ფერს უცვლის.

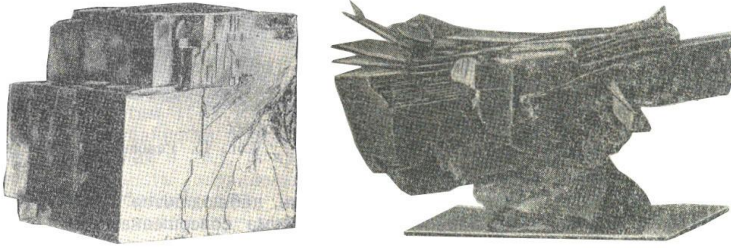
სიმკვრივის უფრო ზუსტი განსაზღვრა ხორციელდება ჰიდროსტატიკური აწონვით და ოპტიკური მეთოდით. ჰიდროსტატიკური აწონვით დგინდება მინერალის მასის სხვაობით ჰაერსა და სითხეში, და გამოითვლება ფორმულით.

ოპტიკური მეთოდი დამყარებულია სიმკვრივის კორელაციასა და სითხის გარდატეხის მაჩვენებელზე, რაც შეიძლება განისაზღვროს რეფრაქტომეტრის გამოყენებით.

მექანიკური თვისებები მინერალისა ვლინდება მათზე მექანიკური ზეგავლენისას: შეკუმშვით, გაჭიმვით და დარტყმით. მექანიკურ თვისებებს მიეკუთვნება ტკეწვადობა და სიმაგრე.

ტკეწვადობა – ეს არის თვისება კრისტალისა გაიხლიჩოს განსაზღვრული კრისტალოგრაფიული მიმართულებით, რომელიც ქმნის პრიალა ზედაპირს. ტკეწვადობა შეიძლება გამოიხატოს ერთი, ორი, სამი, ოთხი და ექვსი კრისტალოგრაფიული მიმართულებით.

ქარსების კრისტალი შეიძლება შეიხლიჩოს უთხელეს ქერცლებად – მას ტკეწვადობა ერთი მიმართულებით აქვს და პინაკოიდის წახნაგების პარალელურია {0001}. კალციტის რომბოედრული კრისტალი ადვილად იხლიჩება სამი მიმართულებით (რომბოედრის წახნაგების სწვრივად).



სურ. 1. ა. ფრიად სრული ტკეწვადობა ქარსში; ბ. სრული ტკეწვადობა პალიტში

კრისტალების ერთი მიმართულებით გახლეჩვა, ხოლო სხვა მიმართულებით არ გახლეჩვის მიზეზია კრისტალის შემადგენელი ატომების ან იონების ურთიერთ-შეჭიდების ძალა. ტკეწვადობის სიბრტყეები პარალელურია სივრცული მესრის სიბრტყეებისა, რომლებიც განსხვავებულ ურთიერთ-დაცილებული მდებარეობისაა. მაგალითად, სიბრტყულ მესერში კრისტალის ტკეწვადობა AB მიმართულებით უფრო ადვილი იქნება, ვიდრე CD ან სხვა რომელიმე მიმართულებით.

ტკეწვადობის შესაფასებლად არსებობს შემდეგი სკალა.

1. ფრიად სრული ტკეწვადობა - კრისტალს უნარი აქვს გაიხლიჩოს უთხელეს ქერცლებად სარკისებრი ზედაპირით (ქარსი, თაბაშირი).

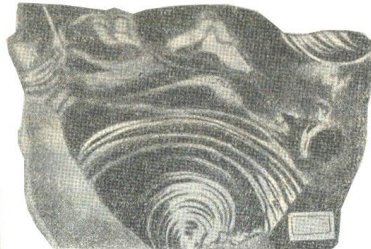
2. სრული ტკეწვადობა - კრისტალი ნებისმიერ ადგილას, სხვადასხვა მიმართულებით იხლიჩება, ამ დროსაც მიიღება სწორი ზედაპირი: კალციტი, პალიტი, ვალენიტი (სურ. 1).

3. საშუალო ტკეწვადობა - მონატეხისას გარკვევით ჩანს, როგორც სწორი, ასევე არასწორი მონატეხის ზედაპირი (მინდვრის შპატები, რქატეჟარა).

4. არასრული ტკეწვადობა - სწორი მონატეხითი ზედაპირი იშვიათია, მონატეხისას არასწორი ზედაპირი რჩება (ბერილი, აპატიტი).

5. ფრიად არასრული ტკეწვადობა - პრაქტიკულად არ არსებობს ტკეწვადობა, კრისტალს აქვს მონატეხის არასწორი ზედაპირი (კვარცი, კასიტერიტი).

მონატეხის ზედაპირის მიხედვით მინერალები შეიძლება იყოს არასწორი (თვითნაბადი გოგირდი, აპატიტი, კასიტერიტი), საფეხურისებრი (მინდვრის შპატი), ხიჭვოვანი (აქტინოლითი, ტრემოლიტი), ნიჟარისებრი (კვარცი, ქალცედონი, ოპალი), კაუჭისებრი (თვითნაბადი ელემენტები - ოქრო, ვერცხლი, პლატინა) და სხვ. (სურ. 2).



სურ. 2. ნიუარისებრი მონატეხი ობსიდიანზე

სიმაგრე. კრისტალის სიმაგრის ქვეშ იგულისხმება გაცილებით უფრო მაგარი სხეულის მექანიკური ზემოქმედებისას მისი წინააღმდეგობის გაწევა. კრისტალის სიმაგრე უმნიშვნელოვანესი ნიშანია მათი დიაგნოსტიკისას. მინერალოგიაში მიღებულია მოოსის სკალა, სადაც ყველა მომდევნო მინერალი წინაზე მეტი სიმაგრით გამოირჩევა:

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------|
| 1. ტალკი $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$ | 6. ორთოკლაზი $K[AlSi_3O_8]$ |
| 2. თაბაშირი $Ca[SO_4] \cdot 2H_2O$ | 7. კვარცი SiO_2 |
| 3. კალციტი $Ca[CO_3]$ | 8. ტოპაზი $Al_2[SiO_4](F,OH)_2$ |
| 4. ფლუორიტი CaF_2 | 9. კორუნდი Al_2O_3 |
| 5. აპატიტი $Ca_5[PO_4]_3(F,Cl)$ | 10. ალმასი C |

მინერალის შეფარდებითი სიმაგრე განისაზღვრება გაკაწვრის შედეგად. თუ აპატიტი (სიმაგრე 5) კაწრავს გამოსაცნობ მინერალს, ხოლო ფლუორიტი (სიმაგრე 4) არ კაწრავს მას მაშინ აღნიშნული მინერალის სიმაგრე იქნება დაახლოებით 4.5. მინერალები, რომელთა სიმაგრეც 2-ის ტოლია ადვილად იკაწრებიან ფრჩხილით.

სიმაგრის ზუსტი განსაზღვრისათვის იყენებენ სპეციალურ ხელსაწყო-**სკლერომეტრს**, სადაც სიმაგრე განისაზღვრება კვადრატულად გადაკვეთილი ალმასის პირამიდის დაწოლის შედეგად გამოსაკვლევი ობიექტზე, რაც მიკროსკოპის ქვეშ ნათლად ჩანს, ქვემოთ მოყვანილია სკლერომეტრის შედეგად დადგენილი სიმაგრის აბსოლუტური სიდიდეები:

ტალკი 24	ორთოკლაზი 795
თაბაშირი 36	კვარცი 1120
კალციტი 109	ტოპაზი 1420
ფლუორიტი 189	კორუნდი 2060
აპატიტი 536	ალმასი 10060

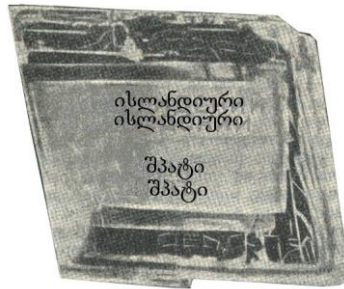
ისევე, როგორც ტექნივალბა, სიმაგრეც ანიზოტროპულია ე.ი. კრისტალში იგი სხვადასხვა მიმართულებით სხვადასხვაა. ალმასის კრისტალში, მაგალითად ოქტაედრის წახნაგზე {111} შეინიშნება ყველაზე დიდი სიმაგრე, შედარებით ნაკლები რომბოდოდეკაედრის წახნაგზე {110} და უფრო ნაკლები კუბის წახნაგზე {100}. აქედან გამომდინარე ოქტაედრის წახნაგზე სიმაგრე მეტი იქნება, ვიდრე რომბოდოდეკაედრის, ხოლო კუბის წახნაგებს ექნებათ უმცირესი სიმაგრე.

ოპტიკური თვისებები. ბუნებრივ სინათლეზე ელექტრული და მაგნიტური ვექტორების მერყეობა ყოველ წუთს ხდება სხვადასხვა მიმართულებით, რომელიც ყოველთვის პერპენდიკულარულია სინათლის ტალღის გავრცელების მიმართულებისა (ე.ი. პერპენდიკულარულია სინათლის სხივის). ასეთი სინათლე ატარებს არაპოლარულის, ან ჩვეულებრივის სახელწოდებას.

სინათლე ოპტიკურად ანიზოტროპული ფენის გავლისას ხდება პოლარიზებული.

სინათლის პოლარიზაცია ხდება ყველა კრისტალში გასვლის შედეგად, (კუბური სინგონიის კრისტალების გარდა; ეს უკანასკნელი ოპტიკურად იზოტროპულია). კრისტალში შემავალი ბუნებრივი სინათლე

გარდატყდება ორ სინათლის ტალღად, რომლებიც სხვადასხვა სიჩქარით ვრცელდება. ორივე ტალღა პოლარიზებული ხდება, ამავე დროს მათი რხევითი სიბრტყეები ურთიერთპერპენდიკულარულია. ამ მოვლენას ეწოდება ორმაგი გარდატყბა, ან სინათლის ორმაგი გარდატყბა.



სურ. 3. ისლანდიური შპატის ორმაგი გარდატყბა

განსაკუთრებით ორმაგი გარდატყბა გამოიხატება ისლანდიური შპატის (სურ. 3) კრისტალებში (ობტიკური კალციტი). თუ ისლანდიური შპატის გამჭვირვალე კრისტალს დავადებთ ნაწერ ქაღალდს, მაშინ ზევიდან ნათლად გამოჩნდება ორი წარწერა, ერთი უფრო ნათლად, ხოლო მეორე უფრო სუსტად. რაც უფრო განიერია კრისტალი, მით მეტი დაცილებაა წარწერებს შორის.

ტრიგონული, ტეტრაგონული და ჰექსაგონური სინგონიის კრისტალებში გამოიკვეთება მხოლოდ ერთი მიმართულება, რომელზედაც არ ხდება ორმაგი სინათლის გარდატყბა. ეს მიმართულება იწოდება ობტიკურ ღერძად. ის ემთხვევა მაღალი რიგის სიმეტრიის ღერძს. ამიტომ საშუალო სინგონიის კრისტალები იწოდებიან ობტიკურად ერთღერძიანებად. ტრიკლინური, მონოკლინური და რომბული სინგონიის კრისტალებს აქვთ ორი მიმართულება, სადაც არ ხდება სინათლის ორმაგი გარდატყბა; ობტიკურად ისინი ორღერძიანები არიან.

იზოტროპულ ფენაში და კუბური სინგონიის კრისტალებში სინათლე ვრცელდება ყველა მიმართულებით ერთი და იგივე სიჩქარით. სინათლის ტალღის ზედაპირი ამ შემთხვევაში სფეროს ფორმის იქნება.

საშუალო სინგონიის კრისტალებში სინათლის ტალღის გავრცელების სიჩქარე სხვადასხვა მიმართულებით სხვადასხვაა. სინათლის ტალღას, რომელიც ვრცელდება ერთნაირი სიჩქარით ყველა მიმართულებით, ეწოდება ჩვეულებრივი, ხოლო სხვადასხვა სიჩქარისას სხვადასხვა მიმართულებით გავრცელებას – არაჩვეულებრივი. პირველი სინათლის ტალღის ზედაპირს წარმოადგენს სფერო, ხოლო მეორისას – ელიფსოიდი. დაბალი სინგონიის კრისტალებს არ აქვთ ჩვეულებრივი ტალღები, ყველა ტალღა ვრცელდება სხვადასხვა სიჩქარით, ხოლო სინათლის ტალღის ზედაპირი რთულია.

ფერი ყოველი მინერალის შესწავლისას, პირველ რიგში ყურადღებას მის ფერზე ვამახვილებთ.

მინერალს შეიძლება ჰქონდეს სხვადასხვა ფერი და შეფერილობა. არსებობს ისეთი მინერალები, რომელთაც აქვთ გარკვეული ფერი, რის მიხედვითაც ისინი შეუცდომლად ამოიცნობიან, მაგალითად წითელი სინგური, ოქროსფერი პირიტი, მწვანე მალაქიტი, ღურჯი დაზურიტი.

ტურმალინი, ბივრილი (ბერილი), გრანატი, ფლუორიტი, კვარცი, შეიძლება სხვადასხვა ფერის იყოს. ტურმალინი არსებობს შავი, ვარდისფერი, მწვანე, უფრო. გვხვდება ისეთი ტურმალინი, სადაც ერთი ბოლო ვარდისფერია, შუა კრისტალისა თეთრი, ხოლო მეორე ბოლო მწვანე. მას პოლიქრომული (მრავალფერიანი) ტურმალინი ეწოდება.

სწორად ერთი და იგივე მინერალი რამდენიმე ერთმანეთისგან მკვეთრად განსხვავებული ფერისაა. მაგალითად, ბერილი მომწვანოც არის, მწვანეც, ყვითელიც, ლურჯიც, თეთრიც, ვარდისფერიც, ოქროსფერ-მოვარდისფროც. ცნობილია უფრო, ვარდისფერი, მტრედისფერი, ყვითელი, ლურჯი, იისფერი ტოპაზი; ყვითელი, მწვანე, მურა, წითელი, ლურჯი ცირკონი. არსებობს სხვადასხვა ფერის ალმასიც: უფრო, ყვითელი, მურა, ნაცრისფერი, შავი, წითელი, მწვანე, მოვარდისფრო, მომტრედისფრო.

მინერალის ფერი დამოკიდებულია მათ შინაგან სტრუქტურაზე. მექანიკურ მინარეგებზე და ძირითად ქრომოფორების შემცველობაზე ე.ი. ნივთიერება რომელიც საღებავის როლს ასრულებს. გამოირჩევა შემდეგი ქრომოფორი ელემენტები Cr, V, Ti, Mn, Fe, Ni, Co, Cu, U, Mo და სხვა მრავალი.

ბუნებრივ ქიმიურ ნაერთებში წარმოშობის მიხედვით არჩევენ მინერალების სამ ფერს: იდიოქრომატულს, ალოქრომატულს და ფსევდოქრომატულს.

იდიოქრომატული საკუთარ ფერს ნიშნავს. ფერი დამოკიდებულია მინერალის თვისებებსა და მინერალში ფერის გამომწვევი ქიმიური ელემენტების ქრომოფორების არსებობაზე. ქრომოფორებს მიეკუთვნება ელემენტები: Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu უფრო ნაკლები ხარისხით: W, Mo. ქრომოფორებს ხატოვნად მინერალური სამეფოს მთავარ მხატვრებს, ფერმწერებს უწოდებენ. ძვირფასი ქვებისადმი ქრომოფორების მიერ მიცემული ფერი ითვლება იდიოქრომატულად, ასეთია ლალის წითელი და ზურმუხტის მწვანე ფერები. იდიოქრომატულ ფერს იწვევს აგრეთვე ნაერთის ატომებისა და იონების ენერგეტიკული მდგომარეობის ცვლილებებთან დაკავშირებული გამოსხივება – ენერგოქრომატიზმი. მაგალითად, რადიუმის სხივების გავლენით უფერული ტოპაზი ხდება მკრთალი, ოქროსფერი – ყვითელი, ვარდისფერი კვარცი – კვამლა კვარცი. იდიოქრომატული ფერის მესამე მიზეზია კრისტალთა აგებულების თავისებურება – სტერეოქრომატიზმი, ე.ი. იონების განლაგება მესრის სიღრმეში.

ალოქრომატულ მინერალებში ფერი გამოწვეულია არა მინერალის ქიმიური ბუნებით, არამედ წვრილად გავანტული მინარევით. ფსევდოქრომატული ანუ ცრუ ფერი დაკავშირებულია სხვადასხვა სახის სინათლის ეფექტთან, მეტწილად ინტერფერენციასთან (ტოპაზი), ოპალესცენციასთან (ოპალი), ირიზაციასთან (ლაბრადორი) და ა.შ.

ძვირფასი ქვების ფერების გამომწვევი ქრომოფორებიდან პირველი ადგილი უკავია რკინას, მეორე-ქრომს. Fe^{3+} -ით გამოწვეულია წითელი, მურა ფერი (გრანატი, კროვავიკი), Fe^{2+} (უფრო სუსტი ქრომოფორია) გვაძლევს მწვანე ფერს, რომელიც ზოგჯერ მურა მწვანე ან ყვითელ-მურა ფერში გადადის. Fe-ზეა დამოკიდებული ქრიზოლითის, ეპიდოტის, მწვანე ტურმალინის ფერები. ფერი უფრო ინტენსიურია, როდესაც ორივე იონი Fe^{2+} და Fe^{3+} ერთდროულად მონაწილეობს. ქრომი აძლევს ძვირფას ქვას

წითელ, მწვანე და იისფერს.

ძვირფას ქვებში ხშირად ადგილი აქვს ფერთა ანიზოტროპიას. ამ შემთხვევაში ფერი დამოკიდებულია კრისტალოგრაფიული ღერძის მიმართულებაზე. ეს მოვლენა ცნობილია პლეოქროიზმის სახელწოდებით. პლეოქროიზმი ყველა ძვირფას ქვას არ გააჩნია. მისი სიმკვეთრე დამოკიდებულია მინერალის ქიმიურ შედგენილობაზე, ფერზე, გახურებაზე და სხვა ფიზიკურ-ქიმიურ მიზეზებზე. ოპტიკურად ერთღერძიან კრისტალებს ორფერიანი პლეოქროიზმი აქვთ (რასაც დიქროიზმი ეწოდება), სამღერძიანებს-სამფერიანი ტრიქროიზმი აქვთ და ა.შ. პლეოქროიზმი კარგად ჩანს ტურმალინისა და კორუნდის კრისტალებში, უფრო სუსტად-ბერილში, ამეთისტროში და ა.შ. ძლიერ პლეოქროულია ქრიზობერილი (მწვანე, წითელი, ნარინჯისფერ-ყვითელი ფერის და ა.შ.). ძვირფას ქვებში პლეოქროიზმს პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს: დაწახნაგებისას შესაძლებელია გაძლიერდეს ქვის ლამაზი ტონები.

ზოგიერთ ქვაში გამავალ სინათლეზე კრისტალის შიგნით ჩანს მცირე სიდიდის მრავალსივნიანი ვარსკვლავი. ამ მოვლენას ასტერიზმი ეწოდება. როგორც ჩანს იგი გამოწვეულია კრისტალში მექანიკური მინარევების ორიენტირებული მიკროსკოპული ჩანართების არსებობით. ასტერიზმი კარგად ჩანს საფირონში, ნაკლებად-ალექსანდრიტში, ლალში. ვარსკვლავები მეტწილად მოთეთრო ან ლურჯი ფერისაა, მარგალიტისებრი ციმციმით ეს მოვლენა სინთეზურ ძვირფას ქვებში არ შეიმჩნევა.

ხშირად ქრომოფორი ელემენტი სივრცულ მესერში ჩაენაცვლება ძირითად ელემენტს და უფრო კრისტალი კაშკაშა, ძვირფას ქვად გარდაიქმნება. მაგალითად, 0,3-0,2 პროცენტიანი ქრომის ჟანგი ბერილს გარდაქმნის ძვირფას ზურმუხტად, უფრო მცირე მანგანუმის უმნიშვნელო ნაწილაკი – ვარდისფერ ვორობიევიტად. ზოგჯერ ტურმალინის კრისტალის ერთ ბოლოს მანგანუმი აძლევს ვარდისფერს, მეორე ბოლოს კი რკინის ჟანგი-მწვანე ფერს. ასეთ შემთხვევაში კრისტალის ზრდის დროს შეცვლილია მინარევის შედგენილობა. ქრომი ლაღს აძლევს წითელ ფერს, ზურმუხტს-მწვანეს, რკინა ზოგ მინერალს აძლევს მწვანე ფერს, ზოგს-ლურჯს ან წითელს. ერთი და იგივე ქრომოფორი თუ რა ფერს მისცემს ძვირფას ქვას, ეს მინერალის შედგენილობასა და სტრუქტურაზეა დამოკიდებული. გარეგანი ზემოქმედება (გახურება, დასხივება) მნიშვნელოვნად ცვლის ძვირფასი ქვის ფერს. გახურებისას ოდნავ იცვლება ყავისფერი და მწვანე ალმასის ფერი, ლალი გახურებისას გაივლის ფერთა მთელ გამას, მაგრამ გაცივებისას, როგორც წესი, პირვანდელი ფერი აღსდგება. ასევე, წითელი შპინელის ფერი 1300°-მდე გახურებისას მნიშვნელოვნად იცვლება, მაგრამ გაცივებისას უბრუნდება პირვანდელს. აქვამარინი და ყვითელი ბერილი გახურებით უფერულდება, გაცივებისას კი მტრედისფერი ხდება. ყავისფერი და ყვითელი ტოპაზი 300-400°-მდე გახურებისას ვარდისფერში გადადის, წითელი ტურმალინი უფერულდება, ამეთისტრო და ციტრინი – 500-600°-ზე გახურებით უფერულდება და ა.შ.

ძვირფასი ქვების ფერი იცვლება რადიუმის, რენტგენის, ულტრაიისფერი სხივების ან ნეიტრონების მოქმედებითაც. ძვირფასი ქვების ფერსა და ტონზე გავლენას ახდენს განათება. მაგალითად, ძვირფასი ქვა უფრო მტრედისფერი ხდება მზის ულტრაიისფერი სხივების მოქმედებით. ვარდისფერი ტურმალინი ხელოვნურ სინათლეზე მუქდება, კარგავს თავის

ფერს. ზურმუხტი და ლალი ყველანაირი განათების დროს ინარჩუნებს ფერს, სადამოთი აქვამარინი მკრთალდება, საფირონის ფერი, პირიქით უფრო მუქდება და ა.შ.

ფერთა თამაში – ზედაპირის მჭახე ან ცისარტყელისებრი შეფერილობაა. ის აიხსნება იმით, რომ მინერალის მჟავიანობის მატებისას მის ზედაპირზე ჩნდება თხელი ზედაპირული ფენა. მოთასამინსფრო და მოლურჯო ფერთა თამაში ახასიათებს ბორნიტს Cu_3FeS_4 . ფერთა თამაში დამახასიათებელია ქალკოპირიტისათვის CuFeS_2 , და ანტიმონიტისათვის Sb_2S_3 .

ირიზაცია და ოპალესცენცია (დამახასიათებელია ფერადი გარდამავალი ფერები) ტიპურია, მაგალითად, ლაბრადორისა და ოპალისათვის.

ხაზის ფერი. ამ ტერმინით იგულისხმება მინერალის წმინდა ფხვნილის ფერი. ამას ადვილად მივიღებთ, თუ მინერალს, რომელთა სიმაგრეც არც თუ ისე დიდია, გავატარებთ ფაიფურის ფირფიტაზე. ეს თვისება მინერალის ფერთან, შედარებით გაცილებით უფრო მუდმივია და მაშასადამე დიაგნოსტიკისათვის უფრო საიმედოც. რიგ შემთხვევაში მინერალის ხაზის ფერი თანხვედება მინერალის ფერს. მაგალითად სინგურის და მისი ხაზის ფერი წითელია, მაგნეტიტის – შავი, ლაზურიტის – ლურჯი და ა.შ. სხვა მინერალებში შემჩნეულია მინერალის ფერსა და ხაზის ფერს შორის საკმაოდ მკვეთრი განსხვავება, მაგალითად ფოლადისებერ – ნაცრისფერი ან შავი ჰემატიტი იძლევა წითელი ხაზის ფერს. სხვადასხვაფრად შეფერილი სფალერიტი ტოვებს შესაბამისად მოშინდისფრო წითელი ხაზის ფერს, ყვითელ და მუქ ყავისფერ ხაზს. ოქროსფერი პირიტი და სხვა არა შავი მინერალი იძლევა შავ ხაზის ფერს და ა.შ. გამჭვირვალე და ნახევრად გამჭვირვალე ფერად მინერალთა უმრავლესობას აქვს უფრო ან ღია ხაზის ფერი. ამიტომ ხაზის ფერს დიდი მნიშვნელობა აქვს ძირითადად არაგამჭვირვალე და ნახევრადგამჭვირვალე მუქი ფერის მინერალების დიაგნოსტიკისათვის.

ელვარება. მინერალის ელვარება დამოკიდებულია ზედაპირიდან სინათლის სხივის არეკვლასა და მასზე დაცემული სინათლის სხივის გარდატეხის მანვენებელზე. ამ ნიშნის მიხედვით არჩევენ მეტალურ, მეტალისებერ და არამეტალურ ელვარებას. მეტალური ელვარება ახასიათებს ბევრ ხალას ელემენტს, გოგირდოვან ნაერთებს (გალენიტი, ქალკოპირიტი, მოლიბდენიტი, პირიტი, ანტიმონიტი და ა.შ.). მეტალისებრი – ზოგიერთ ჟანგეულს (ჰემატიტი, კუპრიტი და სხვ.). არამეტალური ელვარება გამჭვირვალე მინერალებისათვის არის დამახასიათებელი.

არამეტალური ელვარებიდან არჩევენ: **ალმასისებრი** – ალმასი, კასიტერიტი, რუტილი, ცირკონი; **მინისებრი** – კვარცი, ფლუორიტი, კორუნდი, შპინელი, სფალერიტი, დისტენი, გრანატები, ბევრი სულფატი და კარბონატი; **სადაფისებრი** – ქალციდონი, ჰალუაზიტი, გარნიერიტი, ფირფიტოვანი თაბაშირი; **ცხმიოვანი** – ნეფელინი, შეელიტი, გოგირდი (მონატესზე); **აბრეშუმისებრი** – ქრიზოლიტი-აზბესტი, თაბაშირი (სელენიტი), მალაქიტი, სერიციტი; **ფისისებრი** – ურანიტი, ორთიტი.

ელექტრული თვისებები. დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს კრისტალის ელექტრულ თვისებებს (პირო და პიეზოელექტრობა).

პიროელექტრობა – ელექტრობა, რომელიც კრისტალში ტემპერატურის ცვალებადობისას აღიძვრება. როცა, ელექტრული დამტენები აღიძვრება მხოლოდ კრისტალის ბოლოებში – მათ ეწოდებათ დიელექტრიკები. პიროელექტრული თვისება ახასიათებს იმ კრისტალებს, რომელთაც არ გააჩნიათ სიმეტრიის ცენტრი. განსაკუთრებით ძლიერად ეს თვისება ახასიათებს ტურმალინის კრისტალს.

პიეზოელექტრობა – ელექტრობა, რომელიც კრისტალის გაჭიმვის ან შევიწროებისას აღიძვრება (პირდაპირი პიეზოელექტრული ეფექტი). თუ კრისტალს შევაიწროებთ, მის ბოლოებზე აღიძვრება ელექტრული იმპულსი, იმავე კრისტალის გაჭიმვისას იმავე ბოლოებზე ასევე აღიძვრება ელექტრული იმპულსები, ოღონდ საპირისპირო ნიშნით.

ბუნებრივი კრისტალებიდან პიეზოელექტრობისათვის ყველაზე მეტად გამოიყენება მთის ბოლოებსა და პიეზოკვარცის გამჭვირვალე კრისტალები, ხოლო ხელოვნურიდან – სეგნეტური მარილის კრისტალები და სხვა რამდენიმე შენაერთი.

მაგნიტურობა. ეს თვისება ახასიათებს არც თუ ისე ბევრ მინერალს. განსაკუთრებით ძლიერი მაგნიტური თვისება ახასიათებს მაგნეტიტს, ანუ მაგნიტურ რკინას $FeFe_2O_4$, სუსტი – პიროტინს $Fe_{1-x}S$ ეს მინერალები იზიდავენ მაგნიტურ ისარს, ხოლო მაგნეტიტს შეუძლია გარკვეული მეტალური საგნების დაჭერაც.

მინერალები, რომელთაც მაგნიტური ველი აქვთ **ფერომაგნიტურს** უწოდებენ, ესენია ძირითადად ჟანგეულები. ხოლო რკინის შემცველი მრავალი მინერალი (ილმენიტი, პიროქსენი და სხვა.) ხასიათდება სუსტი მაგნიტურობით, მათ **პარამაგნიტური** მინერალები ეწოდებათ.

ასევე არსებობს მინერალები, რომლებიც მაგნიტისაგან განიზიდებიან, მოძრაობენ მაგნიტის მიახლოებისას საპირისპირო მიმართულებით, მათ **დიამაგნიტებს** უწოდებენ (კალციტი, ჰალიტი, გრაფიტი, თვითნაბადი ოქრო, ვერცხლი, ბისმუტინი).

მინერალების უმცირესი ნაწილაკების მაგნიტურობას სინჯავენ მაგნიტის შეხებით.

ლუმინესცენცია. მინერალი შეიძლება ანათებდეს სხვადასხვა ფაქტორების ზეგავლენით: გახურების შედეგად, წნევის ზეგავლენით, ულტრაიისფერი, კათოდური და რენტგენული მოკლე ტალღიანი სხივებით დასხივებისას შეიძლება თვითონ გამოასხივონ შუქი. ამ მოვლენას ლუმინესცენცია ჰქვია. ანსხვაებენ: ფლუორესცენცია – ნათება, რომელიც წყდება იმ წუთას, როცა წყდება მასზე მოქმედება და ფლუორესცენცია – ნათება, რომელიც გამაღიზიანებელი მოქმედების შეწყვეტის შედეგად გარკვეული დროით გრძელდება. არსებობს თერმოლუმინესცენცია – ნათება გახურების შედეგად.

ერთი და იგივე მინერალი შეიძლება იყოს ლუმინესცირებული სხვადასხვა ფერებით და შეიძლება აღმოვანიხნოთ ლუმინესცენცია სხვადასხვაგვარი. ულტრაიისფერ სხივებში ფლუორიტი ბრწყინავს იისფერი ფერით, ტუნციტი-მწვანე, შეელიტი-ცისფერი, კორუნდი-ჟოლოსებრ-წითელი, კალციტი-ყვითელი და ა.შ.

რადიოაქტიურობა. რადიოაქტიურობა ეწოდება ერთი ქიმიური ელემენტის არამყარი იზოტოპების გარდაქმნას მეორის იზოტოპებად ელემენტარული ნაწილაკების გამოსხივების შედეგად. რადიოაქტიური ელემენტებია:

ურანი, რადიუმი და თორიუმი.

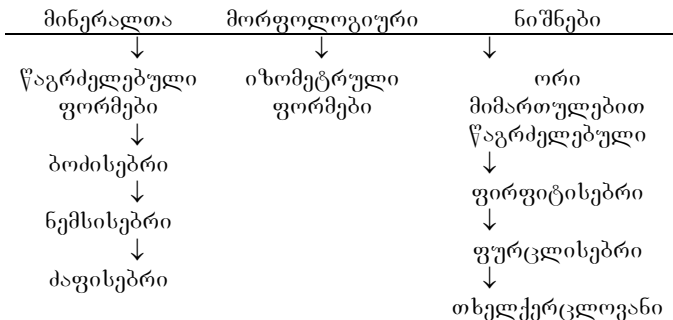
რადიოაქტიურობის დადგენა ხდება სხვადასხვა ელექტროსკოპების მეშვეობით, იონიზაციის კამერით და სხვადასხვა დანადგარების დახმარებით.

სითბოგამტარობა. ეს არის მინერალის უნარი გაატაროს სითბო. კარგი სითბოგამტარებია კეთილშობილი ლითონები. სითბოს ყველაზე ცუდად ატარებს ქარსები, გრაფიტი.

მინერალებისა და მათი აგრეგატების მორფოლოგია.

ბუნებაში მყარ მინერალთა უმრავლესობა გავრცელებულია უსწორო ფორმის მარცვლების სახით, რომელთაც არა აქვთ კრისტალური წახნაგები, მაგრამ მიუხედავად ამისა და მათი სიდიდისა აქვთ შინაგანი კრისტალური აღნაგობა. კარგად განვითარებული კრისტალები გაცილებით უფრო იშვიათად გვხვდება.

მინერალთა გარეგანი სახე მრავალნაირია. ის განისაზღვრება მათი ზომებითა და მორფოლოგიით. მინერალთა მორფოლოგია, მათი იერი ხასიათდება სივრცეში სამი განზომილებით და გამოისახება სიგრძის, სიგანის და სიფართის ურთიერთ შერწყმით. სხვადასხვაგვარ მინერალთა ფორმებსა და კრისტალურ მარცვლებს შორის დამოკიდებულების მიხედვით გამოყოფილია ტიპები და სახესხვაობები.



იზომეტრიულ კრისტალებს ან მარცვლოვან მინერალებს ყველა მიმართულებით ერთი ზომები აქვთ. ასეთებია, მაგ: გრანატის, მაგნეტიტის, ალმასის, სფალერიტის, პირიტის კრისტალები. წაგრძელებული ტიპის მინერალების სივრცე გაცილებით ჭარბობს მის სიგანეს. მათ შორის გვხვდება სვეტისებური, ნემსისებრი, ჩხირისებრი, თმისებრი სახესხვაობები. წაგრძელებული მინერალების მაგალითია ტურმალინი, ბერილი, ნატროლიტი, ქრიზოლიტი, აზბესტი, თაბაშირ-სელენიტი. გაბრტყელებული მინერალები განირჩევიან თავიანთი სისქით, რომელიც სიგანეს გაცილებით ჭარბობს. ისინი წარმოდგენილია ფირფიტოვანი, თხელფირფიტოვანი, ფურცლოვანი და

თხელქერცლოვანი სახე-სხვაობებით. ასეთი მინერალებია ილმენიტი, ჰემატიტი, ბიოტიტი, ქლორიტი.

წაგრძელებულ-გაბრტყელებული კრისტალები – კოლუმბიტი, ბარიტი, თაბაშირი, კიანიტი, სპოდუმენი, ვოლასტონიტი.

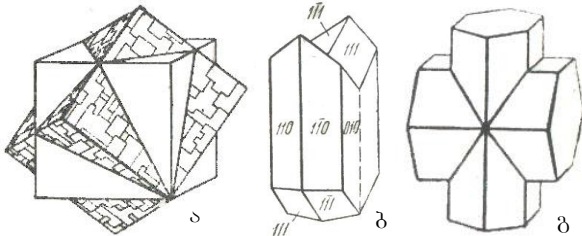
გარდა ამისა ცნობილია კრისტალთა რთული ფორმები, მაგ: კრისტალური დენდრიტები ან საერთოდ უსწორო ფორმის კრისტალური წარმონაქმნები.

კრისტალურ ინდივიდთა იერის გარდა არჩევენ აგრეთვე **კრისტალების ჰაბიტუსს**, რომელიც მხოლოდ კარგად დაწახნაგებულ მინერალებს მიეკუთვნება. ჰაბიტუსის დახასიათება ემყარება მოცემული მინერალის კრისტალებზე ამა თუ იმ გაბატონებულ კრისტალოგრაფიულ ფორმებს. მაგ: კუბური ანუ ტეტრაედრის სახე აქვს პირიტს, გალენიტს, ჰალიტს; ოქტაედრული – ალმასს, მაგნეტიტს, ფლუორიტს; ტეტრაედრული – სფალერიტს, ტეტრაედრიტს; პრიზმული – დიოპსიდს, ბიკრიტს; დიპირამიდული – შეელიტს, ცირკონს და ა.შ.

ერთი და იგივე კრისტალიზაციის და გამყარების შედეგად წარმოშობილ მინერალთა ერთობლიობას **აგრეგატები** ეწოდება. ქვემოთ მოცემულია მინერალური აგრეგატების მთავარი ტიპების აღწერა. აგრეგატები არიან მონომინერალური ე.ი. ერთი მინერალის კრისტალების მარცვლებისაგან შემდგარი და პოლიმინერალური – წარმოდგენილი რამდენიმე სხვადასხვა შედგენილობისა და თვისებების მქონე მინერალით.

აღნაგობისა და მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით მინერალური აგრეგატები უადრესად სხვადასხვაგვარია. მინერალები ნივთიერების კრისტალურობის ხარისხის მიხედვით იყოფა: ნათლადკრისტალური და ფარულკრისტალური.

აგრეგატებიდან უმნიშვნელოვანესია მარცვლოვანი აგრეგატები, რომლებიც უდიდესი გავრცელებით სარგებლობენ მიწის ქერქში, სწორედ მათი საშვალებითაა აგებული ყველა კრისტალური ქანი. მარცვლოვანი აგრეგატები განირჩევიან მარცვლების სიდიდით: მსხვილმარცვლოვანი, საშუალომარცვლოვანი, წვრილმარცვლოვანი; ასევე განასხვავებენ თანაბარმარცვლოვან და არათანაბარმარცვლოვან აგრეგატებს. მარცვლოვანი აგრეგატები შედგება იზომეტრული ფორმის მარცვლებისაგან. მიწისებრი აგრეგატები დამახასიათებელია ფხვნილისებრი, დაფშვნილი მინერალებისათვის და დანალექი ქანებისათვის – თიხა, ბოქსიტი და ა. შ.



სურ. 2. მინერალთა კანონზომიერი შენაზარდები: ა. ფლუორიტი, ბ. თაბაშირი, გ. სტავროლიტი

მრჩობლები ეწოდება ერთი და იგივე მინერალის ორი კრისტალის კანონზომიერ შენაზარს (სურ. 4), მრჩობლში ინდივიდები შეიძლება

ურთიერთ შეთავსებულნი იყვნენ ან გარკვეული ღერძის ირგვლივ 180°-ით შემობრუნებით ან სიმეტრიის სიბრტყის არეკვლით (სურ. 4,ბ) ან ინვერსიის გზით (სურ. 4,გ).

ზოგი მინერალისათვის მრჩობლების არსებობა ტიპიურია და ხშირად აადვილებენ მათ დიაგნოსტიკას. ასეთებია, მაგალითად თაბაშირის ეგრეთწოდებული „მერცხლის კუდები“, სტავროლითის ჯვარისებრი მრჩობლები და სხვა.

მინერალის არსებობის ფორმა უამრავია ბუნებაში, რომელთაგან გამოვყოფთ:

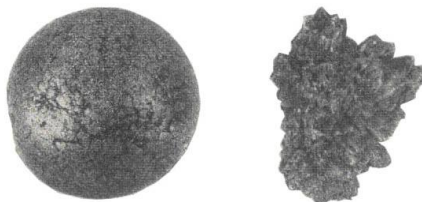
დრუხები წარმოადგენს ამა თუ იმ სიცარიელის კედლებზე დაზრდილ კარგად განვითარებული ცალკეული კრისტალების არაკანონიერ შენაზარდებს, რომელთა ერთი ბოლო მიმაგრებულია საერთო ფუძეზე. გვხვდება მსხვილი, ძალზედ ღლამაზი კვარცის, კალციტის, ტოპაზის, პირიტის და სხვა მინერალების დრუხები.

დრუხებში კრისტალები ზოგჯერ ერთმანეთს მჭიდროდ ეხებიან და სავარცხლისებრ ან ჯვარისისებრ აგრეგატს ქმნიან (ნახ. 5).



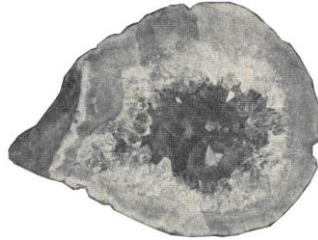
სურ. 5. კვარცის დრუხა

კონკრეციები წარმოადგენს სფეროსებრ ან არამთლიანად წესიერი სფეროს ფორმის (ნახ.), ზოგჯერ სხივისებრი აგებულების სხეულს. სხეულების კონკრეციის ზომები ფართო დიაპაზონში ცვალებადობს. მათი ზომები რამდენიმე მილიმეტრიდან ათეულ სანტიმეტრამდე და ზოგჯერ მეტრამდეც აღწევს. კონკრეციები ხშირად, მაგრამ არა ყოველთვის წარმოიშებიან უცხო სხეულის ირგვლივ, რომლებიც ბევრ შემთხვევაში ორგანულ ნაშთებს წარმოადგენენ. კონკრეციის ჩამოყალიბება დაკავშირებულია ნივთიერების პერიფერიიდან ცენტრისაკენ მოძრაობით, ამასთანავე კრისტალების ზრდა საპირისპიროდ ცენტრიდან პერიფერიისკენაა. კონკრეციები გვხვდება მაგალითად თიხებში, ქვიშებში და სხვაგან. კონკრეციების სახით გვხვდება მინერალი ფოსფორიტი, მარკაზიტი, პირიტი და სხვანი.



სურ. 6. დანალექი წარმოშობის პირიტის კონკრეციები

სეკრეცია წარმოიშობა კრისტალური ან კოლოიდური ნივთიერებებით სწორი, მაგრამ ჩვეულებრივ, მომრგვალებული სიციარიელების შევსების შედეგად. სადაც მინერალური აგრეგატების ზრდა მიმდინარეობს პერიფერიიდან ცენტრისკენ. მათ რადიალურ ბოჭკოვანი ფორმა აქვს. თუ სეკრეცია 1-2სმ-ზე დიდი ზომისაა, მას **ჟელდა** ეწოდება (ნახ. 7). პატარა ზომის სეკრეციებს კი ნუშურები ეწოდებათ, ისინი ძირითადად ზოგიერთი ეფუზიური წარმოშობის ქანში გვხვდება.



სურ. 7. ჟელდა, შევსებული ქალცედონითა და კვარცის დრუზით

პატარა სიციარიელები მინერალური ნივთიერებებით, ჩვეულებრივ მთლიანად ივსება, დიდი სიციარიელების ცენტრში კი ხშირად გვხვდება სიციარიელე.რომლის კედლები მოფენილია კრისტალთა დრუზებით ან ნადენი ფორმებით.

დენდრიტები – ანუ მცენარის ტოტისმაგვარი ფორმები მიიღება სწრაფი კრისტალიზაციის დროს წვრილ ნაპრალებში ან ბლანტ გარემოში, როდესაც კრისტალები ერთმანეთს ეზრდება და ქმნის ტოტისმაგვარ ფორმებს. ხშირია შავი ფერის დენდრიტები მანგანუმის ნაერთების (ნახ.), თვითნაბადი ვერცხლის და სპილენძის.

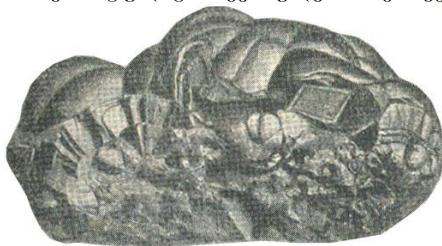


სურ. 8. მანგანუმის ქანგის დენდრიტები

ოლითები პატარა სფეროსებრი წარმონაქმნებია, რომელთა დიამეტრის ზომა 0.05მმ – 2-3მმ ფარგლებში ცვალებადობს. მათი წარმოშობა ბევრი კონკრეციების წარმოშობის ანალოგიურია. ჭრილში მათ კონცენტრული აგებულება აქვთ; ცენტრში შეიძლება დაეინახოს ნიჟარის ნატეხი. ოლითები დამახასიათებელია არაგონიტის, ბოქსიტის, ლიმონიტისათვის.

ნადენი და თირკმლისებრი აგრეგატები (სურ. 9) ფართოდაა გავრცელებული ზედაპირულ წარმონაქმნებში. ნადენ ფორმებს აქვთ ყინულის ლოლოს ფორმა, ზევიდან ზრდის შემთხვევაში მათ სტალაქტიტი ხოლო ქვევიდან – სტალაგმიტი ეწოდება. კალციტის სტალაქტიტები და

სტალაგმიტები ხშირია კარსტულ გამოქვაბულებში, კირქვებს შორის.



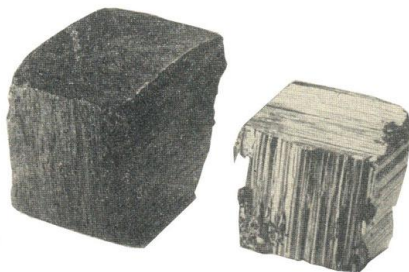
სურ. 9. ჰემატიტის თირკმლისებრი აგრეგატები

ნადენი (ნადენთი) და თირკმლისებური აგრეგატები დამახასიათებელია მალაქიტისთვის, ჰემატიტისთვის, ქალცედონისთვის, არაგონიტისთვის (სურ. 10) და სხვა მინერალებისათვის. ასეთი აგრეგატების ჭრილი გვიწვევს ზონალურ აგებულებას, რაც აიხსნება მათ წარმოქმნულ ხსნარებში ნივთიერი შედგენილობის ცვალებადობით.



სურ. 10. არაგონიტის თირკმლისებური აგრეგატები

არსებობს მინერალები მისთვის არა მახასიათებელი ფორმით. ასეთ წარმონაქმნებს ეწოდებათ **ფსევდომორფული** („ფსევდო“ – უცხო, „მორფოს“ – ფორმა). მაგალითად ლიმონიტის ფსევდომორფოზა პირიტის მიმართ, ამ შემთხვევაში ლიმონიტს აქვს პირიტის კუბის ფორმა შენარჩუნებული ზოგჯერ დაშტრისული ზედაპირითაც (ნახ. 11).



სურ. 11 ლიმონიტის ფსევდომორფოზა (კუბური კრისტალები) პირიტის მიმართ

იმ შემთხვევაში, როცა ახლად წარმოქმნილ მინერალს აქვს იგივე კიბიური შედგენილობა, როგორც იმ მინერალს, რომლის საფუძველზეც ის

ვითარდება, იწოდებიან **პარამორფოზებად**. ასეთია მაგალითად: მაღალტემპერატურული ჰექსაგონური კვარცის გარდაქმნა დაბალტემპერატურულ ტრიგონულ კვარცად.

მინერალწარმოქმნის გეოლოგიური პროცესები

მინერალი – არის ბუნებრივი ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების პროდუქტი. მინერალწარმოქმნის პროცესები იყოფა ორ დიდ ჯგუფად: ენდოგენურ და ეგზოგენურ პროცესებად.

ენდოგენური (ჰიპოგენური, სიღრმული) პროცესები მიმდინარეობს მიწის ქერქის სიღრმეში და ძირითადად მაგმის მოქმედებასთანაა დაკავშირებული. მაგმის გაციების პროცესებს მივყავართ სხვადასხვა მაგმური ქანის ჩამოყალიბებასთან, ხოლო მაგმიდან განცალკევებულ აირად და წყლოვან ხსნარებს გადააქვთ სხვადასხვა ნივთიერება, რომელიც შესაფერის პირობებში, მაგალითად ნაპრალებში, ინდივიდიზირებული მინერალების სახით გამოიყოფიან.

ეგზოგენური (ჰიპერგენული, ზედაპირული) პროცესები მიმდინარეობს მიწის ზედაპირზე ან მის მახლობლად, ასევე ატმოსფეროში და ჰიდროსფეროში. ეს პროცესები დაკავშირებულია ქანებისა და მინერალების ფიზიკურ და ქიმიურ ნგრევასთან, რის შედეგადაც ყალიბდება ახალი ქანი და მინერალი, მიწის ზედაპირის პირობებში გამძლე. აქვე მიმდინარეობს ბიოგენური პროცესები.

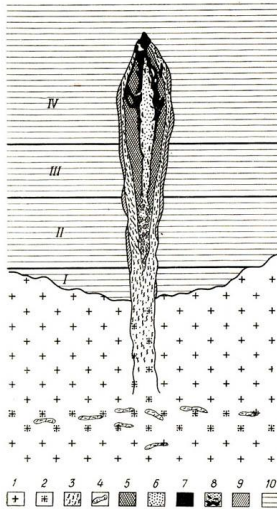
ქანები და მინერალები ფიზიკურ-ქიმიური პირობების შეცვლისას მიწის ქერქში განიცდიან გარდაქმნას – **მეტამორფიზმს**, რის შედეგადაც წარმოიქმნებიან ახალი მინერალები და ქანები, რომლებსაც ეწოდებათ **მეტამორფული**.

მინერალწარმოქმნის ენდოგენური პროცესები

ენდოგენური პროცესები ასე თუ ისე ყოველთვის მაგმასთანაა დაკავშირებული. მათ შორის გამოიყოფა მაგმური, პეგმატიტური, პნევმატოლითური და ჰიდროთერმული პროცესები.

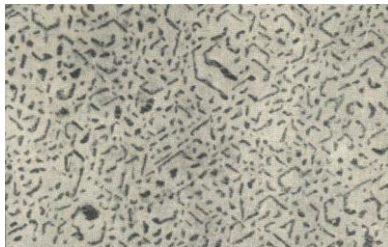
მაგმური პროცესი უშუალოდ მაგმის კრისტალიზაციასთანაა დაკავშირებული. მაგალითად გრანიტი შედგება მინდერის შპატის, კვარცისა და ქარსებისაგან. ამ მინერალების წარმოშობა აღნიშნულ სიტუაციაში – მაგმურია. ასევე მაგმური წარმოშობისაა აპატიტი, ცირკონი, ალმასი, პლატინა, ქრომის მადნები, ნიკელი, სპილენძი, რკინა და ა.შ.

პეგმატიტური პროცესი. გრანიტული მაგმის კრისტალიზაციისას ყალიბდება სილიკატური მდნარი, რომელიც გამდიდრებულია იშვიათი ელემენტების შენაერთებით და აქროლადი ნივთიერებებით – მინერალიზატორებით. ეს სილიკატური მდნარი იჭრება შემცველ ქანებში, ავსებს ნაპრალებს, ქმნის მსხვილკრისტალურ ძარღვულ სხეულს–პეგმატიტს (ნახ. 12).



სურ. 12. პეგმატიტური პროცესის განვითარებისა და პეგმატიტური ტიპების ურთიერთქმედების სქემა 1. წვრილმარცვლოვანი გრანიტი
 2. მსხვილმარცვლოვანი გრანიტი; 3-4 წვრილი გრანიტი; 5. მიკროკლინის ზონა; 6. კვარცის ზონა; 7. ალბიტის ზონა; 8. Li-ს და Be-ს მინერალები; 9. მუსკოვიტ-კვარც-ალბიტანი ზონა; 10. შემცველი ქანები

პეგმატიტები მდიდარია სხვადასხვა მინერალებით. ძირითადი ქანაშენი მინერალების გარდა (მიკროკლინი, პლაგიოკლასები, კვარცი, მუსკოვიტი და ბიოტიტი) ხშირად გვხვდება ტურმალინი, ზოგიერთი პეგმატიტისთვის დამახასიათებელია ბიურლი, სპოდუმენი, ლეპიდოლიტი, ტანტალიტი, კოლუმბიტი, იშვიათი მიწების მინერალები, ორთიტი და სხვა მრავალი. ადრინდელი პერიოდის პეგმატიტებისათვის ტიპურია კვარცისა და მინდურის შპატის თანადროული კრისტალიზაცია, რასაც მიყვავართ “წვრილი გრანიტის” (კვარცის და მინდურის შპატის კანონზომიერი შენაზარდის) ჩამოყალიბებასთან (ნახ. 13).

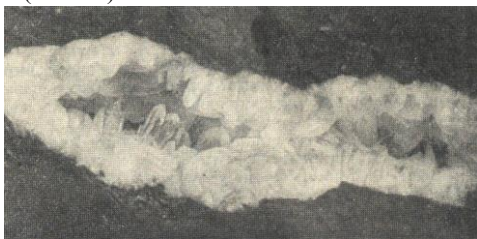


სურ. 13. წვრილი გრანიტი

პნევმატოლითური პროცესი ან პნევმატოლიზი. (პნევმა-ბერძნულად „აირი“). პნევმატოლიზი არის მინერალის წარმოქმნის პროცესი აირადი ფაზიდან. პნევმატოლიზის პროლუქტი – პნევმატოლითი – იყოფა

უელკანურად და სიღრმულად.

ჰიდროთერმული პროცესი. ჰიდროთერმები—ცხელი წყლოვანი ხსნარი, რომელიც გამოიყოფა მაგმიდან ან ყალიბდება აირების შეკუმშვით. ჰიდროთერმების მოძრაობის მიზეზია წნევის სხვაობა. როცა ხსნარების შინაგანი წნევა უფრო დიდია ვიდრე ზედაპირული, ხსნარები მიემართებიან უფრო მცირე წნევისაკენ, ძირითადად ზევით, ზედაპირისაკენ. თავისი მოძრაობისას ისინი იყენებენ ტექტონიკურ რღვევებს, ნაპრალებს, კონტაქტურ ზონებს. მათი ფორმა ხშირად ძარღვისებრია. უმთავრესი ძარღვული მინერალი კვარცია (ნახ. 14).



სურ. 14. ტიპური ჰიდროთერმული ძარღვი, შევსებული კვარცისა და ანკერიტის კრისტალებით

ჰიდროთერმული პროცესის გამოვლინებისათვის ყველაზე უფრო ხელსაყრელი პირობები იქმნება მცირე და საშუალო სიღრმეებზე (ზედაპირიდან 3-5 კილომეტრამდე). ჰიდროთერმულ წარმონაქმნთა მთავარი მასა სივრცობრივად და გენეტურად ძირითადად დაკავშირებულია მჟავე ქანების ინტრუზივებთან.

ჰიდროთერმული წარმოშობისაა იშვიათი და რადიოაქტიური მეთალები, ოქრო, ასევე არამეტალური სასარგებლო წიაღისეული.

მინერალთა ამა თუ იმ გაბატონებული ასოციაციის და ჩამოყალიბების ტემპერატურის მიხედვით ამ წარმონაქმნებს სრულიად პირობითად ჰყოფენ მაღალ, საშუალო და დაბალ ტემპერატურულად.

მინერალწარმოქმნის ეგზოგენური პროცესები

მიწის ქერქის ზედაპირზე ხდება მინერალებისა და ქანების ენერგიული ნგრევა. ქიმიური და ფიზიკური აგენტების (ჟანგბადის, ნახშიროჟანგის, წყლის, ტემპერატურის) ერთობლივ მოქმედების პროცესებს გამოფიტვის პროცესი ეწოდება.

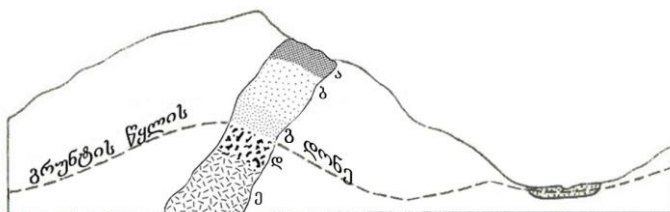
გამოფიტვის პროცესები გამოიხატება უმთავრესად, ქანებისა და მადნების მექანიკურ დაშლაში ძირითადად ტემპერატურის ცვალებადობის შედეგად, რაც იწვევს ქანების და მადნების შემადგენელ მინერალთა დეჰიდრატაციას. გამოფიტვის აგენტებია აგრეთვე ქარი და წყალი, ჰაერის უანგბადი და ნახშირმჟავა, ორგანიზმების ცხოველმოქმედება.

პროცესის ფიზიკური მოქმედებისას ხდება ქანებისა და მინერალების მექანიკური დაშლა – მათი დეჰიდრატაცია. ნატეხი მასალა ან ადგილზე რჩება, ან გადაიტანება წყლის მეშვეობით. რის საფუძველზეც წარმოიქმნება ნაშალი მასალა – საჭირო წყარო ახალი მინერალებისათვის.

ზედაპირზე განვითარებული მცენარეული საფარი და მასთან ერთად

ადვილად ხსნადი სხვადასხვა ორგანული ნაერთები შესამჩნევად აძლიერებენ ქანებისა და მადნების ქიმიური დაშლის პროცესებს.

ქიმიური მოქმედებისას ხდება მინერალების ქიმიური დაშლა და ყალიბდება ახალი მინერალები, ზედაპირული პირობებისათვის უფრო გამძლე (ნახ. 15).



სურ. 15. პიდროთერმული სულფიდური ძარღვის გამოფიტვის სქემა ა. რკინის ქული ან ძარღვის გამოსავალი, შეღებილი რკინის ქანგით;

- ბ. გამოტუტვის ზონა;
- გ. დაქანებული გამდიდრებული ზონა (მალაქიტი, აზურიტი, კუპრიტი, თვითნაბადი სპილენძი, ქროზოკოლა);
- დ. მეორადი სულფიდური გამდიდრების ზონა (ქალკოზინი, კოველინი, ბორნიტი და სხვ).
- ე. პირველადი სულფიდები (ქალკოპირიტი, პირიტი და სხვ.).

ქიმიურად მდგრადი მინერალები (ისეთები, როგორცაა კვარცი, ოქრო, პლატინა და სხვა) და აგრეთვე ძნელად ხსნადი ახალი წარმონაქმნები მიწის ზედაპირზე გროვდებიან.

დალექვის პროცესი. გამოფიტვის აგენტების ზეგავლენით წარმოქმნილი ნაშალი მასალა ქანების ნატეხებისა და მინერალების სახით გადაიტანება წყლის ან ქარის მეშვეობით. ამ დროს მიმდინარეობს მასალის დახარისხება. ამ გზით ხვდება ნამსხვრევი მასალა (ხვინჭა, როჭკი, ქვიშა და სხვ.) ზღვებში და ტბებში, სადაც ყალიბდება ე. წ. მექანიკური ნალექები.

მინერალების ქიმიური დალექვა ხდება როგორც ჭეშმარიტი, ასევე კოლოიდური ხსნარებიდან. ტბებსა და ზღვებში ისეთი პირობები ყალიბდებოდა, როცა გახსნილ ნივთიერებებს არ შეუძლიათ ხსნარში ყოფნა და ნალექში გადადიან. ასე წარმოიშობა მრავალი მარილი: თაბაშირი, პალიტი, კარნალიტი და სხვა. ეს ქიმიური ნალექებია.

მარილების დაგროვება მშრალი კლიმატის პირობებში ხდება ზღვის (იშვიათად კონტინენტური) წყლების აორთქლებისას.

მინერალების და ქანების დაშლაში დიდი როლი ეკუთვნით ცოცხალ ორგანიზმებს, ძირითადად ბაქტერიებს. ამიტომ გამოიყოფა **ბიოგენური** ან უფრო ზუსტად ბიოქიმიური პროცესი. დადგენილია ორგანიზმების მონაწილეობა ფოსფორიტების, თვითნაბადი გოგირდის, რკინის და მანგანუმის მინერალების ჩამოყალიბებაში.

ეკოგენური მინერალების ჩამოყალიბებაში დიდ როლს თამაშობს **კოლოიდური** ხსნარებიც.

მინერალწარმოქმნის მეტამორფული პროცესები

დანალექი ქანები მიწის ქერქის მოძრაობისას შეიძლება მოხვდნენ

ლითოსფეროს უფრო დრმა ზონებში, სადაც განსხვავებული თერმოდინამიკური პირობებია, ვიდრე ზედაპირზე. აქედან გამომდინარე ისინი განიცდიან ცვალებადობას- მეტამორფიზმს, რომლის მთავარი ფაქტორებია ტემპერატურა და წნევა. მაგალითად, კირქვა მეტამორფიზმისას გადადის კრისტალურ მარცვლოვან ქანში- მარმარილოში, ქვიშაქვა- კვარციტში, თიხოვანი ქანები- ფილიტში, ხოლო შემდეგ კრისტალურ ფიქლებსა და გნეისებში. მეტამორფიზმი შეიძლება განიცადონ არა მარტო დანალექმა, არამედ მაგმურმა ქანებმაც. გამოიყოფა კონტაქტური, დისლოკაციური (ანუ დინამომეტამორფიზმი) და რეგიონული მეტამორფიზმი.

კონტაქტური მეტამორფიზმი მიმდინარეობს დანალექი და მაგმური ქანების კონტაქტისას. თუ მაგმურ მდნარს აქვს 1000° ტემპერატურა და მდიდარია აირებით, იგი სახეს უცვლის შემცველ ქანებს და ვითარდებიან სახეცვლილი ქანები.

კონტაქტური მეტამორფიზმის კარგი მაგალითია ინტრუზივების კარბონატულ ქანებში შეჭრა რის შედეგადაც ალუმოსილიკატური (გრანიტული) მაგმა და კარბონატული ქანი (კირქვა) მოქმედებენ ურთიერთ-შორის.

როგორც ენდოგენურ ისე ეგზოგენურ წარმონაქმნთა მეტად ძლიერი ცვლილებები ვითარდება ვერეთ წოდებული რეგიონალური მეტამორფიზმის დროს, როდესაც ტექტონიკური გადაადგილების გამო მიწის ქერქის ზედა ჰორიზონტების მთელი უბნები სიღრმის პირობებში მაღალი ტემპერატურისა და წნევის პირობებში მოხვდებიან. ამ პირობებში არსებითად იცვლება ქანებისა და მადნების მინერალური და ქიმიური შედგენილობა, აგრეთვე მათი თვისებები და გარეგანი იერი. მიმდინარეობს ნივთიერების ხელახალი გადაკრისტალება.

რეგიონული მეტამორფიზმი მიმდინარეობს დიდ სიღრმეში და უზარ-მაზარ ტერიტორიას მოიცავს. რეგიონული მეტამორფიზმის ტიპური მინერალებია ქარსები, გრანატი, დისტენი, ანდალუზიტი და ა.შ. ისინი არიან ძირითადი ქანაშენი მინერალები. ფართოდ გავრცელებული მეტამორფული ქანებია – კრისტალური ფიქლები, გნეისები, ამფიბოლიტები და ფილიტები.

მინერალოგიური კვლევის მეთოდები

მინერალოგიური კვლევის ობიექტებს წარმოადგენენ მინერალები და ქანებში მინერალთა ასოციაციები.

მინერალოგიური კვლევის მიზანია:

1. მინერალების და მათი მინერალური სახესხვაობების დიაგნოსტიკა;
2. მინერალების ქიმიური შედგენილობის გარკვევა, მინარე-ვიელემენტების ჩათვლით, რომლებიც შეიძლება იყოს $(1.10^{-6}-1.10^{-7} \% -$ მდე);
3. მინერალების კრისტალური სტრუქტურის დადგენა;
4. მინერალების ჩამოყალიბების პირობების აღდგენა;
5. მინერალების პრაქტიკული გამოყენების შესწავლა;

მინერალების კვლევაში უდიდესი როლი უჭირავთ შემდეგ უმთავრეს მეთოდებს:

1. ქიმიური მეთოდი;
2. ემისიურ-სპექტრული ანალიზი;

3. ალის ფოტომეტრია;
4. ატომურ-აბსორბციული ანალიზი;
5. რენტგენოსპექტრული ანალიზი;
6. მიკრორენტგენოსპექტრული ანალიზი;
7. რადიომეტრული მეთოდები;
8. რადიოაქტიური ანალიზი;
9. რენტგენოსტრუქტურული მეთოდი;
10. ელექტრონული მიკროსკოპია;
11. თერმული მეთოდი;
12. ინფრაწითელი სპექტროსკოპია;
13. ლუმინესცენტური ანალიზი;
14. თერმობარომეტრული ანალიზი;
15. მას-სპექტრომეტრია.

მინერალების კლასიფიკაცია

მინერალთა კლასიფიცირება მრავალი ნიშნის მიხედვით შეიძლება. არსებობს გენეტიკური კლასიფიკაცია, სადაც მინერალები გამოიყოფა მათი წარმოშობის მიხედვით, მაგ: მაგმური, პეგმატიტური, სკარნული და სხვა გზით წარმოშობილი მინერალები. შესაძლებელია მინერალთა კლასიფიკაცია კრისტალოგრაფიული თვალსაზრისით, ანუ სინგონიების მიხედვით.

ყველაზე გავრცელებულია მინერალთა კლასიფიკაცია ქიმიური შედგენილობის მიხედვით (ქიმიური ნაერთების ტიპის, ქიმიური ნაერთის ხასიათის მიხედვით), სადაც გასათვალისწინებელია მინერალთა სტრუქტურული მახასიათებლები.

პირველ რიგში მინერალთა სამეფოში გამოიყოფა ელემენტარული ანუ თვითნაბადი ნივთიერებები და მათი ნაერთები. ელემენტარული ნივთიერებებიდან განვიხილავთ მინერალთა ერთ კლასს, თვითნაბად ანუ ხალას ელემენტებს.

ქიმიურ ნაერთებს შორის გამოიყოფა შემდეგი ტიპები:

I ტიპი. გოგირდოვანი ნაერთები ან სულფიდები ეს მეტალების გოგირდთან ნაერთია ან გოგირდის ანალოგებთან – დარიშხანთან, სტიბიუმთან, ტელურთან, სელენთან (არსენიდი, ანტიმონიდი, ტელურიდი, სელენიდი).

II ტიპი. ჰალოიდური ნაერთები ან ჰალოგენები. აქ გაერთიანებულია ის მინერალები, რომლებიც ნაერთებს ჰალოგენებთან ქმნიან: ფტორთან, ქლორთან ან იშვიათად ბრომთან და იოდთან (ფტორიდები, ქლორიდები და ა.შ.).

III ტიპი. ჟანგბადთან ნაერთები, სადაც გამოიყოფა ჟანგეულები – მეტალების ჟანგბადთან ნაერთები და ჟანგბადიანი მარილები – მეტალების ნაერთები კომპლექსური ჟანგბადის ანიონებთან. ეს უკანასკნელი ფართოდაა ბუნებაში გავრცელებული და წარმოქმნიან უმთავრეს მინერალებს, რომლებიც გავრცელებულია მიწის ქერქში შემავალი ქანების შემადგენილობაში.

ქვემოთ მოყვანილია მინერალთა კლასიფიკაციის მარტივი სქემა:

1. თვითნაბადი ელემენტები.
2. გოგირდოვანი ნაერთები (სულფიდები).

3. ჰალოიდური ნაერთები (ჰალოგენები).
4. ჟანგბულები და ჰიდროჟანგბულები.
5. სილიკატები.
6. ბორატები.
7. კარბონატები.
8. ნიტრატები.
9. ფოსფატები, არსენატები, ვანადატები.
10. სულფატები,
11. ვოლფრამატები და მოლიბდატები.

თვითნაბადი ელემენტები.

ბუნებაში თვითნაბად მდგომარეობაში თითქმის 40 ქიმიური ელემენტი, რომელთა უმრავლესობა თავისუფალი სახით ძალზედ იშვიათად გვხვდება.

ქიმიური ელემენტების თავისუფალ მდგომარეობაში ყოფნა დაკავშირებულია მათი ატომების აგებულებაზე, რომელთაც აქვთ გამძლე ელექტრონული სარტყელი. ქიმიურად ინერტულ ელემენტებს ეწოდებათ კეთილშობილი, ასეთ ელემენტებს მიეკუთვნება ოქრო Au, ვერცხლი Ag, პლატინა Pt და პლატინოიდები: გვხვდება ნახშირბადის C სახესხვაობები, გოგირდი S, სპილენძი Cu და სხვა.

მეტალები.

⊕ ოქრო Au.

ქიმიურად იდეალურად სუფთა ოქრო ბუნებაში თითქმის არ გვხვდება. ის ყოველთვის შეიცავს Ag-ს, Cu-ს, იშვიათად სხვა მეტალებს, რომელთან ერთადაც ის ხშირად წარმოქმნის მყარ ხსნარს.

სინგონია კუბური. **ფერი** ოქროსფერ-ყვითელი. **ელვარება** მეტალური. **სიმკვრივე** 2,5-3. ძალზედ კარგად იგლინება, 1გრ ოქროდან შეიძლება გაიწელოს 3კმ სიგრძის მავთული ან გაბრტყელდეს 27მ² ფართის ფირფიტად.

მონატეხი კაუჭისებრი. **სიმკვრივე** სუფთა ოქროსი—19,3. მისი დნობის ტემპერატურა - 1063 °C. კრისტალები არ იხსნება მჟავებში (გარდა „სამეფო წყლისა“ – თეზაფისა).

სახესხვაობა. **ელექტრუმი**—ოქრო, რომელიც შეიცავს 20%-ზე მეტ ვერცხლს.

დიაგნოსტიკა: გამოირჩევა სხვა მსგავსი მინერალებისაგან ფერით, მაღალი სიმკვრივით, ჭედალობით, გაბრტყელების უნარით, დაბალი სიმკვრივით, მჟავების მიმართ მდგრადობით.

წარმოშობა. ოქრო არის ლითოსფეროს გაბნეული ელემენტი. ის თითქმის ყველა მაგმურ ქანში და ზღვის წყალშია. სამრეწველო საბადოები ძირითადად დაკავშირებულია კვარც-სულფიდური ძარღვების ჰიდროთერმულ წარმონაქმნებთან. ოქრო, როგორც მდგრადი მინერალი ფართოდაა გავრცელებული ქვიშრობებში.

თვითნაბადი ოქრო ბუნებაში გვხვდება სხვადასხვა ფორმის: კრისტალების, ფირფიტის, მარცვლის, ქერცლის (სურ. 16), დაწყებული რამდენიმე

მილიგრამიდან რამდენიმე კილოგრამამდე. უდიდესი წონის ოქროს ნატეხი ნაპოვნი იყო ავსტრალიაში. მისი წონა შეადგენს 119,9 კგ-ს. რუსეთში ცნობილია თვითნაბადი ოქრო „დიდი სამკუთხედი“ წონით 36,22 კგ, „აქლემი“ წონით 9,28 კგ და სხვ. საქართველოში ნანახი თვითნაბადი ოქრო მაქსიმალური წონით ორას გრამს აღწევს. გარდა თვითნაბადი სახის ოქრო გვხვდება სხვადასხვა ტიპის მადნებში. მათ შორის მთავარია სულფიდური, კვარციტული, ქვიშრობული და სხვ. ოქრო ქვიშრობებში, როგორც წესი უფრო სუფთაა, ვიდრე ძირეულ საბადოებში.



სურ. 16. თვითნაბადი ოქრო

ოქროს თანამგზავრები არიან პირიტი, არსენოპირიტი, ქალკოპირიტი, ბისმუტინი, რომელთა შემადგენლობაშიც ის ხშირად გვხვდება.

საქართველოში ოქრო ოდითგანვეა ცნობილი. ჩვენი წინაპრები მას იღებდნენ, როგორც ქვიშრობი საბადოებიდან, ასევე ძირეული გამადნებიდან. **საბადოები:** ენგურის, ცხენისწყლის ხეობები, ბოლნისის რაიონი (კაზრეთი, საყდრისი, წითელი სოფელი), რაჭა (ზოფხიტო), აჭარა და სხვ.

გამოყენება. როგორც ცნობილია, ოქრო წარმოადგენს სავალუტო და ფულის ლითონს, იყენებენ სამკაულების, ფუფუნების საგნების, ფიზიკური და ქიმიური ხელსაწყოების დასამზადებლად, სტომატოლოგიაში და სხვა მიზნებისათვის.

⊕ ვერცხლი Ag.

ვერცხლი ხშირად შეიცავს Au-ს, Cu-ს, Hg-ს. **სინგონია** კუბური. ხშირია დენდრიტების სახით. **ფერი** მოვერცხლისფრო-თეთრი. **ელვარება** მეტალური. **სიმკვრივე** 2,5. **სიმკვრივე** 10,5. **მონატეხი** კაუჭისებრი. გამოირჩევა მაღალი ელექტროგამტარობით. დნება 960 °C-ზე, მოკაშკაშე ბურთად, ადვილად იხსნება HNO₃, პარაგენეზის Co და Ni.



სურ. 17. თვითნაბადი ვერცხლი

წარმოშობა. ბუნებაში ვერცხლი ზოგჯერ თვითნაბადი სახით (სურ. 17), ხოლო უფრო ხშირად შედის სპილენძისა და ტყვია-თუთის მადნის შემადგენლობაში. თვითნაბადი ვერცხლი ჰიდროთერმული მინერალის სახით გვხვდება სულფიდურ ძარღვებსა და ნახევრადმეტალური საბადოების ჟანგვის ზონებში, სადაც ისინი ყალიბდებიან არგენტიტის (Ag_2S) სახით.

საბადოები. ჩრდილო-დასავლეთ რუსეთში, მექსიკაში, ბოლივიაში, კანადაში, გერმანიაში და ნორვეგიაში, საქართველოში – ბოლნისის რაიონში. მადნიდან ვერცხლს იღებენ ძირითად ლითონებთან ერთად, უმეტეს შემთხვევაში სპილენძის და ტყვიის გამოდნობისას.

ვერცხლი გამოიყენება საიუველირო საქმეში, მონეტების დასამზადებლად, სხვადასხვა შენადნობებში, ფოტოგრაფიაში, ელექტროტექნიკაში.

⊕ სპილენძი Cu .

სპილენძი გვხვდება დენდრიტების, მსხვილი ფირფიტებისა და ტოტი-სებრი აგრეგატების სახით.

სინგონია კუბური. **ფერი** სპილენძისებრ წითელი, **ხაზის ფერი** მბრჭყვინავი წითელი. **ელვარება** მეტალისებრი. **მონატეხი** კაუჭისებრი. ხასიათდება მაღალი ელექტროგამტარობით.

დიაგნოსტიკა. ზედაპირის წითელი ფერით, ხაზის წითელი ფერით, ხშირად მოშავო მუქი ლურჯი ბრკით და სპილენძის სხვა მეორადი მინერალების თანაარსებობით.

წარმოშობა. ეგზოგენური, თუმცა იშვიათად დაბალი ტემპერატურისას – პიდროთერმული.

საბადოები. ჟანგვის ზონები, სადაც უზარმაზარი თვითნაბადი (რამდენიმე ტონა) სპილენძი იქნა მოპოვებული, ძალიან ღამაში კრისტალდება ცნობილი ურალიდან. საქართველოში მადნეულის საბადოზე მოიპოვება.

გამოყენება. ძირითადად ელექტროტექნიკაში, მანქანათმშენებლობაში და ა.შ. ფართოდაა გავრცელებული სხვადასხვა შენადნობები **სპილენძთან** ერთად (თითბერი, მელქიორი).

⊖ პლატინა Pt .

პლატინა სუფთა სახით პრაქტიკულად არ გვხვდება. წარმოქმნის მყარ ხსნარებს რკინასთან, ირიდიუმთან, როდიუმთან, სპილენძთან და სხვა მეტალებთან. ბუნებაში ყველაზე გავრცელებულია პოლიქსენი (Pt, Fe) რკინის 9-11% შემცველობით.



სურ. 18. თვითნაბადი პლატინა

სინგონია კუბური. **ფერი** და **ხაზის ფერი** ღია ნაცრისფერი. **ელვარება** მეტალისებრი. **სიმაგრე** 4-4,5. ჭედვადი, იოლად ექვემდებარება გლინვას, **სიმკვრივე** 21, **მონატეხი** კაუჭისებრი.

ღიაგნოსტიკა. პლატინის განმასხვავებელი თვისებებია დიდი სიმკვრივე, დნობის მაღალი ტემპერატურა 1771°C და ქიმიური ინერტულობა. პლატინა იხსნება მხოლოდ ცხელ სამეფო წყალში (თეზაფი).

წარმოშობა. მაგმური – გენეტიკურად კავშირშია დუნიტებთან, პერიდოტიტებთან, პიროქსენიტებთან, პლატინის თანამგზავრი მინერალებია ოლივინი, პიროქსენი, ქრომიტი, მაგნეტიტი. საბოლოოდ პლატინა გროვდება ნაშალ მასალაში, საიდანაც მოიპოვება გარეცხვის შედეგად. გვხვდება სულფიდურ საბადოებშიც.

საბადოები. პლატინის მატარებელია ურალის ქვიშრობი საბადოები. აქ ნაპოვნია მსოფლიოში ერთ-ერთი უდიდესი პლატინის თვითნაბადი მასით 9,6კგ. პლატინის რაოდენობა ძირითად მადნებში არ უნდა იყოს 0,1-0,5გ/ტ ნაკლები, რომ მისი დამუშავება მოხდეს.

გამოყენება. მისი გამოყენებით მზადდება ქიმიური ჭურჭელი. ასევე გამოიყენება საიუველირო საქმიანობაში და სტომატოლოგიაში.

არამეტალები

⊕ გოგირდი S

სინგონია რომბული აქვს სამი პოლიმორფული მოდიფიკაცია. კრისტალებს დიპირამიდული სახე აქვთ და წარმოქმნიან ღამაზ დრუზებს.

ფერი ყვითელი. **ხაზის ფერი** – ღია ყვითელი. კრისტალები გამჭვირვალეა. წახნაგებზე შეიმჩნევა მინისებრი **ელვარება**. **მონატეხი** ცხიმოვანი, არასწორი, ნიჟარისებრი. ძალზედ ადვილად იშლება. **სიმაგრე** 1,5-2. **ტკეწვადობა** არა აქვს. **სიმკვრივე** 2,07.

ღიაგნოსტიკა. ადვილად გამოიცნობა ყვითელი ფერით, ელვარებით და ადვილი დნობადობით (27°C ლურჯი ფერით ანთია და გამოყოფს SO₂).

წარმოშობა. 1. დანალექი, ბიოქიმიური; 2. თაბაშირის შემცველი დანალექი წყების დაშლით; 3. სულფიდების ჟანგვის ზონებში; 4. ვულკანის ამოფრქვევის შედეგად.

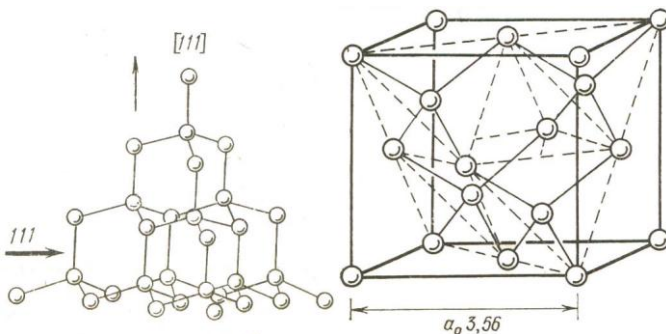
საბადო. შუა აზიაში: თურქმენეთში (გაურდაკი), ფერგნის ზეგანზე (შოუ-სოუ) და ა.შ.

გამოყენება. ძირითადად გოგირდმჟავას მისაღებად, ქიმიურ წარმოებაში, საღებავების დამზადებაში, ასაფეთქებელი და საომარი იარაღებისათვის.

⊕ ალმასი C.

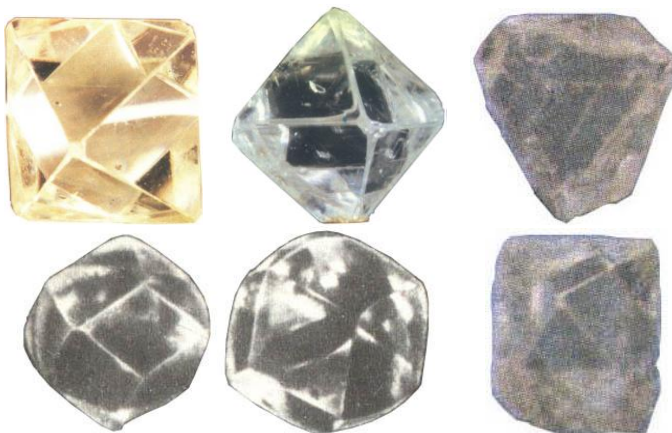
ალმასის სახელწოდება მოდის ბერძნული სიტყვიდან „ადამას“-დაუმარცხებელი, უძლეველი.

ალმასის შინაგანი აგებულება ძალზედ მყარია. ყოველი ნახშირბადის ატომი დაკავშირებულია ოთხ, მის ირგვლივ უახლოესი მანძილებით ტეტრაედრულად განლაგებულ სხვა ატომებთან.

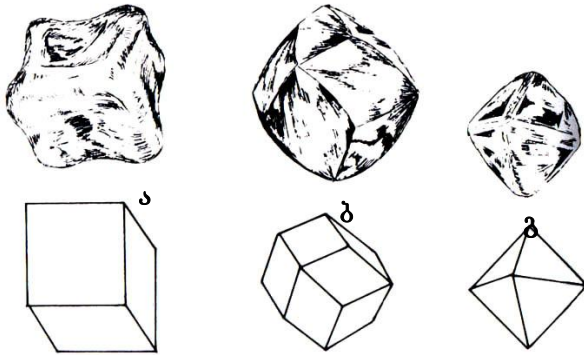


სურ. 19. ალმასის სტრუქტურა

სინგონია კუბური. (სურ. 19) კრისტალებს ძირითადად აქვთ ოქტაედრული ფორმა, ზოგჯერ – რომბოედრული და კუბის (იშვიათად). გვერდები ხშირად მომრგვალებულია, კრისტალებს აქვთ ერთგვარი შემომღვალი იერი (სურ. 20, 21).



სურ. 20. ალმასის ბუნებრივი კრისტალები



სურ. 21. ალმასის კრისტალის ფორმები: ა) კუბი; ბ) დოდეკაედრი; გ) ოქტაედრი

ალმასს აქვს ყველაზე მაღალი სიმკვრივე 10. გამოირჩევა ძლიერი ალმასის ელვარებით. ფერი მრავალნაირია, ძირითადად უფერო, წყლისებრ-გამჭვირვალე, იშვიათად აქვს მოყავისფრო, მოწითალო, მოყვითალო, მოლურჯო და სხვა ფერის შეფერილობა. ე.წ. ფერადი ალმასები (სურ. 22) ტკეჩვადობა ოქტაედრის მიმართ – საშუალო, ლუმინესცირებს ლურჯი ფერებით ულტრაიისფერ სხივებში. სიმკვრივე 3,5.



სურ. 22. ფერადი ალმასი

ალმასები იზომება კარატებში. ერთი მეტრული კარატი ტოლია 0,2გ. 100კარატზე მეტი ალმასები იშვიათობაა და ცნობილია გარკვეული სახელწოდებებით.

სახესხვაობები. ცნობილია ალმასის შემდეგი სახესხვაობანი: ბორტი-ალმასის მარცვლოვანი, არაგამჭვირვალე, ნაცრისფერი ან შავი ფერის არაწესიერი კრისტალები, სფეროები და რადიალურ-სხივოსნური აგრეგატები. ბალასი-ბორტის სახესხვაობა, სფეროსებრი ბოჭკოვან-სხივოსნური აგრეგატები. კარბონადო ალმასის სხვა სახეებისაგან განირჩევა მუქი ფერით და წვრილმარცვლოვანი აგებულებით. აფრიკაში ცნობილია კარბონადოს სახესხვაობა სტიუარტიტი – მაგნიტური თვისებებით. გამოყენების მიხედვით ალმასის ორ სახესხვაობას არჩევენ: საიუველიროს და ტექნიკურს. საიუველირო ალმასს მიეკუთვნება სრულყოფილი ფორმის უმაღლესი ხარისხის ქვები. ასეთი ქვა განსაკუთრებული გამჭვირვალობით, სილამაზით და ფერთა თამაშით უნდა გამოირჩეოდეს, არ უნდა ჰქონდეს მნიშვნელოვანი ბზარები და ჩანართები.

ტექნიკურ ალმასებს მიეკუთვნება ბორტი, ბალასი, კარბონადო, აგრეთვე ალმასის დამუშავებისას ნარჩენი ფხვნილი და ზადის მქონე კრისტალები, რომლებიც არ გამოიყენება საიუველირო საქმეში.

აღმასის საბადოები გენეტიკურად ორ ტიპად იყოფა: მაგმური (პირველადი) და ქვიშრობები (მეორადი).

მსოფლიოში ყველაზე დიდი აღმასი „კულინანი“ (3106 კარატი) იპოვეს 1905 წელს სამხრეთ აფრიკაში. მსოფლიოში ცნობილი აღმასებია: „ექსცელსიორი“ – 995,2 კარატი; „სიერა-ლეონეს ვარსკვლავი“ – 968,9 კარატი; „დიდი მოგოლი“ – 793 კარატი. 1934 წელს სამხრეთ აფრიკაში იპოვეს 726 კარატი წონის აღმასი „ჯონკერი“, რომლისგანაც ორ მილიონ დოლარად ღირებული 12 ბრილიანტი დაამზადეს. მოსკოვის აღმასის ფონდში დაცულია ცნობილი აღმასები: „ორლოვი“, „შაჰი“, „აქტიაბრსკი“, „ვალენტინა ტერეშკოვა“ და სხვ. (სურ.23).



სურ. 23. ისტორიული აღმასები: 1. დრეზდენის აღმასი (41კარ); 2. პოუპი (44,5კარ); 3. კულინანი I (530,2კარ); 4. სანსი (55კარ); 5. ტიფუანი (128,51კარ); 6. კოხინორი (108,93კარ); 7. კულინანი IV(636,6კარ); 8. ნასსაკი (43,38კარ); 9. შახი (88,7კარ); 10. ფლორენციელი (137,27კარ)

დიაგნოსტიკა. მაღალი სიმაგრე, აღმასისებრი ელვარება, უხსნადობა მჟავებში, ლუმინესცენციის და პარაგენეზისის მიხედვით.

წარმოშობა და საბადოები. წარმოშობა მაგმური. აღმასის შემცველი ქანებისათვის დამახასიათებელია მილისმაგვარი სხეულები ე.წ. კიმბერლიტის მილები (აფეთქების მილები), რომლებიც შედგება კიმბერლიტებისაგან. კიმბერლიტის მილის დიამეტრები სხვადასხვაა, საშუალოდ 30-100სმ. მასში აღმასის შემცველობა 0,00004-0,00009%-ია.

აღმასების კრისტალიზაცია იწყება უფრო ადრე, ვიდრე მაგმის ამოფრქვევა, რის დროსაც საჭიროა გარკვეული პირობები: მაღალი წნევა, დაახლოებით 60-80 ათასი ატმ. და შედარებით დაბალი ტემპერატურა—1000 °C. ასეთი პირობები არსებობს კიმბერლიტური მილების ჩამოყალიბებისას. საბოლოოდ აირების აფეთქებით ყალიბდებოდა „არხი“, ხოლო თვითონ ქანები ბრეჭირდებიან.

ამჟამად ბოსტონში გახსნილია აღმასებით მდიდარი კიმბერლიტების მილი.

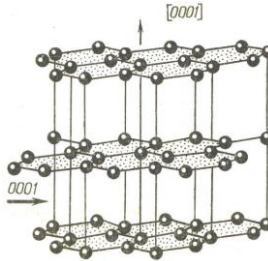
გამოყენება. მსოფლიოში მოპოვებული აღმასების 75-80% ტექნიკურ აღმასებს ეკუთვნის. ყველა ტექნიკური აღმასის 15% აღმასურ ბურღვაზე მოდის. სუფთა ან თანაბრად შეფერილი აღმასები წარმოადგენენ პირველი

კლასის ძვირფას ქვებს. დაწახნაგებულ ალმასს **ბრილიანტი** ეწოდება.

ალმასები მიიღება ხელოვნური გზითაც, რომელიც მიმდინარეობს გრაფიტსა და გარკვეულ მეტალებს (რკინა, ნიკელი, კობალტი, ქრომი, პლატინა) შორის ურთიერთქმედებით მაღალი ტემპერატურისა და წნევის პირობებში.

⊕ გრაფიტი C.

გრაფიტი სახელწოდება მომდინარეობს ბერძნული სიტყვიდან „გრაფო“-ვწერ, ვხატავ. (სურ. 24)



სურ. 24 გრაფიტის სტრუქტურა

გრაფიტი წარმოადგენს ნახშირბადის ჰექსაგონურ მოდიფიკაციას. ბრტყელ ჰექსაგონურ ბადეებს შორის აქვს სრული **ტკეწვადობა**. გრაფიტის **სიმკვრივე 2,2, სიმკვრივე 1**.

ფერი რკინისებრ-შავი, **ხაზის ფერი** შავი, მოელვარე მეტალისებრი **ელვარება**, ატარებს ელექტრობას, ცეცხლგამძლეა და მუავაგამძლე.

გრაფიტი წარმოქმნის წვრილ ექვსკუთხა კრისტალებს კირქვებსა და ფიქლებში. გრაფიტი ძალიან გავს მოლიბდენიტს, მაგრამ ისინი განსხვავდებიან ხაზის ფერით: გრაფიტს – შავი ხაზის ფერი აქვს ქაღალდზე, მოლიბდენიტს მოცისფრო.

სახესხვაობა. ანსხვავებენ კრისტალურ, ქერცლისებრ და ამორფულ გრაფიტს (შუნგიტი).

დიაგნოსტიკა: შავი ფერით, ქერცლისებრი აგებულებით, შეხებით ცხიმოვანი, თითებს სერის.

წარმოშობა. 1. მაგმური, კარბონატული ქანების ინტრუზივითან კონტაქტში. 2. მეტამორფული, მარმარილოში, გნეისებში და კრისტალურ ფიქლებში CaCO_3 -ის და ორგანული ნივთიერების მეტამორფიზმის შედეგად.

საბადოები. დასავლეთ სიანი – კრისტალური გრაფიტი, უკრაინაში – ქერცლისებრი გრაფიტი და სხვა.

გამოყენება. გრაფიტი გამოიყენება მეტალურგიაში, როგორც საპოხი საშუალება, საღებავების, ფანქრების დამზადებაში, ელექტროობაში.

გოგირდნაერთები ანუ სულფიდები

გოგირდოვანი და მისი ანალოგი მინერალები 200 სახესხვაობაზე მეტია და მათი შემცველობა მიწის ქერქში არ აღწარბებს 0.15%-ს.

ქიმიური თვალსაზრისით ისინი H_2S გოგირდწყალბადნაერთებს წარმოადგენენ (სულფიდები). იშვიათად მინერალებში გოგირდის ადგილს Se და

Te (სელენი და ტელური) იკავებენ. ყველა ამ ნაერთში ფართოდაა გავრცელებული ერთი ელემენტის მეორით იზომორფული ჩანაცვლება.

ჩვენ განვიხილავთ მხოლოდ გოგირდნაერთებს. ყველაზე დიდი გავრცელება აქვთ რკინის (პირიტი) და პიროტინის) დისულფიდებსა და სულფიდებს, რომელზეც მოდის ყველა სულფიდების 4/5. ყველაზე გავრცელებული სულფიდებია: სპილენძის, თუთიის, ტყვიის, ვერცხლის, ბისმუტის, ნიკელის, კობალტის, მოლიბდენის და ვერცხლისწყლის.

სულფიდებს გააჩნიათ მეტალისებრი ელვარება, მაღალი სიმკვრივე და საშუალო სიმკვრივე. ისინი გვხვდებიან კრისტალების, დრუზების, სშირად მარცვლოვანი და ჩანაწინწყლისებრი მასების სახით.

სულფიდების წარმოშობა ძირითადად ჰიდროთერმულია (მაღალი, საშუალო და დაბალტემპერატურული), მაგმური, სკარნული და ზოგისაც ვეზოვენური.

ჟანგვა-აღდგენითი პროცესების შედეგად სულფიდები გადადიან მეორად მინერალებში: სულფატებში, კარბონატებში, ჟანგულებში და სილიკატებში.

სულფიდებს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვთ – მათი უმეტესობა უმნიშვნელოვანესი მადნებია: თუთიის, ტყვიის, სპილენძის, ვერცხლის, ნიკელის, კობალტის, მოლიბდენის, დარიშხანის, ბისმუტის, სტიბიუმის, ვერცხლისწყლის და სხვა მეტალების.

ქვევით მოცემულია სულფიდების დახასიათება შემდეგი სქემით:

1) მარტივი სულფიდები, რომლებიც წარმოადგენენ ერთი ლითონის ნაერთს (მეტალის) გოგირდთან ან გოგირდის ანალოგებთან;

2) ორმაგი სულფიდები – ორი (ან სამი) განსხვავებული კათიონის კავშირი გოგირდთან ან მის ანალოგთან.

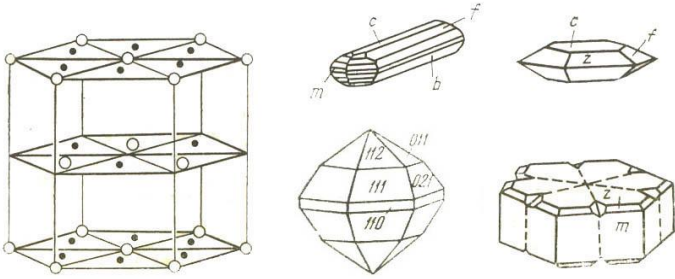
3) დისულფიდები – კათიონის კავშირი $[S_2]^{2-}$ ჯგუფის ანიონთან. დისულფიდებში, მაგალითად პირიტში, გოგირდის ატომები ძალზე უახლოვდებიან ერთმანეთს, რის შედეგადაც აყალიბებენ ანიონის ჯგუფებს $[S_2]^{2-}$. ამიტომ არის რკინა პირიტში ორვალენტისანი. გოგირდი შეიძლება ჩაინაცვლოს ანალოგებით, მაგალითად დარიშხანით $[AsS]^{2-}$.

4) რთული სულფიდები (სულფომარილები).

მარტივი სულფიდები

ქალკოხინი Cu_2S .

ქალკოხინის სახელწოდება მომდინარეობს ბერძნული სიტყვიდან „ქალკა“ სპილენძი. სინონიმი სპილენძის ალმადანი. (სურ. 25)



სურ. 25. ქალკოზინის სტრუქტურა და კრისტალური ფორმები

სინგონია არსებობს ოთხი პოლიმორფული მოდიფიკაცია: მონოკლინური, ჰექსაგონური, ფსევდორუმბული (სურ. 25) და კუბური სახესხვაობები. კრისტალები იშვიათია, ძირითადად გვხვდებიან მიწისებრი მასების სახით.

ფერი და **საზის ფერი** ნაცრისფერია. **ელვარება** მეტალისებრი. **ტექნიკადობა** არასრულყოფილი. **მონატეხი** ნიჟარისებრი. **სიმაგრე** 2,5-3. **სიმკვრივე** 5,7.

დიაგნოსტიკა. დამახასიათებელი თვისებებია დაბალი სიმაგრე, ფერი.

წარმოშობა. ეგზოგენური – ყალიბდება სულფიდების მეორადი გამდიდრების (ცემენტაციის) ზონაში სპილენძის პირველადი სულფიდური მადნების ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციის ხარჯზე. იშვიათად ჰიდროთერმული წარმოშობისაა. ჟანგვისას გადადის მალაქიტში $Cu_2[CO_3](OH)_2$, კუპრიტში Cu_2O და ა.შ.

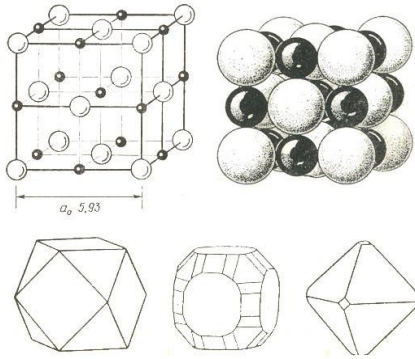
საბადოები. ყაზახეთში – ჯეზკაზგანი; კოუნდარი; უზბეკეთში – ალ-მალიკი; ურალზე – ტურინის საბადო; აშშ – მიუტი (მონტანა), მინესოტაში (იუტა), ბისბი (არიზონა), იუგოსლავია – ბირი. საქართველოში – კაზრეთის მადნეულის საბადო.

გამოყენება. ქალკოზინი არის სპილენძის უმნიშვნელოვანესი მადანი.

გალენიტი PbS.

გალენიტი (Pb 86,6%). ზოგჯერ შეიცავს Ag -ს.

სინგონია კუბური. კრისტალოგრაფიული ფორმებიდან დამახასიათებელია კუბი, იშვიათია ოქტაედრი და რომბოლოდეკაედრი. წარმოქმნის მარცვლოვან აგრეგატებს, გვხვდება დრუხების სახით (სურ. 26).



სურ. 26. გალენიტის სტრუქტურა და კრისტალური ფორმები

ფერი ტყვისებრ-ნაცრისფერი. **ხაზის ფერი** მონაცრისფრო-მოშავო. **ელვარება** მეტალისებრი. სრულყოფილი **ტკეწვალობა** კუბის წახნაგების გასწვრივ. მინერალი საკმაოდ რბილია, **სიმკვრივე** 2,5. **სიმკვრივე** 7,5.

დიაგნოსტიკა. გალენიტი ადვილად გამოიცნობა სრული ტკეწვალობით, არც თუ ისე დიდი სიმკვრით, მაღალი სიმკვრივით, ხაზის ფერით და ადვილად ღვობით.

წარმოშობა. 1. ჰიდროთერმული (საშუალო და დაბალტემპერატურული) – გვხვდება ძარღვებში, მეტასომატურ სხეულებში, ასევე სკარნებში. დამახასიათებელია ასოციაცია გალენიტთან, სფალერიტთან და ვერცხლისა და სპილენძის სულფიდებთან – ე.წ. პოლიმეტალური მადნები. 2. დანალექი წარმოშობის გალენიტი ძირითადად ბიტუმიანიზირებულ კარბონატულ ქანებში ჩანაწილაკების სახით გვხვდება.

ჟანგის ზონებში გალენიტი იშლება და წარმოქმნის ცერუსიტს $Pb[CO_3]$, ანგლეზიტს $Pb[SO_4]$, პირომორფიტს $Pb_3[PO_4]_2Cl$ და სხვა მინერალებს.

საბადოები. სკარნული – კანსაი, ალტინ – ტოპკანი, კურგაშინკანი (შუაახია); ჰიდროთერმული, ძარღვული და მეტასომატური – ჩრდილო კავკასია, ალტაი, ქვაისა, აფხაზეთი და ა.შ.

გამოყენება. გალენიტი არის ტყვის უმნიშვნელოვანესი მადანი.

⊕ სინგური HgS .

სინგური (Hg 86,2%) არაბულად „კინობარი“ – დრაკონის სისხლი.

სინგონია ტრიგონული. გვხვდება მარცვლოვანი ჩანაწინწკლების სახით, ძირითად მასებში. ჰექსაგონური სინგონიის სახის სინგურს **მეტაცინაბარიტი** ეწოდება. **ფერი** – მუქი წითელი. **ხაზის ფერი** წითელი. თხელ მონატესში გამჭვირვალე, **ელვარება** ალმასისებრი, **სიმკვრივე** 2-2,5. **სიმკვრივე** 8. **ტკეწვალობა** სრული 1010 მიმართულებით.

დიაგნოსტიკა. გამოირჩევა წითელი ფერითა და წითელი ხაზის ფერით. მაღალი სიმკვრევით, ტკეწვალობით და პარაგენეზისით. გაცხელებისას გამოყოფს ვერცხლისწყალს.

წარმოშობა. უპირატესად დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული

პროცესის პროდუქტია. ის გვხვდება ანტიმონიტთან, ფლუორიტთან, ბარიტთან და ქალცედონთან. არსებობს კარბონატულ ქანებშიც, ქვიშებსა და ფიქლებშიც.

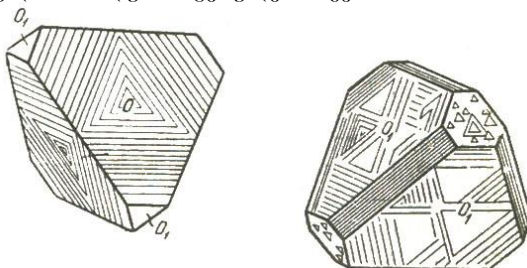
საბადოები. ხაირდაკანსში და ყირგიზეთში, დონბასში, ალტაიში, ალმადენში (ესპანეთი), მონტე – ამიატაში (იტალია), ასევე იუგოსლავიაში, ჩინეთსა და აშშ-ში. საქართველოში გვხვდება მისი მცირე მადან-გამოვლინებები აფხაზეთში და ზემო რაჭაში.

გამოყენება სინგური არის ვერცხლისწყლის ერთადერთი მადანი. მისგან მზადდება ბუნებრივი საღებავი წითელი ფერის.

⊕ სფალერიტი ZnS.

სფალერიტი (Zn 67,1%) იზომორფული მინარევების სახით შეიცავს რკინას, კადმიუმს (0,5-1%), ინდიუმს (0,1%), გალიუმს (0,1%-მდე), გერმანიუმს (0,3%-მდე). ბერძნულად „სფალეროს“ – მატყუარა, რაც გამოწვეულია მისი მრავალნაირი ფერითა და დიაგნოსტიკის სირთულით.

სინგონია კუბური, კრისტალებს აქვთ ტეტრაედრული წახნაგები (სურ. 27), აგრეგატი – მარცვლოვანი, იშვიათად ფარულკრისტალური და ხშირად კონცენტრირებულ-ზონალური აგებულება აქვს.



სურ. 27. სფალერიტის ტეტრაედრული ფორმის კრისტალები

ფერი ყავისფერი – შავამდე და ყვითელი-უფერომდე. ხშირად გამჭვირვალეა. **ხაზის ფერი** ღიადან – მუქ ყავისფრამდეა. სფალერიტს აქვს სრული ტკეწვადობა რომბოდოეკაედრის წახნაგების გასწვრივ ექვსი მიმართულებით. **ელვარება** ალმასი. **სიმაგრე** 3,5-4. **სიმკვრივე** 3,9-4,1.

სახესხვაობები რკინის შემცველ შავი ფერის მაღალტემპერატურულ სახესხვაობას **მარმატიტი** ეწოდება. დაბალტემპერატურულ, ან ღია ყვითელ სფალერიტს ეწოდება **კლუოფანი**.

დიაგნოსტიკა ახასიათებს მაღალი ალმასისებრი ელვარება და სრული ტკეწვადობა. იზომეტრული მარცვლების ჩანაწინწკლები. მარმატიტს აქვს მოწითალო – მოყავისფრო ხაზის ფერი.

წარმოშობა 1. ჰიდროთერმული – გალენიტთან, ქალკოპირიტთან, პირიტთან და სხვა მინერალებთან, ფართოდაა გავრცელებული მადნების მეტასომატურ ძარღვებში. 2. ეგზოგენური დანადგე ქანებში, ხანდახან ნახშირის საბადოებთანაც გვხვდება.

დაჟანგვისას სფალერიტი გადადის სმიტსონიტში $Zn[CO_3]$ და ჰემიმორფიტში $Zn_4[Si_2O_7](OH)_2H_2O$.

საბადოები. პოლიმეტალური საბადოები ალტაიში, შუა აზიაში,

ურალზე არის აღმადანური ტიპის საბადო, აშშ, ასევე შვედეთში, ჩეხოსლოვაკიაში, პოლონეთში, ესპანეთში, ჩრდილო კავკასიაში – სადონი, საქართველოში – ქვაისა, აფხაზეთი.

გამოყენება. სფალერიტი – თუთიის უმნიშვნელოვანესი მადანია.

0 პიროტინი $Fe_{1-x}S_x$

პიროტინის **სინთეზა** მაგნიტური აღმადანი, შემცველობა ცვალებადობს Fe_9S_7 -დან $Fe_{11}S_{12}$. ხანდახან შეიცავს Cu, Ni და Co -ს. სახელწოდება მოდის ბერძნული სიტყვიდან „პიროს“-ცეცხლისფერი, მოწითალო. **სინგონია** ჰექსაგონური. კრისტალები იშვიათია. ძირითადად მოიპოვება წერილმარცვლოვან მასების სახით.

ფერი ბრინჯაოსებრ-ყვითელი, ხანდახან ცისარტყელისებრი. **ხაზის ფერი** მონაცრისფრო-შავი. **ელვარება** მეტალისებრი. სშირად მაგნიტურია. **სიმკვრივე** 4. **სიმკვრივე** 4,5.

დიაგნოსტიკა. დამახასიათებელი ნიშნებია ბრინჯაოსებრი ფერი და მაგნიტურობა.

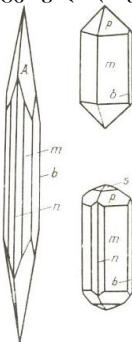
წარმოშობა. 1. მაგმური, 2. კონტაქტურ-მეტასომატური ან სკარნული პოლიმეტალურ მადნებთან, 3. პიდროტერმული, 4. გეხვდება მეტამორფულ და დანალექ ქანებშიც.

საბადოები. ჩრდილო ურალი, ყაზახეთი, დეკორაკი (ყაზბეგის რაიონი).

გაერცვლების მიხედვით პიროტინი ადგილს უთმობს მხოლოდ პირიტს. გამოიყენება გოგირდმჭავას წარმოებაში.

+ ანტიმონიტი Sb_2S_3 .

სინგონია რომბული. კრისტალებს აქვთ მოგრძო პრიზმული, სვეტისებრი ფორმა (სურ. 28), მეტწილად სხივოსნურად განლაგებული, წაგრძელების გასწვრივ დაშტრისხულია. სიგრძეში აქვს უხეში დაშტრისხვა. ხანდახან ქმნის კარგად დაწახნაგებულ დრუხებს.



სურ. 28. ანტიმონიტის კრისტალის ფორმები

ფერი ტყვიისებრ ნაცრისფერი. **ხაზის ფერიც** ასეთივეა. **ელვარება** მეტალური, ხანდახან გადაკრავს მოლურჯო ფერი. **ტკეზადობა** სრული $\{010\}$. **სიმკვრივე** 2. **სიმკვრივე** 4,6.

დიაგნოსტიკა. კრისტალების წაგრძელებული ფორმა და ვერ-

ტიკალური დაშტრიხვა, დაბალი სიმაგრე, ტკეწვადობის სიბრტყეზე გვერდული დაშტრიხვა და მოლურჯო ფერის ელვარება.

წარმოშობა. ჰიდროთერმული (დაბალტემპერატურული) კვარციტულ ძარღვებში. პარაგენეზისი: სინგური, პირიტი, ფლუორიტი, კალციტი, კვარცი, ბარიტი, ქალცედონი.

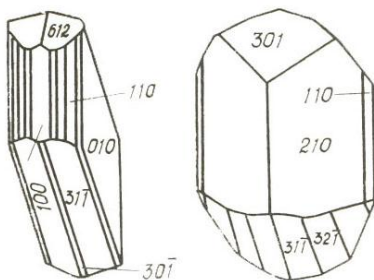
საბადოები. ყირგიზეთში და კრასნოიარსკში. ხუნანში (ჩინეთი), იაპონიაში კუნძულ სიკოკუსუე, რაჭაში.

გამოყენება. ანტიმონიტი უმნიშვნელოვანესი მადანია სტიბიუმის (ანთიმონიუმის).

აურიპიგმენტი As_2S_3 .

აურიპიგმენტი ლათინურად ნიშნავს „ოქროს საღებავს“.

სინგონია მონოკლინური (სურ. 29), კრისტალები იშვიათია, ძირითადად გეხვდება ფურცლოვანი, რადიალურ-სხივოსნური და მარცვლოვანი სახით.



სურ. 29. აურიპიგმენტის კრისტალის ფორმები

ფერი ღიშონისფერი, ყვითელი ან მოოქროსფრო-ყვითელი. **ხაზის ფერიც** იგივე, ოღონდ უფრო ღია. **ელვარება** სადაფისებრი. **ტკეწვადობა** სრულყოფილი {010} მიმართ, ფურცლები ღუნვადია. **სიმაგრე** 1,5-2. **სიმკვრივე** 3,5.

დიაგნოსტიკა. ფერით, ტკეწვადობით, დაბალი სიმაგრით და რეალგართან პარაგენეზისით.

წარმოშობა დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული დაქანვისას გადადის არსენოლიტში As_2O_3 .

საბადოები. ლუხუმის (საქართველო), ჯულფინის (ნახიჩევანი) და იაკუტიაში. ალხარი (მაკედონია საბერძნეთი), მერკური (იუტა, აშშ) და ა.შ.

გამოყენება. როგორც დარიშხანის მადანი. აურიპიგმენტი გამოიყენება მხატვრობაში ყვითელი საღებავის დასამზადებლად.

კლველინი CuS

სინგონია ჰექსაგონური. წარმოქმნის თხელ პრიზმებს, ფხვნილისებრ და ჭვარტლისებრ მასებს.

ფერი ლურჯი, მუქი ლურჯი. ხაზის ფერი შავი. **ელვარება** მეტალისებრი. **სიმაგრე** 1,5. **სიმკვრივე** 4,6. **ტკეწვადობა** (0001)-ის სწვრივად სრული.

დიაგნოსტიკა. ლურჯი ფერით, არც თუ დიდი სიმაგრით, პარაგენეზისით სპიდელის სხვა სულფიდებთან: ქალკობირიტი, ქალკოზინი, ბოსნიტი და სხვ.

წარმოშობა. ევზოგენური – მეორადი გამდიდრების სულფიდურ ზონებში წარმოიქმნება.

გამოყენება. წარმოადგენს სპილენძის მადანს.

მოლიბდენიტი MoS_2 .

მოლიბდენისებრი კრიალა.

სინგონია ჰექსაგონური. კრისტალები იძლევა თხელ, ხანდახან ექვსკუთხა ფურცლებს, სრული ტკეწვადობით. **აგრეგატები** ფურცლოვანი, ქერცლოვანი.

ფერი ნაცრის ფერი, **ხაზის ფერი** ქალაღზე მოცისფრო ნაცრისფერი. **ელვარება** ძლიერ მეტალის. **სიმაგრე** 1, ქალაღზე სტოვებს კვალს, შეხებისას ცხიმოვანი. **სიმკვრივე** 4,7. **ტკეწვადობა** სრული (0001)-ის სწვრივად.

დიაგნოსტიკა. მეტალისებრი ელვარება, დაბალი სიმაგრე, სრული ტკეწვადობა. შეიძლება შეგვხვდეს ექვსკუთხა ფურცლების სახით. ძალიან გავს გრაფიტს, განირჩევა ხაზის მოცისფრო ფერით ქალაღზე და პარაგენეზისით. თანმდევი მინერალები: კასიტერიტი, ვოლფრამიტი, ფლუორიტი.

წარმოშობა. მაგმური – გრანიტებსა და გრანიტოიდებში გვხვდება ჩანაწინწკლების სახით. გვხვდება აგრეთვე პეგმატიტურ ძარღვებში, ხშირად გრეიზენებში.

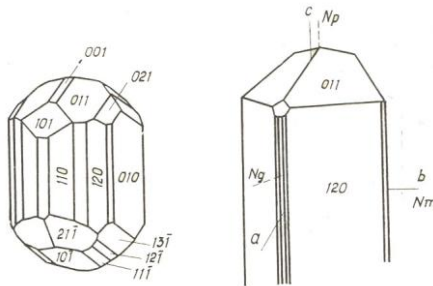
საბადოები. სკარნული ტიპის საბადოები გვხვდება ჩრდილო კავკასიაში, კვარცული ძარღვები მოლიბდენიტის შემცველობით – ციმბირში.

მოლიბდენის უდიდესი საბადო მსოფლიოში ცნობილია კლამიექსი (კოლორადო, აშშ), სადაც შეცვლილ გრანიტებში მოლიბდენიტი გვხვდება კვარცის ძარღვებში.

გამოყენება. მოლიბდენიტი – მოლიბდენის ერთადერთი მადანია, თითქმის 95% გამოიყენება სპეციალური ფოლადების დასამზადებლად, სიმარის გამო გამოიყენება ელექტროტექნიკაში.

რეალგარი As_2S_3 .

სინგონია მონოკლინური. მოკლეპრიზმული (სურ. 30), მცირე ზომის კრისტალები, წარმოქმნის დრუზებს. ასევე გვხვდება მარცვლოვან აგრეგატების და წანაცხებების სახით.



სურ. 30. რეალგარის კრისტალის ფორმები

ფერი ნარიწვისებრ-წითელი, სტაფილოსფერი, წითელი. **ხაზის ფერი** ღია სტაფილოსფერი. **ელვარება** ალმასისებრი. ძლიერ განათებაში

შეფერილობა იკარგება, რეალგარი იშლება და გადადის აურიპიგმენტში. **სიმაგრე** 1,5-2. იჭრება დანით. **სიმკვრივე** 3,5. **ტკეჩვადობა** სრული (010)-ის სწვივად.

დიაგნოსტიკა. წითელი ფერი, ხაზის ფერით, დაბალი სიმაგრით და აურიპიგმენტთან პარაგენეზისით.

წარმოშობა ჰიდროთერმული (დაბალტემპერატურული). თანმდევი მინერალები: აურიპიგმენტი, ანტიმონიტი, კინოვარი და სხვ.

საბადოები. ლუხუშის საბადო საქართველოში. თურქეთში, ჩეხოსლოვაკიაში.

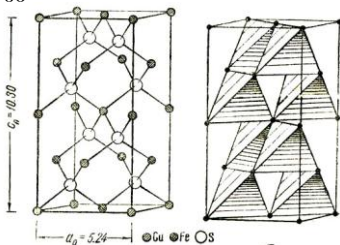
ორმაგი სულფიდები

ქალკობირიტი $CuFeS_2$.

ქალკობირიტი (Cu-34,6%; Fe-30,5%; S-34,9%) (ელემენტარული უჯრედი $Cu_4Fe_4S_8$) სახელწოდება მოდის ბერძნული სიტყვიდან „ქალკოს“-სპილენძი და „პირ“-ცეცხლი.

სინონიმი სპილენძის კოლჩედანი.

სინგონია ტეტრაგონული. კრისტალებს აქვთ ტეტრაედრული სახე (სურ. 31), მაგრამ იშვიათად გვხვდებიან მიწისებრი აგრეგატების სახით, ზოგჯერ დიდი დანაგროვებით.



სურ. 31. ქალკობირიტის კრისტალური მესერი

ფერი ოქროსფერი-ყვითელი. **ხაზის ფერი** შავი ან მომწვანო – შავი. **ელვარება** მეტალისებრი. **სიმაგრე** 3,5-4. **სიმკვრივე** 4,2. **ტკეჩვადობა** მკაფიო (201)-ის სწვივად.

სახესხვაობა. ტალნახიტი (ქალკობირიტის კუბური მოდიფიკაცია).

დიაგნოსტიკა. ფერით, ხაზის ფერით.

პირიტისაგან განირჩევა უფრო მუქი ფერით, ნაკლები სიმაგრით და კუბური კრისტალების არ არსებობით.

წარმოშობა. 1. მაგმური – პიროტინთან და პენტლანდიტთან ასოციაციაში, 2. სკარნული – ანდრადიტთან, მაგნეტიტთან, შეელიტთან, პიროტინთან, 3. ჰიდროთერმული – პირიტთან, პიროტინთან, Pb, Zn, Cu -ს სულფიდებთან და ა.შ. 4. ეგზოგენური – დანალექ ქანებში.

კანგვის ზონებში ქალკობირიტის დაშლისას წარმოიქმნება მეორადი მინერალები: თვითნაბადი სპილენძი, ქალკოზინი, კოველინი, კუპრიტი, მალაქიტი, აზურიტი, ქრიზოკოლა და ა.შ.

საბადოები. ნორილის, ტალნახის – მაგმური, ურალზე ტურინის

მადნები; კონდარში ყაზახეთში; სომხეთში; (ალავერდი), აზერბაიჯანში; სოღბერი (კანადა) მაგური; ბინგხეში (იუტა, აშშ), ჩუკიკამატა (ჩილი) ტიპი ჩანაწინწკლული ჰიდროთერმული მადნისა; საქართველოში მადნეული.

გამოყენება. სპილენძის უმნიშვნელოვანესი ნედლეულია.

- ბორნიტი Cu_5FeS_4

სახელწოდება მიეცა გერმანელი მინერალოგის ი. ბორნის პატივსაცემად. ქალკოპირიტის ჯგუფის მინერალია.

სინგონია კუბური, ჰექსაოქტაედრის კლასი, გვხვდება მთლიანი მასების, ნადენების, ქერქების სახით.

ფერი საღ მონატესზე ცისარტყელისებური ფერები (მამალი ხოხობის ყელი), გაუმჭვირვალე, **ხაზის ფერი** მონაცისფრო – შავი, **ელვარება** – მეტალის, **სიმაგრე** 3, მყიფე, **მონატესი** ნიჟარისებრი. **სიმკვრივე** 4.9-5.3, **ტკეჩვადობა** არა სრული (110)-ის სწვრივად. პარაგენეტული მინერალები: ქალკოზინი, ქალკოპირიტი, პირიტი, მაგნეტიტი.

წარმოშობა ჰიდროთერმული ძარღვებში, კონტაქტურ-მეტამორფულ და მეტასომატურ საბდოებში, ჩვეულებრივ სპილენძის შემცველი მინერალების საბადოებშიც გვხვდება ევზოგენური. ბორნიტი ზოგჯერ ფართოდ არის გავრცელებული მეორადი სულფიდური გამდიდრების ზონებში.

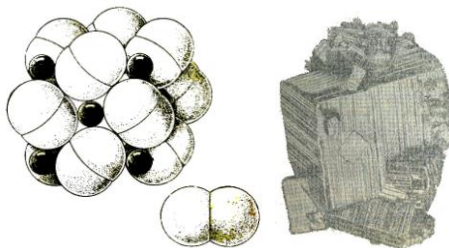
საბადოები: ჯეზკაზგანი (ყაზახეთი), ურალი, საქართველო (მადნეული).

დისულფიდები და მათი ანალოგები

+ პირიტი FeS_2

პირიტი – სახელწოდება მომდინარეობს ბერძნული სიტყვიდან „პიროს“ – ცეცხლი.

სინგონია კუბური. კრისტალებს აქვთ კუბის ფორმა, ხოლო წახნაგები ერთმანეთის პერპენდიკულარული შტრისებითაა დასერილი (სურ. 32). ქმნის დრუხებს, ჩანაწინწკლებს, მარცვლოვან მასებს. ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული მინერალია, რის გამოც ხუმრობით „ქუჩის ბიჭს“ ეძახიან.



სურ. 32. პირიტის კრისტალური სტრუქტურა და კრისტალი, დაშტრისხული წახნაგებით ა. შავი სფეროები Fe; ბ. ღია S_2^{2-} ჯგუფი

ფერი ჩალისფერ-ყვითელი. **ხაზის ფერი** შავი. **ელვარება** მეტალის. **ტკეჩვადობა** არა აქვს. **მონატესი** არასწორი. **სიმაგრე** 6-6.5. **სიმკვრივე** 5. პირიტი სულფიდების ჯგუფის ყველაზე გავრცელებული მინერალია.

დიაგნოსტიკა. ფერის მიხედვით, დიდი სიმაგრით. ქალკოპირიტისაგან

განირწევა კრისტალების ფორმით; მეტი სიმაგრით და უფრო ღია ფერით. მარკაზიტისაგან – კრისტალების ფორმით.

წარმოშობა: სხვადასხვა გეოლოგიური პროცესის შედეგად: მაგმური, ჰიდროთერმული, დანალექი, მეტამორფული და ა.შ.

უანგვის ზონებში პირიტი გადადის ლიმონიტში, გოგირდში.

საბადოები. პირიტის ალმადანური საბადოები, პალეოზოური ასაკის, გადაჭიმული ურალის ქედის გასწვრივ 300 კმ-ზე. რიო-ტინტო (ესპანეთი) ჰიდროთერმული, სულიტელმა (ნორვეგია) – მაგმური, მადნეული – საქართველოში, ჩირაგობორი – აზერბაიჯანში.

გამოყენება. წარმოადგენს გოგირდშავას მიღების უმნიშვნელოვანეს მადანს. გადამუშავებისას ასევე მიიღება მინარევი ელემენტები – Cu, Zn, Au, Se.

⊕ მარკაზიტი FeS_2 .

სინგონია რომბული. დამახასიათებელია კონკრეციები, თირკმლისებური (სურ. 33), შუბის ფორმის აგრეგატების სახით. ფიზიკური თვისებები ისეთივეა, როგორც პირიტის, ოღონდ არ გვხვდება კუბური კრისტალები.



სურ. 33. სფეროს ფორმის მარკაზიტი

ფერი თითბერისებრ-ყვითელი, ზოგჯერ გადაჰკრავს მომწვანო ელფერი, **სახის ფერი** შავი, **ელვარება** მეტალისებრი, **სიმაგრე** 6-6.5, მყიფე, მონატეხი უსწორო, **სიმკვრივე** 4.8-4.9. ტკეწვადობა არასრული (110)-ის სწვრივად. **თანმდევი მინერალები:** პირიტი, ქალკოპირიტი, გალენიტი, სფალერიტი, კვარცი, კალციტი და სხვ.

წარმოშობა. ძირითადად ევზოგენური. შესაძლებელია ჰიდროთერმული წარმოშობაც (დაბალტემპერატურული).

დამოუკიდებელი საბადოები არ არსებობს. როგორც პირიტი წარმოადგენს საზიანო ნაერთს ნახშირში და ცეცხლგამძლე თიხაში, იგი ამცირებს მათ ცეცხლგამძლეობას.

⊖ არსენოპირიტი $FeAsS$.

სინონიმი დარიშხანის ალმადანი ($Fe-34, 3\%$, $As-46,0\%$, $S-19,7\%$).

სინგონია მონოკლინური. წაგრძელებული პრიზმული კრისტალები; მჭიდრო, მარცვლოვანი აგრეგატები.

ფერი ფოლადისებრ-თეთრი. **სახის ფერი** მონაცრისფრო-შავი. **ელვარება** მეტალის. **სიმაგრე** 6. **სიმკვრივე** 5,9-6,2. **ტკეწვადობა** არასრული.

დიაგნოსტიკა. თეთრი ფერით, მაღალი სიმაგრით, კრისტალის ფორმით. ფოლადის დარტყმისას ყრის ნაკერწკლებს, წარმოიქმნება მოლურჯო კვამლი და დარიშხანის (ნივრის) სუნი.

წარმოშობა. ჰიდროთერმული (მაღალი და საშუალოტემპერატურული). თანამგზავრებია კასიტერიტი SnO_2 , ვოლფრამიტი $(\text{Fe,Mn})[\text{WO}_4]$, სფალერიტი ZnS , გალენიტი PbS , ოქროს, ვერცხლის და სპილენძის მადნები. ზედაპირულ პირობებში: არსენოპირიტი გადადის მიწისებრ აგრეგატებში, მწვანე ფერის სკოროდიტში $\text{Fe}[\text{AsO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

საბადოები. ურალში-კოკარის და ჯეტიგარის (ოქროთი), შუა აზიაში-უზ-იმჩაკის და ა.შ. ასევე შევედოში და სხვა ქვეყნებში.

გამოყენება. არსენოპირიტი არის დარიშხანის უმნიშვნელოვანესი მადანი.

ჰალოიდური ნაერთები (ჰალოგენები)

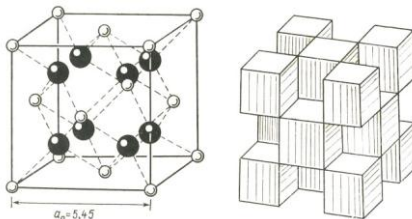
ამ კლასის მინერალებს მიეკუთვნება ფტორის, ქლორის და ძალზედ იშვიათი ბრომისა და იოდის ნაერთები. ფტორის ნაერთები, ან ფტორიდები, გენეტიკურად დაკავშირებულია მაგმურ მოქმედებასთან, ხანდახან წარმოადგენენ დანალექი წარმოშობის ნაერთებს. ქლორის ნაერთები, ანუ ქლორიდები Na -ის, K -ის და Mg -ის წარმოადგენენ ზღვებისა და ტბების ქიმიურ ნალექს, ასევე მარილიანი წყებებისა და საბადოების უმთავრეს მინერალებს.

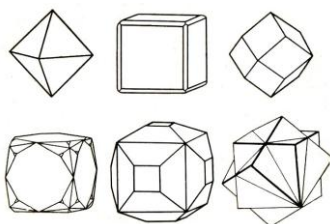
ფლუორიტი CaF_2 .

სინონიმი მალობელა შპატი. სახელწოდება მომდინარეობს სიტყვიდან „ფლუორ“-წვეთვა, რადგანაც მინერალი ადვილად დნება.

სინგონია კუბური. ჰექსაედრის სიმეტრიის კლასი. კრისტალებს აქვთ კუბის ფორმა. ზოგჯერ იძლევა ოქტაედრულ და დოდეკაედრულ კრისტალებს (სურ. 34). წარმოქმნის ლამაზ დრუზებს; ასევე ძარღვეულ ნაღენ ფორმებს. იშვიათად იძლევა ჩანაწინწკლებს, მთლიან ან მიწისებრ მასებს.

ფერი იასამნისფერი, მწვანე, თეთრი და წყლისებრ გამჭვირვალე. ერთი და იგივე ნიმუში სხვადასხვა ადგილას შეიძლება სხვადასხვა ფერი იყოს ე.ი. ახასიათებს პოლიქრომიზმი. **ტყენვადობა** ოქტაედრის {111} მიმართ სრული. **უღვარება** მინისებრი. **სიმაგრე** 4. **სიმკვრივე** 3,18, მსხვრევადი.





სურ. 34. ფლუორიტის სტრუქტურა და კრისტალური ფორმები

სახესხვაობები. ოპტიკური ფლუორიტი – გამჭვირვალე უფერო ფლუორიტი; რატოკიტი – მიწისებური აგრეგატები, ღია ჭუჭყიანი იასამინისფერი ფლუორიტი, გვხვდება მერგელსა და გადოლომიტებულ კირქვებში.

დიაგნოსტიკა. კრისტალების კუბური ფორმით, ოქტაედრის მიმართ ტექნადობით, მინისებრი ელვარებით, დაბალი სიმკვრივით, ღამაში შეფერილობით.

წარმოშობა. ჰიდროთერმული. იშვიათად – პნევმატოლითური გრეიზენებში. რატოკიტი – დანალექი წარმოშობის. კვარცის ძარღვებში ფლუორიტის თანამგზავრებია ბარიტი, კალციტი, **Pb**-ის, **Zn**-ის, **Sb**-ის სულფიდები და სხვა მეტალები, გრეიზენებში – მუსკოვიტი, ტოპაზი, ტურმალინი, ვოლფრამიტი და კასიტერიტი.

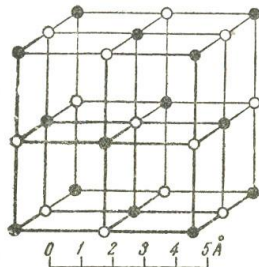
საბადოები. შუა აზიაში – აურახმატი და სხვ. არხანგელსკში ამდურმინსკის. ბერხი, ბორუნდური და სხვანი მონღოლეთში, აშშ (კენტუკის და ილინოისის შტატები).

გამოყენება. გამოიყენება ადვილად ღებობადი წილების მიღების მიზნით მეტალურგიაში. ასევე ფტორის მკვების და სხვადასხვა ფტორული ნაერთის ნედლეული. თიხამიწიდან ელექტროლიზით მეტალური ალუმინის მისაღებად. გამჭვირვალე და უფერო სახესხვაობებს იყენებენ ოპტიკური ღინზეების დასამზადებლად.

ჰალიტი NaCl.

ბერძნულად „ჰალოს“-ზღვა, მარილი. **სინონიმი:** ქვამარილი და თვითნაღვეი მარილი.

სინგონია კუბური. ჰექსაოქტაედრის სიმეტრიის კლასი. კრისტალებს აქვთ კუბის ფორმა. ხშირად ქმნიან მარცვლოვან მასებს, იშვიათად ნაჭუჭებს, დრუხებს, მიწისებურ მასებს და ა.შ.



სურ. 35. ჰალიტის კრისტალური სტრუქტურა და კრისტალები

ფერი. თეთრი, ნაცრისფერი, ხშირად უფერო, გამჭვირვალე. **ელვარება** მინისებრი. **ტკეწვალბა** სრული კუბის წახნავის გასწვრივ. **სიმკვრივე** 2,1-2,2. **სიმაგრე** დაახლოებით 2. სუსტი ელექტროგამტარი და კარგი სითბოგამტარი. წყალში ადვილად იხსნება – 35%-მდე ოთახის ტემპერატურაზე. გემო მლაშე.

დიაგნოსტიკა. ადვილად იხსნება წყალში, კრისტალები კუბური ფორმის, ტკეწვალბით, დაბალი სიმაგრით. სხვა მინერალებისაგან განსხვავდება გემოთი – ჰალიტი მლაშეა.

წარმოშობა. ჰალიტი წარმოადგენს ჩაკეტილ მარილიანი ზღვებისა და ტბების ტიპიურ ქიმიურ ნალექს ცხელი და მშრალი ჰავის პირობებში. წარმოიქმნებიან ისეთ ტბებში და ლაგუნებში, რომლებშიც წყალი თითქმის დამშრალი და ძალზე მარილიანია. თანამგზავრებია: თაბაშირი, ანჰიდრიტი, კარნალიტი და სხვა ჰალოგენები და სულფიდები.

ცნობილია ჰალიტის ორი სახესხვაობა: **ქვამარილი** ჩამოყალიბებული ძველ გეოლოგიურ პირობებში. **თვითნალექი მარილი**, რომელიც ყალიბდება ახლანდელ დროში, ცხელი კლიმატის პირობებში წყლიანი აუზების ფსკერზე.

საბადოები. არტემოვსკის (დონბასი), სოლოტვინო (ზაკარპატიე), ნორდვეიი (იაკუტია), სოლიკამსკის ურალზე – მსოფლიოში ყველაზე დიდი; რომელიც ჰალიტის მარილების გარდა წარმოდგენილია კალიუმით და მაგნიუმით. სტარობინსკის საბადო ბელორუსიაში (ქ. სოლიგორსკი). სტარფურტსკი გერმანიაში, ინდოეთში, ეგვიპტეში და აშშ სამხრეთ შტატებში.

გამოყენება. ჰალიტი არის უმნიშვნელოვანესი კვების პროდუქტი და დამაკონსერვებელი საშუალება, ის ძირითადი წყაროა ქიმიურ წარმოებაში მარილმჟავას (HCl), სოდის, ქლორის, NaOH და სხვა მიღებაში. გარდა ამისა ჰალიტი წარმოადგენს საწყის ნედლეულს მეტალური ნატრიუმის მისაღებად.

სილინი KCl.

სინგონია კუბური. ჰექსაოქტაედრის სიმეტრიის კლასი. კრისტალებს აქვთ ჰექსაედრის ფორმა, გვხვდება მიწისებრი და მარცვლოვანი აგრეგატის სახით.

ფერი რძისფერი, იშვიათად უფერო, ზოგჯერ მოწითალო ან მოყვითალო. გამჭვირვალე ან გამჭვირი. **ხაზის ფერი** თეთრი. **ელვარება** ცხიმოვანიდან მინისებრამდე. **სიმაგრე** 2, მყიფე. **სიმკვრივე** 1,9-2,0. **ტკეწვალბა** სრული (100)-ის სწვრივად. აქვს მლაშე გემო, ადვილად იხსნება წყალში. **თანმდევნი მინერალები:** ჰალიტი, ანჰიდრიტი, კარნალიტი და სხვ.

დიაგნოსტიკა. სილინი მომწარო-მლაშეა. რკინის ჟანგის და სხვა მინარევების გამო ის მოწითალო ან მოცისფრო შეფერილობას იღებს.

წარმოშობა ზღვების და ტბების აუზებში, ტიპიური ქიმიური პროცესის შედეგად წარმოიქმნება.

გამოყენება. კალიუმის სასუქი ნედლეული.

ჟანგეულები (ოქსიდები)

ჟანგეულები არის სხვადასხვა ელემენტების ნაერთი ჟანგბადთან, ჰიდროქსიდთან ან წყალთან. მათი შემცველობა მიწის ქერქში 17%-ია, მათგან სილიციუმის ჟანგი (SiO_2) დაახლოებით 12,5%.

ამ კლასის ყველაზე გავრცელებული მინერალებია სილიციუმის, ალუმინიუმის, რკინის, მაგნიუმის და ტიტანის ჟანგეულები.

მინერალების კრისტალურ სტრუქტურებში მეტალების კათიონები იმყოფებიან ჟანგბადის იონების გარემოცვაში $[\text{O}]^{2-}$ (ჟანგეულები) ან ჰიდროქსიდის $(\text{OH})^-$. ამ კლასში გამოიყოფა მარტივი და რთული ჟანგეულები და ჰიდროჟანგეულები.

ჰიდროჟანგეულები შეიცავენ $(\text{OH})^-$ ან წყლის ჯგუფს.

ჟანგეულების კლასის მინერალებს უმთავრესად შედარებით მარტივი კრისტალური მესრები აქვთ. უფრო რთულია მხოლოდ კვარცის SiO_2 განსაკუთრებული ჯგუფის მინერალოგია კრისტალური სტრუქტურები.

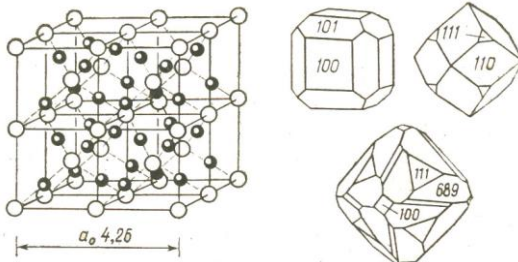
ამ მინერალებში კათიონებისა და ჟანგბადის ანიონებს შორის თანაფარდობა 2:1(A_2X)-დან 1:2(AX_2)-მდე მერყეობს. გარდა ამისა რთულ ჟანგეულებში დადგენილია კათიონების სხვადასხვა თანაფარდობა: ჩვეულებრივ 1:1 და 1:2.

მარტივი ჟანგეულები

კუპრიტი Cu_2O .

ლათინურად „კუპრუმ“ სპილენძი. **სინონიმი** სპილენძის წითელი მადანი.

სინგონია კუბური. ჰექსაოქტაედრის სიმეტრიის კლასი, ოქტაედრული ფორმის მცირე ზომის კრისტალები, იშვიათად კუბები (სურ. 36). გვხვდება ძირითადად მარცვლოვანი აგრეგატების სახით, იშვიათად ნემსისებრი ან თმისებრი ინდივიდები.



სურ. 36. კუპრიტის სტრუქტურა და კრისტალის ფორმები

ფერი წითელი, სხვადასხვა შეფერილობით. **ხაზის ფერი** მომხსაკისფრო წითელი. კუპრიტის კრისტალურ-მარცვლოვანი სახესხვაობანი ალმასისებრი ელვარებით გამოირჩევიან. **სიმკვრივე** 3,4-5. **სიმკვრივე** 6. მსხვრევალი. **ტენიანობა** {111}-ის გასწვრივ კარგი.

დიაგნოსტიკა: ხაზის ფერითა და ფერით, ძლიერი ელვარებით, რკინის ჰიდროჟანგულებთან ასოცირებით.

წარმოშობა. ეგზოგენური, სპილენძის საბადოთა მეორადი სულფიდური გამდიდრების ზონაში პირველადი სპილენძის სულფიდების ხარჯზე. კერძოდ ქალკოზინის და უფრო იშვიათად, ბორნიტის შემცველ მადანთა დაჟანგვის შედეგად. გვხვდება თვითნაბად სპილენძთან, მალაქიტთან, აზურიტთან და სხვა მეორად მინერალებთან. დაშლისას კუპრიტი გადადის მალაქიტში, რომელიც ქმნის მის მიმართ ფსევდომორფოზებს.

საბადო. ყოფილ სსრკ-ში ცნობილია ურალის ალმადანური საბადოები.

გამოყენება. გამოიყენება სხვა მინერალებთან ერთად სპილენძის მისაღებად.

⊕ **კორუნდი** Al_2O_3 .

სინგონია ტრიგონული. დიტრიგონული სკალენოედრის სიმეტრიის კლასი. კრისტალებს აქვთ კარგად განვითარებული სვეტისებური, კასრისებური (სურ. 37), პირამიდული და ფირფიტისებრი კრისტალები, უფრო ხშირია დიტრიგონული პრიზმის კომბინაციები და რამდენიმე დიტრიგონული დიპირამიდის, რომბოედრის და პინაკოიდის წახნაგები. გვხვდება, როგორც სხვადასხვა ზომის ჩანაწინწკლი კრისტალები, ასევე მარცვლოვანი აგრეგატებიც.



სურ. 37. კორუნდის კრისტალები და კრისტალთა ფორმები

ფერი ლურჯი, მონაცრისფრო, ყავისფერი, წითელი. C_r -ის უმნიშვნელო მინარევი აპირობებს წითელ ფერს. Fe^{2+} -ის მიხაკისფერს (Mn -თან ერთად) და ვარდისფერს, Ti -ის ლურჯს, Fe^{2+} და Fe^{3+} -ის ნარევი კი შავ ფერს. **ელვარება** მინისებრი. **ტექნოლოგია** პრაქტიკულად არა აქვს, ზოგჯერ რომბოედრის გასწვრივ აქვს მხოლოდ განწვევება, არასწორი მონატეხი. დამახასიათებელია მაღალი **სიმაგრე** 9. **სიმკვრივე** 4. გვხვდება სხვადასხვა ფერის გამჭვირვალე კრისტალები. კორუნდის გამჭვირვალე ძვირფასი სახესხვაობებია: უფერო-**დეიკოსაფირონი**, ლურჯი ფერის გამჭვირვალე სახესხვაობა - **საფირონი**, ხოლო წითელი - **ლალი**, **ნაუდაკი** - მონაცრისფრო, შავი ფერის მარცვლოვანი კორუნდის სახესხვაობაა.

დიაგნოსტიკა: სიმაგრით, ელვარებით, კრისტალის ფორმით.

წარმოშობა. ზოგჯერ გვხვდება სიღრმულ მაგმურ ქანებში -

სიენიტებში, ანდეზიტებში, ცნობილია აგრეთვე კორუნდის შემცველი სამრეწველო მნიშვნელობის სიენიტური პეგმატიტები. კორუნდის კონტაქტურ-მეტასომატური, საბადოები წარმოიშობა მაგმური ქანების კონტაქტთან კონტაქტში. ხშირად ამ ქანებში იგი წარმოდგენილია ძვირფასი სახესხვაობებით. რიგ შემთხვევაში მისი საბადოები წარმოიქმნებიან თიხამიწით მდიდარ დანალექ და მაგმურ ქანებზე პეგმატოლითური აგენტების ძლიერ ზემოქმედებასთან დაკავშირებით.

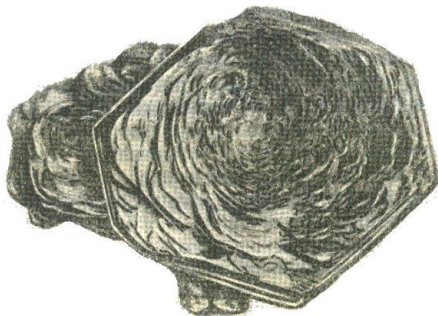
კორუნდი წარმოადგენს ქიმიურად ძლიერ მდგრად მინერალს და ხშირად გვხვდება ქვიშრობებში.

საბადოები. სემიზბუგუს საბადო ჩრდილო-აღმოსავლეთ ყაზახეთში, ილმენის მთებზე ურალზე; ნაჟდაკი-კოსოი ბროდი სვერდლოვსკში, მარცვლოვანი წითელი კორუნდი-იაკუტიის კონტაქტურ საბადოებში. სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაში. საუკეთესო ლალი მოიპოვება ზემო ბირმაში (კოპი მოგოკა და ა.შ.). ტაილანდში, ინდოეთში.

გამოყენება კორუნდს და ნაჟდაკს, მათი დიდი სიმაგრის გამო გამოიყენებენ, როგორც აბრაზიულ მასალას, ლალი და საფირონი – ძვირფასი ქვებია. ჩვენს დროში ფერადი კორუნდები ხელოვნურადაც მზადდება, რომლებსაც ოპტიკაში გამოიყენებენ.

ჰემატიტი Fe_2O_3 . რკინის წითელი მადანი.

ბერძნულად „ჰემა“ ნიშნავს სისხლს. შედარებით ხშირად გვხვდება სიცარილეებში ფორფიტისებრი, რომბოედრული და სქელფირფიტოვანი კრისტალების სახით. ჩვეულებრივი ფორმებია: რომბოედრი, პინაკოიდი, დიპირამიდა და ა.შ. გავრცელებულია აგრეთვე მკვრივი ფარულკრისტალური მასების, ფურცლოვანი და ქერცლოვანი აგრეგატების სახით (სურ. 38).



სურ. 38. „რკინის ვარდი“

სინგონია ტრიგონული. ბუნებაში ცნობილია რკინის ჯანგის ორი პოლიმორფული მოდიფიკაცია. $\alpha \cdot Fe_2O_3$ – ტრიგონული მდგრადი და $\gamma \cdot Fe_2O_3$ - კუბური არამდგრადი. **ფერი** წითელი, მუქი წითელი – შავამდე. **ხაზის ფერი** ალუბლისებურ-წითელი. არა მაგნიტური. **ელვარება** მეტალისებრი. **სიმაგრე** 5-6. **სიმკვრივე** 5.2. **ტენზალობა** არა აქვს, დამახასიათებელია რომბოედრის მიმართ უხეში განწვევება.

სახესხვაობები. გამოყოფის ფორმითა და აგრეგატების მიხედვით არჩევენ: 1) რკინის ალმადანი შავი ფერის თხელქერცლისებრი

წარმონაქმნები. მათ მიეკუთვნება ჰემატიტის კრისტალიც, ასევე სხვადასხვა ნათელკრისტალური აგრეგატები: რკინის ვარდი, რკინის ქარსი და ა.შ. 2) წითელი რკინაქვა – წითელი ფერის მკვრივი აგრეგატები. მათ მიეკუთვნება სწორი ზედაპირის ჩამონადენით წარმონაქმნები – წითელი ქუდი. 3) ოქრას მასები და ლითონები. ჰემატიტის ფსევდომორფოზა მაგნეტიტის მიმართ მარტივი ეწოდება.

დიაგნოსტიკა. ფერით, კრისტალის ფორმით და აგრეგატებით.

წარმოშობა. 1) კონტაქტურ-მეტასომატური სკარნულ ზონებში. 2) ჰიდროთერმული (რკინის ალმადანი) ძარღვებში – ლამაზი კრისტალები და აგრეგატები. 3) დანალექი, გამოფიტვის ქერქში მშრალი და ცხელი ჰავის პირობებში. 4) მეტამორფული – დანალექი რკინის მადნის მეტამორფიზმისას.

საბადოები. ჰემატიტის უდიდესი საბადოები მიეკუთვნება დანალექ-მეტამორფულ ტიპს. კურსკის მაგნიტური ანომალიები (იაკოვლევესკის, კოროპკოვის, სტოილენსკის, გოსტიშევსკის, ლეხედინსკი, მიხაილოვი) კამბრიულამდელი ასაკის რკინის კვარციტებში. ყველაზე დიდი რკინის საბადო – კოსტომუქსკო ნაპონია კარელიაში. აშშ-ში ზემო ტბის რაიონში, ბრაზილიაში (ბელუ-ორიზონტი) კარაუასი და ინდოეთში (ბიხარის ინრასას შტატებში), ასევე ჩინეთში, საქართველოში – ჩათახი.

გამოყენება. ჰემატიტი არის რკინის უმნიშვნელოვანესი მადანი, რომელიდანაც საბოლოოდ თუჯს და ფოლადს იღებენ. ფხენილისებრი ჰემატიტი გამოიყენება საღებავად და ფერადი ფანქრების დასამზადებლად.

○ ილმენიტი $FeTiO_3$.

ილმენიტის სახელწოდება წარმოსდგება ილმენის მთებიდან (სამხრეთ ურალი), სადაც ის პირველად დაადგინეს. სინონიმი ტიტანიანი რკინაქვა. იზომორფული მინარევის სახით შეიცავს Mg -ს, Mn -ს.

სინგონია ტრიგონული, რომბოედრული ფორმები, ზოგჯერ ფირფიტოვანია. ახასიათებს მრჩობლები რომბოედრის მიმართ. ჩვეულებრივ გვხვდება უწყსო ფორმის ჩანაწინწკლი მარცვლების და იშვიათად მჭიდრომარცვლოვანი მასების სახით.

ფერი რკინისებრ-შავი ან ფოლადისებრ-ნაცრისფერი. **საზის ფერი** მეტწილად შავი, ზოგჯერ რუხი ან მორუხო წითელი (ჰემატიტის ჩანართების შემცველი სახესხვაობები). **ელვარება** ნახევრად მეტალის, არაგამჭვირვალე. **სიმკვრივე** 5-6. **სიმკვრივე** 4,7. **ტენზადობა** ფრიალ არასრული, აქვს სუსტი მაგნიტური თვისება.

დიაგნოსტიკა. ჰგავს ჰემატიტს, მაგრამ განსხვავდება ხაზის ფერით და სუსტი მაგნიტური თვისებით.

წარმოშობა და საბადოები. ილმენიტი ჩანაწინწკლების სახით, ხშირად მაგნეტიტთან ასოციაციაში გვხვდება ფუჟე და ტუტე მაგმურ ქანებში. ზოგჯერ მნიშვნელოვანი რაოდენობით გვხვდება ზოგიერთი ტიპის პეგმატიტებში. საბადოები სამხრეთ ურალში, ნორვეგიაში და სხვა.

გამოყენება. დიდი დანაზრვების შემთხვევაში გამოიყენება ტიტანის მადნად.

○ ბრაუნიტი $Mn^{2+}Mn^{3+}O_3$.

სინგონია ტეტრაგონული, დიტეტრაგონული ბიპირამიდის სიმეტრიის

კლასი. კრისტალებს აქვთ ოქტაედრული იერი, უფრო ხშირად გვხვდება მჭიდრო მარცვლოვანი აგრეგატების სახით.

ფერი შავი. **ხაზის ფერი** მორუხო-შავი. **ელვარება** ნახევრად მეტალის, არაგამჭვირვალე. **სიმაგრე** 6. **სიმკვრივე** 4,7-5,0. **ტკეზვალობა** {111}-ის გასწვრივ არამაგნიტური.

დიაგნოსტიკა. ჰგავს მანგანუმის შავი ფერის მრავალ მინერალს. გამოირჩევა დიდი სიმაგრით და მორუხო-შავი ხაზის ფერით.

წარმოშობა და სახადოები. წარმოშობა აღდგენით პირობებში, გვხვდება ზოგ კონტაქტურ-მეტასომატურ წარმონაქმნებში და აგრეთვე ჰიდროთერმულ ძარღვებში.

გამოყენება. ბრაუნეტი მადნები მიეკუთვნება მანგანუმის უმნიშვნელოვანეს მადნებს, ფერო-მანგანუმის მისაღებად.

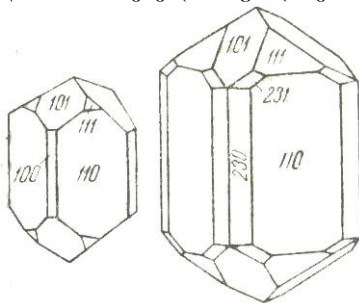
რუტილის ჯგუფი

რუტილი TiO_2 .

ლათინურად „რუტილუს“-მოწითალო.

ხშირად შეიცავს Fe-ს, Sn-ს, Sz-ს, V-ს და სხვა მინარევებს. ცნობილია TiO_2 -ის სამი პოლიმორფული მოდიფიკაცია რუტილი, ბრუციტი და ანატაზი.

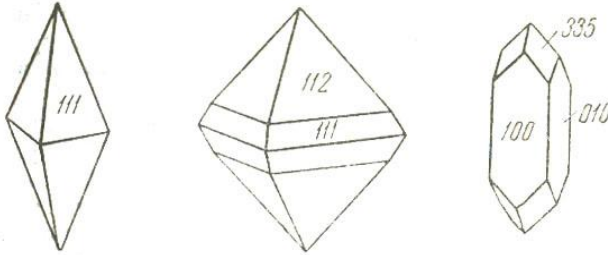
სინგონია ტეტრაგონული. დიტეტრაგონულ დიპირამიდის სიმეტრიის კლასი. გვაძლევს პრიზმულ (სურ. 39), დაშტრიხულ, არც თუ იშვიათად ნემსისებურ კრისტალებს. დამახასიათებელია მუხლისებრი მრჩობლები.



სურ. 39. რუტილის კრისტალები

ფერი მოყავისფრო-წითელი, რუხი ან მუქი წითელი. **ხაზის ფერი** ღია ყავისფერი, ყვითელი. **ელვარება** მეტალის ან აღმასისებრი. **სიმაგრე** 6-6,5. **სიმკვრივე** 4,2. მსხვრევალი. **ტკეზვალობა** {110}-ის გასწვრივ სრული, {100}-ის გასწვრივ საშუალო. მონატეხი ნიჟარისებრი.

სახესხვაობა საგენიტი-რუტილი-ნემსისებრი აგრეგატები, რომლებიც გვხვდება სხვა მინერალებში შენაზარდების სახით. განსაკუთრებით ხშირია რუტილის ძაფისებრი კრისტალები კვარცში. რუტილის რომბულ მოდიფიკაციას **ბრუციტი**, ხოლო ტეტრაგონულს **ანატაზი** ეწოდება. მათი ფიზიკური თვისებები მსგავსია (სურ. 40).



სურ. 40. ანატაზის კრისტალები

დიაგნოსტიკა. განირჩევა ძლიერი ელვარებით, კრისტალების მრჩობლებით და მოყავისფრო-წითელი ფერით. კასიტერიტისაგან განირჩევა ნაკლები სიმკვრივეით.

წარმოშობა. მაგმური, მეტამორფული-გენეზისებში და ფიქლებში. პიდროტერმული – კვარცის ძარღვებსა და ალპური ტიპის ძარღვებში, სადაც რუტილი წარმოქმნის დამოუკიდებელ კრისტალებსა და დრუზებს. გვხვდება ქვიშრობებშიც. თანმდევი მინერალები: კვარცი, ალბიტი, გრანატი და სხვ.

საბადოები. ურალზე სვერდლოვსკში, ნორვეგიაში, შვეიცარიის ალპებსა და მადაგასკარზე.

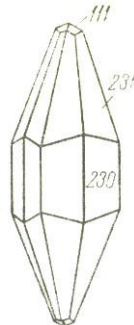
გამოყენება. წარმოადგენს ტიტანის მნიშვნელოვან მადანს. გამოიყენებენ რადიოტექნიკაში დეტექტორად, რუხი საღებავის მისაღებად.

კასიტერიტი SnO_2 .

კასიტერიტი შეცავს Fe, Nb, Ta, W -ს. ბერძნულად „კასიტეროს“-კალა.

სინონიმი კალის ქვა.

სინგონია ტეტრაგონული. დიტეტრაგონული დიპირამიდის სიმეტრიის კლასი (სურ. 41). კრისტალები პრიზმული, დიპირამიდული, იზომეტრული. დამახასიათებელია მრჩობლები, კრისტალები მცირე ზომისაა, მაგრამ ხანდახან აღწევენ 5სმ. ასევე გვხვდება ჩანაწინწკლების, უსწორო ფორმის მარცვლების, კონკრეციებისა და ნადენი ფორმების სახით.



სურ. 41. კასიტერიტის კრისტალი

ფერი უფერო, მუქი-ყავისფერი, მუქი-მუქ-შავამდე. გაუმჭვირვალე.

სახის ფერი ღია ყავისფერი. **ელვარება** მონატეხზე ნახევრად მეტალის, ხოლო წახნაგზე ალმასისებრი. **სიმაგრე** 6,5-7. **სიმკვრივე** 6,8-7,0. დიაგნოსტიკა ძნელია, განსაკუთრებით მცირე ზომის მარცვლებში. **ტკეწვალობა** არასრული, ზოგჯერ კარგად გამოხატული {100}-ის მიმართ, **მონატეხი** ნიჟარისებრი. ძალიან მყიფეა.

სახესხვაობები. მუქი ფერის მჭიდრო ფორმებს, რომელიც გავს ხეს, ეწოდება „ხისებრი კასიტერიტი“.

დიაგნოსტიკა. კრისტალების სახის, დიდი სიმკვრივით ძლიერი ალმასისებრი ელვარების, ღია სახის ფერის მიხედვით.

წარმოშობა. კასიტერიტის საბადოები გენეტურად ძირითადად მუავე მაგმურ ქანებს, უმთავრესად გრანიტებს უკავშირდებიან. 1. პნემატოლითური – გენეტიკურად დაკავშირებულია მუავე ამონთხეულ ქანებთან, გვხვდებიან გრეიზენიზებულ და ალბიტიზირებულ პეგმატიტებში. 2. ჰიდროთერმული – სადაც განიხრევა ორი ფორმაცია: კასიტერიტ-კვარცხული და კასიტერიტ-სილიკატ-სულფიდური, რომლებიც წარმოდგენილია სხვადასხვა ფორმის ძარღვებით. გვხვდებიან პარაგენეტულ ასოციაციაში შემდეგ მინერალებთან: პეგმატიტებში – მუსკოვიტთან, კვარცთან, ალბიტთან, კოლუმბიტთან, გრეიზენებში – კვარცთან, ტოპაზთან, მინდურის შპატთან, ფლუორიტთან, ტურმალინთან; კვარცის ძარღვებში – ვოლფრამიტთან, მოლიბდენიტთან, პიროტინთან, პირიტთან, ქალკოპირიტთან, ქლორიტთან.

საბადოები. კასიტერიტი ცნობილია ცენტრალურ-იანსკის რაიონში (იაკუტია), მაგადანის და ჩუკოტკის ავტონომიურ ოლქში (ეგე-ხაია, ვალკუმი და ა.შ.), ასევე პრიმორსკის მხარეში და ხაბაროვსკში. კასიტერიტი გვხვდება ყირგიზეთში (სარი-ჯუხსკოე). ბოლივიაში (სულფიდური ძარღვები); ალუვიური და ელუვიური საბადო ცნობილია ნახევარკუნძულ მალაკაზე (მალაიზია), ასევე ტაილანდში, ბირმაში, ინდონეზიაში.

გამოყენება. კასიტერიტი კალის უმნიშვნელოვანესი მადანია.

პიროლუზიტი MnO_2 .

ბერძნულად „პიროს“ ნიშნავს ცეცხლს.

სინჯონია ტეტრაგონული, დიტეტრაგონული დიპირამიდის სიმეტრიის კლასი. კრისტალების სახით იშვიათად გვხვდება. მათ ნემსისებრი ან ჩხირისებრი იერი აქვთ. პიროლუზიტი ჩვეულებრივ გავრცელებულია მთლიანი კრისტალური ან ფარულკრისტალური, ხშირად ფხვნილისებრი, ჭვარტლისებრი, თირკმლისებრი და ოლითური აგრეგატების სახით, ზოგჯერ ქმნის კონცენტრულ-ზონალური ადნაგობის სფეროსებრ კონკრეციებს (სურ. 42).



სურ. 42. პიროლუზიტის კონკრეცია

ფერი და **ხაზის ფერი** შავი. **კლვარება** მეტალისებრი. **სიმაგრე** – განსხვავებული 2-დან მიწისებრ და ფხვიერ აგრეგატებში 5-6 კრისტალურში. **სიმკვრივე** 4,7-5,0. **ტკეზადობა** {110}-ის მიმართ, მსხვრევადი.

დიაგნოსტიკა. ფერით და ხაზის ფერით, ძირითადად დაბალი სიმაგრით. ძნელი გასარჩევია მანგანუმის ჰიდროქსიდებისა და სხვა ჟანგეულებისაგან.

წარმოშობა. ეგზოგენური – ყალიბდება დანალექ საბადოთა სანაპირო ფაციესში ჟანგვის ზონაში, სადაც წარმოქმნის მანგანუმის ე.წ. ქუდებს. პიროლუზიტი წარმოადგენს ყველაზე მდგრად მანგანუმის ჟანგეულს. პიროლუზიტი გვხვდება მანგანიტთან, პსილომელანთან, ლიმონიტთან ერთად.

საბადოები. საქართველოში – ჭიათურის, უკრაინაში ნიკოპოლის-დანალექი საბადოები. ინდოეთში მალხაპრადეშის შტატში, გაბონში და ბრაზილიაში.

გამოყენება. მანგანუმის უმნიშვნელოვანესი მადანია. მანგანუმი გამოიყენება მეტალურგიაში, როგორც ფოლადის დანამატი, ის აძლევს მას სიმაგრეს, ელასტიურობას და ჭედადობას. მისგან ამზადებენ მშრალ ელექტრობატარებს, გამოიყენება აგრეთვე ოლიფის ზეთების და ცვილის წარმოებაში. მინის წარმოებაში მწვანე მინის გასაუფერულებლად.

⊕ **კვარცის ჯგუფი** SiO_2 .

სინგონია α კვარცი ტრიგონული, β კვარცი ჰექსაგონური. ჩვეულებრივი წნევის პირობებში ცნობილია სილიციუმის ორჟანგის რამდენიმე პოლიმორფული მოდიფიკაცია.

ცხრილი 1.

სილიციუმის ორჟანგის პოლიმორფული მოდიფიკაცია	ტემპერატურა, °C	სინგონია
დაბალტემპერატურული α კვარცი	ნაკლები 575	ტრიგონული
მაღალტემპერატურული β კვარცი	575–870	ჰექსაგონური
ტრიდიმიტი	870–1470	ჰექსაგონური
ქრისტობალიტი	1470–1710	კუბური
1710 მაღლა იწყება დნობა (თხევადი SiO_2)		

ამ ჯგუფში შემავალ მინერალებს აქვთ ერთი და იგივე საკმაოდ მარტივი შედგენილობა SiO_2 . ისინი წარმოდგენილი არიან პოლიმორფული მოდიფიკაციებით.

SiO_2 -ის ამ ჯგუფში შემავალ პოლიმორფული მოდიფიკაციებიდან სამ მთავარ ფორმას საკუთარი სახელწოდება აქვს: კვარცი, ტრიდიმიტი და ქრისტობალიტი. მათი მოდიფიკაციების აღნიშვნა მიღებულია ბერძნული ასოების α და β თავსართებით. გარდა ცხრილ 1-ში მოცემული პოლიმორფული მოდიფიკაციებისა, ცნობილია აგრეთვე ტრიდიმიტისა და ქრისტობალიტის ენანტიომორფული გარდაქმნები: α ტრიდიმიტი \rightleftharpoons (130) β ტრიდიმიტი; α ქრისტობალიტი \rightleftharpoons (180-270) β ქრისტობალიტი.

კვარცის სტრუქტურაში Si^{4+} -ის იონს ტეტრაედრის ცენტრი უკავია, წვერობზე კი O^{2-} -ის იონებია მოთავსებული ისე, რომ სილიციუმ-ჟანგბადოვან ტეტრაედრში სილიციუმის იონის გარშემო ჟანგბადის ოთხი იონია განლაგებული, დაახლოებით თანაბარ მანძილზე.

კვარცი ხშირად გვხვდება ღამაზად ჩამოყალიბებულ კრისტალებად, ხანდახან იძლევა დრუზებს (სურ. 43). კრისტალებს აქვთ წაგრძელებული, პრიზმული ფორმა. ჩვეულებრივი ფორმებიდან დამახასიათებელია პრიზმის, რომბოედრის, ტრიგონული დიპირამიდისა და ტრიგონული ტრაპეცოედრის წახნაგები. დამახასიათებელია პრიზმის წახნაგებზე ჰორიზონტალური დაშტრიხვა. კრისტალების ზომა - წონა განსხვავებულია, გვხვდება კრისტალები 10ტ-მდეც.

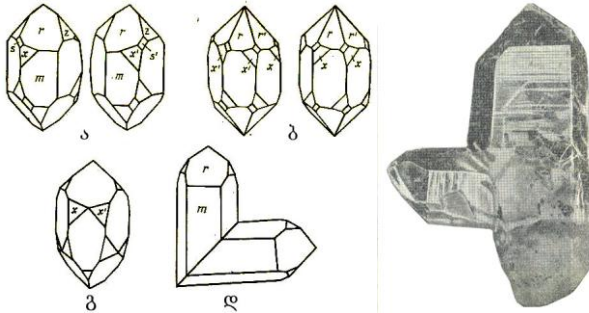


სურ. 43. კვარცის კრისტალები

კვარცის ჯგუფის მინერალთა აგრეგატული მდგომარეობებიდან ფართოდაა გავრცელებული დრუზები, მარცვლოვანი მთლიანი მასები, ფარულკრისტალური, ხშირად გვხვდება ქერქების, ნაღენი თირკმლისებრი,

სფეროლითების, კონკრეციების, ზონალურ-კონცენტრიული ფორმების სახით. ტრაპეცოედრის ფორმის მიხედვით ანსხვავებენ „მარჯვენა“ და „მარცხენა“ კვარცის კრისტალებს.

მრჩობლები გვხვდება ძალიან ხშირად და სხვადასხვა კანონის მიხედვითაა წარმოქმნილი: დოფინეს, ბრაზილიის, იაპონიის და სხვა (სურ. 44).



სურ. 44. კვარცის კრისტალის ფორმები და მრჩობლები
 ა. მარჯვენა და მარცხენა; ბ. დოფინეს; გ. ბრაზილიისა; და დ. იაპონიის
 კანონით შემრჩობულბა

კვარცის **ფერი** თეთრი, უფერო, მონაცრისფრო ან სხვა შეფერილობის. **ელვარება** მინისებრი, ქალცელონს-ცვილისებრი მკრთალამდე. **ტკეწვალობა** არა აქვს. **მონატეხი** ნიჟარისებრი. **სიმაგრე** 7. **სიმკვრივე** 2,65. ახასიათებს პიეზოელექტრული თვისებები. ატარებს ულტრაიისფერ სხივებს.

სახესხვაობები ფერის მიხედვით: **მთის ბროლი** – წყლისფერ-გამჭვირვალე, უფერო, კარგად გამოკვეთილი კრისტალები, გვხვდება ალპური და ზოგიერთი პეგმატიტური ტიპის დაბალტემპერატურულ ძარღვებში. ხშირად მთის ბროლის კრისტალებში გვხვდება რუტილის უწვრილესი ნემსისებრი ჩანართები (სურ. 45) **ამეთვისტო** – იისფერი, დაბალტემპერატურული, ჰიდროთერმული. **ციტრინი** – ოქროსებრ ან ლიმონისებრ ყვითელი, **გამჭვირვალე კვარცი**; **ვარდისფერი კვარცი** – ღია ვარდისფერი ფერის, დამახასიათებელია ცენტრალური ნაწილის პეგმატიტური ძარღვებისათვის; **კვამლა კვარცი** (რაუხტოპაზი) – ნაცრისფერი, მუქი ფერის, გამჭვირვალე, წარმოიქმნება დაბალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ ძარღვებში; **მორიონი** – შავი ფერის კვარცი პეგმატიტურ ძარღვებსა და პნევმატოლითებში.

ნამოთვლილი გამჭვირვალე სახესხვაობების გარდა გავრცელებულია უცხო მინერალთა ჩანართებით ნათლად ალექრომატულად შედგენილი კვარცის კრისტალები: **პრაზემი** – მომწვანო კვარცი, მწვანე აქტინოლითის ნემსების ჩანართებით; **ავანტიურინი** – მოყვითალო ან მორუხო-წითელი კვარცი მოციმციმე ელფერით, რასაც ქარსის, რკინის ქარსის (Fe_2O_3) და სხვა. უწვრილესი ჩანართები აპირობებს.



სურ. 45. გამჭვირვალე კვარცის კრისტალი რუტილის ნემსების ჩანართებით

დიაგნოსტიკა. მინისებრი ელვარებით, ნიჟარისებრი მონაცხით, მაღალი სიმაგრით და პრიზმის კრისტალზე მიმართ ჰორიზონტული დაშტრიხვით.

წარმოშობა. კვარცი მრავალნაირია. მაგმური კვარცი გრანიტებში გამოიყოფა არასწორი ფორმის მარცვლების სახით. პეგმატიტებში მინდვრის შპატთან ერთად, ძირითადი ქანმაშენი მინერალია. ჰიდროთერმული კვარცი – ძარღვული მინერალი. კვარცი შეიძლება იყოს ეგზოგენურიც, მაგალითად შეიძლება გამოიყოს დანალექ ქანებში დრუზების სახით.

კვარცი მდგრადი მინერალია. ქიმიურად ის არ იშლება, მექანიკური დაშლისას მიეყვარათ კვარცული ქვიშების ჩამოყალიბებასთან, რაც მტეამოფიზიზმის შედეგად გადადის კვარციტებში.

სილიციუმის ჟანგის ფარულკრისტალური სახესხვაობანი **ქალცედონის** სახელითაა ცნობილი. ის არ არის გამჭვირვალე, მაგრამ გამჭვირია. მას ფერებისა და ელფერის დიდი სხვადასხვაობა ახასიათებს. აღსანიშნავია რძისფერი-თეთრი, მოლურჯო-შავი (**საფირონი**), ყვითელი, წითელი, ნარინჯისფერი (**სარდონი-სერდოლიკი**), მიხაკისფერი, რუხი (**სარდერი**), მწვანე (**კლაზმა**), ვაშლისებრ-მწვანე (**ქრიზოპრაზი**), მწვანე წითელი ლაქებით (**ჰელიოტროპი**) და სხვა. **აქატები** და **ონიქსები**, შედგებიან ქალცედონის სხვადასხვა ფერის კონცენტრულ-ზონალური თხელი ფენებისაგან, მათ შეიძლება ჰქონდეთ სრულიად სხვადასხვაგვარი შეხამების ფერები: შავი თეთრთან (**არაბული ონიქსი**), რუხი თეთრთან (**სარდონიქსი**), წითელი თეთრთან (**კარნეოლონიქსი**) და სხვა.

საბადოები. მთის ბროლი ცნობილია ვოლინის პეგმატიტებში, სამხრეთ ურალის კვარცის ძარღვებში, პამირზე და აღდანზე; ამეთვისტო – ჩრდილო ურალზე, ანგაროლიმის და ანგარო-კატის რაიონებში; ტექნიკური აქატის საბადოები – საქართველოში (ახალციხე) და იაკუტიაში; სუფთა კვარცის ქვიშები – მოსკოვის (ლუბერეცკის), ვლადიმირსკის და სხვა მხარეებში. შვეიცარიის ალპებში, ბრაზილიაში, მადაგასკარზე; ამეთვისტო – ურუგვაიში.

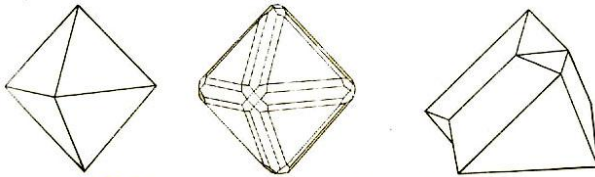
გამოყენება. მთის ბროლი – რადიოტექნიკასა და ოპტიკაში. ამეთვისტო, რაუზტოპაზი, ქალცედონი, აგატი, იასპისი და სხვანი – საიუველირო საქმეში. სუფთა კვარცის ქვიშები – მინის წარმოებაში, ქვიშაქვები და კვარციტები – როგორც საშენი მასალა.

რთული ჟანგეულები

○ შპინელი $MgAl_2O_4$.

მაგნიუმი ჩაინაცვლება Zn, Fe^{2+}, Mn^{2+} -ით, ალუმინიუმი – $Fe^{3+}, Mn^{3+}, Cr^{3+}$ -ით. სხვადასხვა ფერის ლამაზ შეფერილ გამჭვირვალე სახესხვაობებს კეთილშობილ შპინელებს უწოდებენ.

სინგონია კუბური. გვხვდება, როგორც კრისტალების, ასევე მარცვლების სახით. კრისტალები – ჩვეულებრივ პატარა, ოქტაედრული ფორმების სახით. მრჩობლები ხშირია – ოქტაედრის მიმართ შეზრდილი (სურ. 46).



სურ. 46. შპინელის კრისტალის ფორმები

ფერი ცისფერი, ღურჯი, ვარდისფერი, წითელი, მწვანე, ყავისფერი შავამდე. **ელვარება** მინისებრი. **სიმაგრე** 8. **სიმკვრივე** 3,6. **ტკეზვალბა** არასრული (III)-ის მიმართ. მონატეხი ნიჟარისებრი.

სახესხვაობები. პერცინიტი $FeAl_2O_4$ – შავი ფერის, პლეონასტი – $(Mg,Fe)Al_2O_4$ – მუქი ან შავი ფერის.

დიაგნოსტიკა. განირჩევა მარცვლების იზომეტრული ფორმით, ელვარებით, მაღალი სიმაგრით (8) და პარაგენეზისით.

წარმოშობა. კონტაქტურ-მეტასომატური – გვხვდება გამარმარილებულ კირქვებსა და დოლომიტებში. პარაგენეზისი: მაგნეტიტი, გრანატი, ფლოგოპიტი, პიროქსენი, სკაპოლიტი. იშვიათად გვხვდება პეგმატიტებში და მაგმურ ქანებში. დადგენილია, აგრეთვე სიღრმულ ძლიერ მეტამორფულ ქანებში – გენისებში და კრისტალურ ფიქლებში. ზედაპირულ პირობებში შპინელი საესებით მდგრადია, ამიტომ ხშირად გვხვდება ქვიშრობებში.

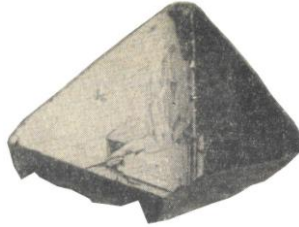
საბადოები სამხრეთ ურალზე შიშიმის და ნახამის მთებში, სამხრეთ ბაიკალში (ცისფერი შპინელი), ალდანის ფლოგოპიტის საბადოებში (შავი შპინელი), პამირზე ცნობილია კეთილშობილი (წითელი) შპინელი. წითელი და ვარდისფერი შპინელის უდიდესი საბადოები გვხვდება ჩრდილო ბირმაში, შრილანკის კუნძულზე და ტაილანდში.

გამოყენება. პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვთ გამჭვირვალე ლამაზად შეფერილ კრისტალებს, რომელიც ატარებს კეთილშობილი შპინელის სახელწოდებას; გამოიყენება, როგორც ძვირფასი ქვა.

○ მაგნეტიტი $FeFe_2O_4$.

სინონიმი მაგნიტური რკინა. მაგნეტიტი მინარევების სახით შეიცავს TiO_2 -ს (რამდენიმე პროცენტამდე), Cz_2O_3 -ს, იშვიათად Mg, Al -ს და სხვა ელემენტებს.

სინგონია კუბური. კრისტალები გვხვდება ოქტაედრის ფორმების სახით (სურ. 47); აგრეგატები – მარცვლოვანი.



სურ. 47. მაგნეტიტის ოქტაედრის ფორმის კრისტალი

ფერი რკინისებრ-შავი. **სახის ფერი** შავი. **ელვარება** მეტალისებრი. **სიმაგრე** 5,5-6. **სიმკვრივე** 5,0-5,2. **ტკეზვადობა** არა აქვს. მაგნეტიტი ადვილად გამოიცნობა ძლიერი მაგნიტური თვისებით.

სახესხვაობები. 1. ტიტანმაგნეტიტი TiO_2 -ს შემცველობით; ასევე შეიცავს ვანადიუმს. 2. მაგნიუმმაგნეტიტი $(Fe,Mg)Fe_2O_4$ 3. ქრომმაგნეტიტი $(Fe,Cz)Fe_2O_4$.

დიაგნოსტიკა. შავი ფერით, ძლიერი მაგნიტურობით, ოქტაედრული ფორმითა და სიმაგრით.

წარმოშობა. 1. მაგმური; 2. სკარნული; 3. ჰიდროთერმული; 4. მეტამორფული.

ჟანგვისას მაგნეტიტი გადადის ჯერ მარტიტში, შემდეგ რკინის სხვადასხვა ჰიდროჟანგულებში.

საბადოები. მაგმური წარმოშობისაა კან-კანარის და გუსევეგორსკის, კუსინსკის, ქვედა-ტაგილსკის და პერეგოურალსკის. ტიტანმაგნეტიტის საბადოები (ურალი), ასევე შეედური კირუნა და გელიოვარა.

სკარნული საბადოებია – მაგნიტური შთა (ქ. მაგნიტოგორსკი), დაშქესანი (აზერბაიჯანი), ტაშტაგოლი, აბაკანის და ა.შ.

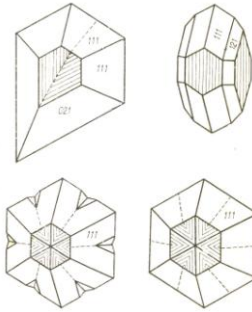
ჰიდროთერმული საბადოებია კორშუნოვის, რუდნოგორსკის და სხვა. მეტამორფული საბადოების მაგალითია კრივოი როგი და კურსკის მაგნიტური ანომალიები. ანალოგიური საბადოები ცნობილია აშშ, ბრაზილიაში და ინდოეთში.

გამოყენება. როგორც ჰემატიტი, წარმოადგენს რკინის უმნიშვნელოვანეს მადანს. ტიტანმაგნეტიტი ვანადიუმის მადანია.

○ **ქრიზობერილი** $BeAl_2O_4$.

ბერძნულად „ქრიზოს“ ოქრო. **სახესხვაობა:** ზურმუხტისებრ-მწვანე ფერის **ალექსანდრიტი**, მინარევის სახით ყოველთვის შეიცავს Fe_2O_3 -ს, ზოგჯერ TiO_2 -ს და Cz_2O_3 -ს, რომელთანაც დაკავშირებულია ალექსანდრიტის ზურმუხტისებრ-მწვანე ფერი.

სინგონია რომბული, დიპირამიდის სიმეტრიის კლასი. კრისტალებს აქვთ სქელფირფიტოვანი, ზოგჯერ მოკლე ან გრძელპრიზმული იერი, ხშირად ფსევდოჰექსაგონური ჰაბიტუსი (სურ. 48).



სურ. 48. ქრიზობერილის კრისტალების ფორმები

ფერი ჩვეულებრივ ყვითელი ან მომწვანო-ყვითელი, იშვიათად უფერო, მხოლოდ ქრომის შემცველი სახესხვაობა (ალექსანდრიტი) ზურმუხტისებრ-მწვანეა, ხოლო ხელოვნურ განათებაზე მოიხფრო-წითელი. **ელვარება** მინის, მონატესზე ცხიმოვანი. **სიმაგრე** 8,5; მსხვერვალია. **ტკეზადობა** {110} მიმართულებით ნათლად გამოსატული {001} და {010}-ის გასწვრივ არასრული. მონატეხი ნაჭუჭისებრი. **სიმკვრივე** 3,5-3,8.

დიაგნოსტიკა. გვხვდება მხოლოდ კრისტალების სახით, მაღალი სიმაგრით და ფერით განსხვავდება ბერილისაგან.

წარმოშობა და საბადოები. ჩვეულებრივ გავრცელებულია პეგმატიტებში ან კონტაქტურ-პნევატოლითურ წარმონაქმნებში. ჟანგვის ზონაში მდგრადია, რის გამოც გვხვდება მარცვლების სახით ქვიშრობებში. საბადოებიდან აღსანიშნავია მინას-ჟერაისის (ბრაზილია) პეგმატიტები და კუნძულ ცეილინისა და მადაგასკარის ქვიშრობები.

გამოყენება. გამჭვირვალე, ლამაზი შეფერილი გამოიყენება საიუველირო ქვად.

ჰიდროქსანგეულები

○ გიბსიტი $\text{Al}(\text{OH})_3$.

გიბსიტი იზომორფული მინარევის სახით შეიცავს Fe_2O_3 -ს. სინონიმი

ჰიდრარგილიტი.

სინგონია მონოკლინური. კრისტალებს აქვთ ფირფიტისებრი ფორმა. ძირითადად გვხვდება მკვრივი მასების, ხშირად ნაღვენთი ფორმების სახით, ზოგჯერ ნაღენი ფორმები ანდა მარცვლისებრი, სფეროსებრი კონკრეციები.

ფერი თეთრი, მონაცრისფრო, მომწვანო ან მოწითალო. **ტკეზადობა** სრული. **ელვარება** ტკეზადობის სიბრტყეზე სადაფისებრი. **სიმაგრე** 2,5-3,5. **სიმკვრივე** 2,35. დიასპორისაგან განირჩევა სიმაგრით.

წარმოშობა. ეგზოგენური-ალუმოსილიკატების დაშლის შედეგად. შედის ბოქსიტის შედგენილობაში.

გამოყენება. გიბსიტი ისევე, როგორც ბოქსიტების შედგენილობაში შემავალი დიასპორი და ბომიტი, წარმოადგენს თიხაშიწის ნედლეულს. ჰიდროთერმული წარმოშობის გიბსიტი გვხვდება შედარებით იშვიათად.

⊖ **ღიასპორი** α - AlO(OH) .

სინგონია რომბული. კრისტალებს აქვთ ფირფიტისებრი, წაგრძელებული ფორმა, აგრეგატები ფურცლისებრი, ქერცლისებური.

ფერი ყავისფერი, მუქი, მონაცისფრო-თეთრი, მოყვითალო-რუხი. **ტკეჩვადობა** სრული. **ელვარება** მინის, ტკეჩვადობის სიბრტევეზე სადაფისებრი. **სიმაგრე** 6,5-7. **სიმკვრივე** 3,4.

ღიაგნოსტიკა. ტკეჩვადობით, მაღალი სიმაგრითა და ფირფიტისებრი ფორმით. გაცხელებისას სკდება და გამოყოფს წყალს.

წარმოშობა. კონტაქტურ-მეტასომატურ და ჰიდროთერმალურ საბადოებში, ხშირად კორუნდთან, მაგრამ უმრავლეს შემთხვევაში – ეგზოგენური, ბოქსიტებისა და თიხის საბადოებში. კონტაქტურ-მეტასომატური ღიასპორი გვხვდება კოსოი ბროდის საბადოზე ურალზე.

⊕ **გიოტიტი** α FeO(OH) . [გოეთიტი]

სინგონია რომბული. კრისტალებს აქვთ მცირე ფირფიტისებრი ფორმა; სტალაქტიტისებრი, თირკმლისებრი ან ნადენი ფორმები.

ფერი მუქი-ყავისფრიდან მუქყვითლამდე. **ხაზის ფერი** მუქი-ყვითელი. **ელვარება** ნახევრად მეტალის, **სიმაგრე** 5,5. **სიმკვრივე** 3,3-4,3.

ღიაგნოსტიკა. ხშირია მკვრივი პრიალა ზედაპირიანი ჩამონადგენით ფორმების სახით. ჰემატიტისაგან განირჩევა ფერით და ხაზის ფერით. ძნელი გასარჩევია რკინის სხვა ჰიდროჟანგებისაგან. საბოლოოდ რენტგენოგრაფიულად დგინდება.

წარმოშობა. დანალექი-ბიოგენური ან ქიმიური დანალექი. ხშირად გვხვდება პირიტის, სიდერიტის, მაგნეტიტის და სხვა მინერალების დაშლის პროდუქტის სახით. შედის ლიმონიტის შედგენილობაში.

⊕ **ლიმონიტი.** $\text{HFeO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ან $\text{Fe}(\text{OH})_3$

სახელწოდება მომდინარეობს ბერძნული სიტყვიდან „ლემონი“-მდელი, რითაც ხაზი ესმევა მის ეგზოგენურ წარმოშობას. ლიმონიტი არ წარმოადგენს მინერალის რომელიმე სახეს, ეს არის ფარულკრისტალური, მიწისებრი ან ამორფული მინერალების ნაერთი – გიოტიტისა და ლეპიდოკროკიტის, ასევე მექანიკურ ნაერთს – თიხოვანი ნივთიერების, სილიციუმის ჟანგის და ა.შ.

ლიმონიტი ქმნის მუქ ყავისფერ ქერქს, სხვადასხვა ნალვენთ ფორმებს, მიწისებრ მასებს, გვხვდება კონკრეციებისა და ოლითების სახით.

ხანდახან ლიმონიტს აქვს პრიალა, სწორი ზედაპირი მუქი ყავისფერი შეფერილობით. ნალვენით ფორმები ცნობილია **მუქი მინისთავის** სახელწოდებით.

ფიზიკური თვისებები მერყეობს შემადგენლობის მიხედვით. **სიმაგრე** 1-5. **სიმკვრივე** 2,7-4,3. გაცხელებისას გამოყოფს წყალს.

წარმოშობა. ტიპური ეგზოგენური. ლიმონიტი წარმოიშობა თითქმის მხოლოდ მიწის ზედაპირზე, ჟანგბადის არსებობისა და მნიშვნელოვანი ტენიანობის პირობებში. განსაკუთრებით ახასიათებს რკინის შემცველი საბადოების გამოფიტვის ქულს.

საბადოები. ყირიმში და ჩრდილო-კავკასიაში (მაღკინის), ლიმონიტი ტბასა და ჭაობში წარმოშობილი ცნობილია ურალზე, ყაზახეთში,

ლოტარინგიაში (საფრანგეთი) და ლუქსემბურგში, ასევე კუბაში.

○ პსილომელანი.

დაახლოებით შედგენილობა ასეთია $mMnO \cdot nMnO_2 \cdot xH_2O$, შეიცავს რკინას, ბარიუმს, კალციუმს და სხვა ელემენტებს. სინგონია რომბული. პსილომელანი გვხვდება ნალვენთი ფორმის სახით – თირკმლისებური, მარცვლოვანი, ასევე მკვრივი მასების, დენდრიტებისა და ოლითების სახით (სურ. 49).



სურ. 49. ფსილომელანის კოლომორფული აგრეგატები

ფერი შავი. ხაზის ფერი მოყავისფრო-შავი. ელვარება მეტალისებრი, სიმაგრე 4-6. სიმკვრივე 4,0-4,7.

სახესხვაობები. ვადი – მიწისებრი. სიმაგრე დაახლოებით 1-2. ფერი და ხაზის ფერი შავია. სიმკვრივე 2,8-4,4. ასბოლანი შეიცავს კობალტის ნაერთს.

დიაგნოსტიკა. პსილომელანი განირჩევა სიმაგრით, რკინის ჰიდროქანგისაგან და ლიმონიტისაგან – ხაზის შავი ფერით.

წარმოშობა. ეგზოგენური – მანგანუმის სხვადასხვა მინერალების ჟანგვის შედეგად წარმოქმნილი.

წელიანი პსილომელანი ფართოდაა გავრცელებული მანგანუმის საბადოებზე, სადაც ხანდახან გვხვდება შუაშრეების სახით. მათი თანამგზავრებია პიროლუზიტი, მანგანიტი, როდოქროზიტი, ლიმონიტი, კალციტი, დოლომიტი და ბარიტი.

საბადოები. ჭიათურის (საქართველო), ნიკოპოლის (უკრაინა), ჯეზდინსკის, ურალზე.

გამოყენება. პსილომელანი არის მანგანუმის მადანი. სახესხვაობა, რომელიც შეიცავს კობალტს (ასბოლანი), – კობალტის მადანია.

○ ოპალი $SiO_2 \cdot nH_2O$.

ამორფული მინერალი. გვხვდება ნალვენთი მინის მაგვარი ან ფოროვანი მიწისებრი და მკვრივი წარმონაქმნების სახით ნიჟარისებრი მონატეხით.

ფერი თეთრი, ნაცრისფერი, გაანჩია ფერების თამაში (ოპალესცენცია). გამჭვირვალე, გამჭვირი და გაუმჭვირვალე. ელვარება მინისებრი, ცვილისებრი, ცხიმისებრი. სიმაგრე 5,5. სიმკვრივე 1,9-2,3.

დიაგნოსტიკა. დამახასიათებელია მინისებრი ელვარება, ნიჟარისებრი მონატეხი. ქალცედონისაგან განირჩევა ნაკლები სიმაგრითა და სიმკვრივით.

გაცხელებისას ოპალი გამოყოფს წყალს.

წარმოშობა. ტიპიური გამოფიტვის ქერქის მინერალია, შეიძლება იყოს ჰიდროთერმული წარმოშობის. ოპალის უზარმაზარი მასები წარმოიქმნება ბიოგენური გზით ორგანიზმების განამარხების შედეგად, რომელთაც ჰქონდათ სილიციუმის ნიჟარები (ოპოკი, დიატომიტი, ტრეპელი).

საბადო ავსტრალიაში, უნგრეთში და ჩეხოსლოვაკიაში. დიატომიტი – საქართველოში, ტრეპელი – პოლონეთში, ასევე კურსკში.

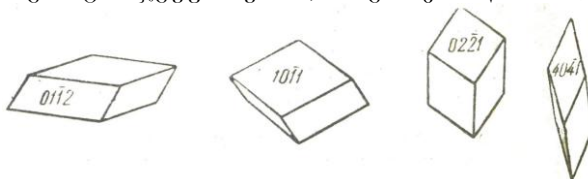
გამოყენება. ოპალი წარმოადგენს ძვირფას ქვას. დიატომიტი და ტრეპელი გამოიყენება სამშენებლო საქმეში, თერმოიზოლაციისა და სხვა საქმისათვის.

კარბონატები

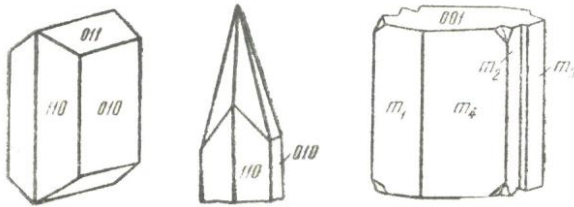
კარბონატები – მინერალთა ჯგუფია, რომელთაც ბუნებაში შედარებით ფართო გავრცელება აქვთ. ეს განსაკუთრებით შეეხება CaCO_3 -ს რომელიც საკმაოდ ხშირად ქმნის დანალექი წარმოშობის უზარმაზარ წყებებს. კარბონატები ხშირად გვხვდება მინერალთა თანამჯზაერების სახით საბადოებში, ხოლო რიგ შემთხვევაში თვითონ ისინი წარმოადგენენ სამრეწველო ინტერესს. კარბონატები სტრუქტურულად წარმოადგენენ $[\text{CO}_3]^{2-}$ კომპლექს ანიონის მქონე წარმონაქმნებს, რომლის კომპლექს ანიონი თავის მხრივ წარმოადგენს ბრტყელი სამკუთხედის ფორმის იზოლირებულ რადიკალს.

ანიონ $[\text{CO}_3]^{2-}$ -ს უნარი აქვს წარმოშვას მეტნაკლებად მდგრადი ნაერთები საშუალო და დიდი იონური რადიუსების მქონე ორვალენტოვან ლითონთა კათიონებთან. მათგან უმთავრესია: Mg, Fe, Zn, Mn, Ca, Sr, Pb, Ba, აგრეთვე Cu და სხვ.

ამ კლასის მინერალთა შორის გამოიყოფა უწყლო და წყლიანი კარბონატები. უმთავრესად კარბონატები მარტივი უწყლო ნაერთებია. უწყლო კარბონატებში ანსხვავენ ტრიგონული (კალციტის ჯგუფს სურ. 50) და რომბული (არაგონიტის ჯგუფს სურ. 51) სინგონიების წარმომადგენლებს.



სურ. 50. კალციტის რომბოედრის ფორმის კრისტალები



სურ. 51. არაგონიტის პრიზმული და ნემსისებრი კრისტალები

კარბონატებს აქვთ დია შეფერილობა: თეთრი, ვარდისფერი, ნაც-რისფერი და ა.შ. **სიმკვრე** არასდროს არაა დიდი და ჩვეულებრივ 3-დან 5-მდე მერყეობს. **სიმკვრივე** არც თუ დიდია, გარდა Zn, Pb -ს და Ba -ს კარბონატებისა.

კარბონატების უმთავრეს მინერალთა მნიშვნელოვანი დიაგნოსტიკური თვისებაა მათზე HCl -ს და HNO₃ -ს მოქმედება. მათი ზემოქმედებითაც ისინი ქაფდებიან და გამოყოფენ ნახშირორჟანგს (CO₂).

კარბონატები წარმოშობის მიხედვით იყოფიან: დანალექი (ბიოქიმიური ან ქიმიური ნალექები) ან დანალექ-მეტამორფული მინერალები. ისინი წარმოიქმნებიან აგრეთვე დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული პროცესის შედეგად.

კარბონატები – უმნიშვნელოვანესი არამეტალური სასარგებლო წიაღ-სეულია (კალციტი, დოლომიტი, მაგნეზიტი); ასევე მნიშვნელოვანი მადანია Fe, Zn, Pb, Cu -ს და სხვა მეტალების კარბონატები.

მარტივი უწყლო კარბონატები

უწყლო კარბონატები იძლევიან მრავალ მინერალურ სახეობას, წარმოდგენილს შემდეგი ორვალენტოვანი ლითონების კარბონატებით (იონური რადიუსების ზრდის თანმიმდევრობით): Mg, Zn, Fe²⁺, Mn²⁺,

Ca, Sr, Pb და Ba. დამახასიათებელია, რომ Ca და მასზე ნაკლები რადიუსის მქონე იონები წარმოქმნიან მინერალთა ფართო იზომორფულ რიგებს, რომლებიც ტრიგონულ სინგონიაში კრისტალდებიან, ხოლო თვითონ Ca და მასზე დიდი რადიუსიანი იონები კი რომბული სინგონიის კარბონატებს. თვით კალციუმის კარბონატი დიმორფულია, გვაძლევს როგორც ტრიგონულ ასევე რომბულ მოდიფიკაციებს.

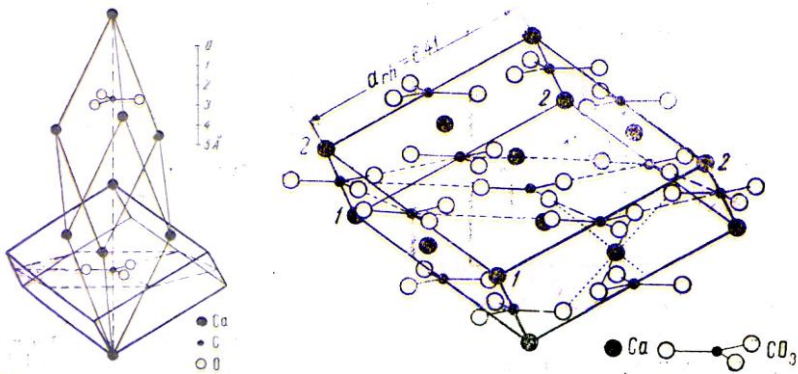
კალციტის ჯგუფი

კალციტის ჯგუფის მინერალებისთვის დამახასიათებელ თვისებას წარმოადგენს იზომორფული ნარეგებისა და ორმაგი მარილების წარმოქმნა, ისინი წარმოქმნიან იზომორფული ნარეგების უწყვეტ რიგს.

კალციტი $\text{Ca}[\text{CO}_3]$.

კალციტის სინონიმია კირშპატი. იზომორფული მინარევების მიხედვით ცნობილია მრავალი სახესხვაობა. იზომორფული მინარევები: **Mg, Fe, Mn** და **Zn**. კრისტალებს ძირითადად რომბოედრის და სკალენოედრის ფორმა აქვთ. შედარებით იშვიათად სქელფორფიტოვანი ან ფორფიტოვანი, პრიზმული ან სვეტისებური ან მარცვლოვანი (მარმარილო), მიწისებრი (ცარცი), ხშირია სტალაქტიტების და სტალაგმიტების ნაღენი ფორმებიც. ხშირად წარმოქმნიან პოლისინთეტურ მრჩობლებს.

ფერი უფერო ან რძისებურ თეთრი. ხანდახან გამჭვივრვალეა, მაგრამ მინარევის გამო ზოგჯერ შეღებილია სხვადასხვა ელფერით. **სიმკვრივე** 3. **სიმკვრივე** 2.7. **ელვარება** მინისებრი. **ტკეწვადობა** რომბოედრის წახნაგების გასწვრივ. ძლიერ რეაგირებს განზავებულ მარილმჟავაზეც კი შიშინებს და გამოყოფს CO_2 .



სურ. 52. კალციტის კრისტალური მეგერი

სახესხვაობები. გამჭვივრვალე უფერო კალციტს ეწოდება ისლანდიური შპატი ან ოპტიკური კალციტი. ახასიათებს სინათლის ძლიერი ორმაგი გარდატეხა. მარცვლოვან მკვრივ აგრეგატულ მთლიან მასებს **მარმარილო** ეწოდება. ფორამინიფერების შემცველ წვრილმარცვლოვან კირქვებს **ცარცი** ეწოდება. ნახშირმჟავაკალციუმთან ნასვრეტოვან წარმონაქმნებს **ტრავერტინი** ეწოდება.

ღიაგნოსტიკა. რომბოედრის მიმართ სრული ტკეწვადობა. HCl -ზე რეაგირებს შიშინით. არაგონიტისაგან განსხვავდება ნაკლები სიმკვრივით და ტკეწვადობით. გაცხელებით $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ ხსნართან – კალციტის ფხენილი ფერს არ იცვლის არაგონიტის ჯგუფის მინერალებისაგან განსხვავებით, რომლებიც იასამნისფერი ხდება.

წარმოშობა. ფართოდაა გავრცელებული კირქვების, მარმარილოს და ცარცის სახით. კირქვები არის ზღვის აუზებში ქიმიური ან ბიოლოგიური გზით წარმოქმნილი. მარმარილო – გადააკრისტალბებული კირქვაა, რომელიც ყალიბდება რეგიონული მეტამორფიზმის დროს.

ფართოდაა გავრცელებული კალციტის ჰიდროთერმული წარმოშობის კრისტალური წარმონაქმნები. მნიშვნელოვანი რაოდენობით წარმოიშობა

კონტაქტურ-მეტასომატური გზით.

გამოფიტვის პროცესის დროს მდნეულ საბადოთა დაჟანგვის ზონის და ქანების ნაპრალებსა და სიცარიელებში ახალი წარმონაქმნების სახით საკმაოდ ხშირად გვხვდება კალციტის დიდი გამონაყოფები. კირქვის გამოქვაბულებში გავრცელებულია სტალაქტიტური და სტალაგმიტური წარმონაქმნები.

საბადოები. საქართველოში, სომხეთში, შუა აზიაში, ურალზე – მარმარილოს საბადოები; იტალიაში – მარმარილო; ისლანდიაში – ბაზალტის სიცარიელებში ისლანდიური შპატი.

გამოყენება. კირქვა გამოიყენება სამშენებლო საქმეში, ქიმიურ და მეტალურგიულ მრეწველობაში და პოლიგრაფიაში. მარმარილოებს იყენებენ მოსაპირკეთებელი მასალის დასამზადებლად.

ისლანდიური შპატი მაღალი ორმაგი გარდატეხის გამო გამოიყენება ოპტიკურ პოლარიზაციულ ხელსაწყოებში, უმთავრესად მიკროსკოპების ნიკოლების დასამზადებლად. ცარცს იყენებენ საწერ, მათეთრებელ და გასაკრიალებელ მასალად.

○ მავნეზიტი $Mg[CO_3]$.

მავნეზიტის **სინონიმია** მავნიუმის შპატი. **სინგონია** ტრიგონული, დიტრიგონული სკალენოედრის სიმეტრიის კლასი. გვხვდება კრისტალურ-მარცვლოვანი აგრეგატების (რომბოედრები) და ფაიფურისებრი, მკვრივი, ფარულკრისტალური მასის სახით.

ფერი თეთრი, მოყვითალო ან მონაცრისფრო ელფერით. **სიმაგრე** 4-4,5. **სიმკვრივე** 3, მსხერეველი. **ტკეჩვადობა** რომბოედრის მიმართ.

დიაგნოსტიკა. თეთრი მასიური სახესხვაობა სილიციუმის ქანვს გავს, მაგრამ განირჩევა დაბალი სიმაგრით. აგრეგატები მსხვილმარცვლოვანია. HCl რეაგირებს გაცხელებისას. ყველაზე ძნელად გასარჩევია დოლომიტისაგან და ანკერიტისგან.

წარმოშობა მეტასომატური – კირქვების და დოლომიტების ხარჯზე ჰიდროთერმული ხსნარების ზემოქმედებით. პარაგენეზისი: ტალკი, დოლომიტი, სერპენტინი, ოპალი. მავნეზიტის ფარულკრისტალური დანაგროვები წარმოიქმნება აგრეთვე ულტრაფუქე ქანების გამოფიტვის შედეგად.

საბადოები. ჩრდილო-დასავლეთ ურალში და ირკუტსკში, ჩინეთში, ავსტრიაში და კანადაში.

გამოყენება. მავნეზიტი გამოიყენება ცეცხლგამძლე აგურის დასამზადებლად. შესაძლებელია მავნიუმის მიღებაც.

○ დოლომიტი $CaMg[CO_3]_2$.

სინგონია ტრიგონული, რომბოედრული სიმეტრიის კლასი. დამახასიათებელია კრისტალურ-მარცვლოვანი აგრეგატები; ძალიან გავს მარმარილოს. ქმნის ფოროვან და მიწისებურ მასებს, იშვიათად თირკმლისებურია.

ფერი თეთრი, ღია-მონაცრისფრო. **სიმაგრე** 3,5-4. **სიმკვრივე** 2,9. **ელვადობა** მინისებრი. **ტკეჩვადობა** სრული, რომბოედრის წახნაგების გასწვრივ.

დიაგნოსტიკა. მარილმუჟავასთან რეაგირებს სუსტად, ცხელში დუღს.

წარმოშობა. დოლომიტი კალციტთან ერთად ფართოდ გავრცელებულ ქანაშენ მინერალს წარმოადგენს. ძირითადად დანალექი წარმოშობისაა. ჰიდროთერმული – ძარღვულ საბადოებში.

საბადოები. ურალის პალეოზოურ ქანებში, დონბასში, პავოლკეიში, შუა აზიაში, ციმბირში.

გამოყენება. საშენ მასალად და მეტალურგიაში. ცეცხლგამძლე, მასალის და ფლუსის სახით ქიმიურ და მრეწველობის სხვა დარგებში.

○ **სიდერიტი** $Fe[CO_3]$.

სიდერიტის სახელწოდება მომდინარეობს ბერძნულიდან „სიდეროს“ – რკინა. სინონიმი რკინის შპატი.

სინგონია ტრიგონული, დიტრიგონული სკალენოედრის სიმეტრიის კლასი. გვხვდება კრისტალურ-მარცვლოვან, მიწისებრ, მკვრივ ხანდახან რადიალურსხივოსნური აღნაგობის სფეროსებრი კონკრეციების სახით, იშვიათად ნაღები, ოლითური და სხვა ფორმების სახით.

ფერი ყვითელი ან მონაცრისფრო მორუხო ელფერით. **სიმაგრე** 3,5-4,5. **სიმკვრივე** 4. **ელვარება** მინისებრი. **ტკეჩვადობა** სრული რომბოედრის წახნაგების გასწვრივ.

დიაგნოსტიკა. დიდი სიმკვრივით. ცივ HCl -ში იხსნება ცუდად. სიდერიტზე დაცემული HCl -ის წვეთი ყვითლდება $FeCl_3$ წარმოქმნის შედეგად, მომწვანო-ყვითელ ფერად იღვება.

წარმოშობა. ჰიდროთერმული – გვხვდება პოლიმეტალურ საბადოებში, როგორც ძარღვული მინერალი. შეიძლება იყოს დანალექი წარმოშობის, ასევე მეტამორფული – რკინის დანალექი საბადოების მეტამორფიზმის შედეგად.

საბადოები. სამხრეთ ურალზე არის ბაიკალის უდიდესი საბადო, რომელიც ჩამოყალიბებულია ჰიდროთერმული გზით, დოლომიტის ჩანაცვლებით; ავსტრიაში, ესპანეთში და ა.შ.

გამოყენება. სიდერიტი წარმოადგენს რკინის მნიშვნელოვან მადანს.

○ **როდოქროსიტი** $Mn[CO_3]$.

ბერძნულად „როდონ“ ნიშნავს ვარდს, „ქროს“ ფერს. სინონიმი მანგანუმის შპატი. **სინგონია** ტრიგონული, დიტრიგონული სიმეტრიის კლასი. გვხვდება თირკმლისებური და სფეროსებრი რადიალურ-სხივოსნური ან სფეროლითური, ჩხირისებრი და მიწისებრი მასების სახით. აგრეგატები მარცვლოვანი.

ფერი ვარდისფერი ან ჟოლოსფერი. **სახის ფერი** თეთრი. **სიმაგრე** 3,5-4. **სიმკვრივე** 3,6. **ელვარება** მინისებრი. **ტკეჩვადობა** რომბოედრის წახნაგების გასწვრივ.

დიაგნოსტიკა. ფერით და რომბოედრული ტკეჩვადობით. HCl ნელა მოქმედებს, გაცხელებისას – სწრაფად.

წარმოშობა. ჰიდროთერმული – მადნეულ ძარღვებში, ხშირად დანალექი – მანგანუმის საბადოებში (ჭიათურა საქართველოში).

გამოყენება. გამოიყენება მანგანუმის მადნად.

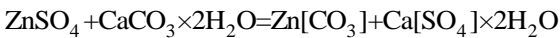
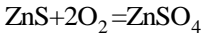
⊖ სმიტსონიტი $Zn[CO_3]$.

სინონიმი თუთიის შპატი. გვხვდება ნაღვენთი ფორმების, ქერქის და თირკმლისმაგვარი აგრეგატების სახით.

ფერი თეთრი, მომწვანო ან ცისფერი შეფერილობით. **სიმაგრე** 4-4,5. **სიმკვრივე** 4,3. **ელვარება** მინისებრი. **ტკეზვალბა** რომბოედრის წახნაგების გასწვრივ.

დააგნოსტიკა. მომწვანო-მოციფრო ნაღვენთი ფორმით, მაღალი სიმკვრივით და სიმაგრით და ჟანგვის ზონებში ტყვია-თუთიის საბადოების პარაგენეზისით, HCl -ში ადვილად იხსნება.

წარმოშობა. ეგზოგენური – პოლიმეტალური სულფიდური საბადოების ჟანგვის ზონების ტიპიური მინერალია. წარმოიქმნება სფალერიტის ხარჯზე.



სმიტსონიტი თაბაშირი

თანამგზავრებია: ცერუსიტი, ლიმონიტი, ჰემიმორფიტი, სფალერიტი, გალენიტი, თაბაშირი.

საბადოები. ყარა-თაუს ქედის პოლიმეტალურ საბადოებში (ყაზახეთი), კლიჩინის ჯგუფის მადნებში (ჩიტაის მხარე).

გამოყენება. სმიტსონიტი არის თუთიის მადანი.

არაგონიტის ჯგუფი

⊕ არაგონიტი $Ca[CO_3]$.

სახელწოდება წარმოსდგება ადგილის არაგონის (ესპანეთი) სახელწოდებიდან, სადაც ის პირველად დაადგინეს. გვხვდება კალციტზე იშვიათად. **სინგონია** რომბული, რომბული ბიპირამიდის სიმეტრიის კლასი. კრისტალთა იერი პრიზმული (სურ.53), ნემსისებრი; აგრეგატები რადიალურ-სხივოსნური და ვარსკლავისებრი შენაზარდები. დამახასიათებელია ნაღვენთი ფორმები, ოლითური და ტოტისებრი („რკინის ყვავილები“) თოვლივით თეთრი ფერის დატოტვილი, ერთმანეთთან გადახლართული ღეროების სახით. მოლუსკების უმრავლესობის ნიჟარებში სადავის შიდა შრე აგებულია არაგონიტის უთხელესი ფირფიტებისაგან.



სურ. 53. არაგონიტის პრიზმული კრისტალი

ფერი თეთრი. **ხაზის ფერი** მოყვითალო-თეთრი, იისფერი, ნაცრისფერი, ზოგჯერ ბაცი შწვანე. **ელვარება** მონატეხზე ცხიმოვანი. **ტენეალობა** მკაფიო (010) და (110). **სიმაგრე** 3,4-5. **სიმკვრივე** 2,9.

დიაგნოსტიკა. HCl-ში უცბად იხსნება, როგორც კალციტი. მისგან განსხვავდება იმით, რომ არაგონიტის ფხვნილი აზოტმეავა კობალტის $\text{CO}(\text{NO}_3)_2$ ხსნარში დუდილისას იღებს იასამნისფერ შეფერილობას, ხოლო კალციტი ფერს არ იცვლის.

წარმოშობა. საკმაოდ ხშირად წარმოიქმნება პიდროთერმული პროცესების ბოლო სტადიებზე. მაგრამ არაგონიტის მთავარი მასა წარმოიშობა სხვადასხვა ეგზოგენური პროცესების დროს, ხშირად გახსნილი მაგნეზიალური მარილების მონაწილეობით. ფართოდაა გავრცელებული ულტრაფუქე მაგნეზიალური მაგმური ქანების გამოფიტვის ქერქში რადიალურ-სხივოსნური და ნადენი ფორმების სახით.

ცერუსიტი $\text{Pb}[\text{CO}_3]$.

ლათინურად „ცერუსა“ ნიშნავს მათეთრს. სინონიმი ტყვიის თეთრი მადანი.

სინგონია რომბული, რომბული ბიპირამიდის სიმეტრიის კლასი. კრისტალები ნემსისებრი, ფირფიტისებრი (სურ. 54) ან სქელფირფიტოვანი, ფსევდოჰექსაგონური. ხშირია მრჩობლები და სამეულები. აგრეგატები ძირითადად წარმოდგენილია მარცვლოვანი, ნაღვენთი და მიწისებრი მასების სახით. გვხვდება აგრეთვე ბოჭკოვანი და ფარულკრისტალური სახესხვაობები, ზოგჯერ ძალზე ფხვიერია.



სურ. 54. ცერუსიტის ფირფიტისებრი კრისტალი

ფერი უფერო ან თეთრი, ნაცრისფერი. **ელვარება** ალმასისებრი.

სიმაგრე 3-3,5. **სიმკვრივე** 6,5. **ტკეზვადობა** ზოგჯერ შესაძენვეი.

ღიაგნოსტიკა. ელვარებით, სიმკვრივით, პარაგენეზისით. HNO_3 იხსნება შიშინით და ინტენსიურად გამოყოფს ნახშირორუანგს.

წარმოშობა. გავრცელებულია ტყვია-თუთიის სულფიდურ საბადოთა დაჟანგვის ზონებში. ყალიბდება გალენიტისა და ანგლეზიტის ხარჯზე.

საბადოები. ყარა-თაუს ქედის პოლიმეტალურ საბადოებში (ანისაის), ალტაი და ნურნისკის მიდამო (კადანისკის).

გამოყენება. წარმოადგენს ტყვიის მნიშვნელოვან მადანს.

○ სტრონციანიტი SrCO_3 .

სინგონია რომბული, რომბული ბიპირამიდის სიმეტრიის კლასი. არაგონიტის სტრუქტურის ანალოგიურია. კრისტალები იშვიათია. მათ უმთავრესად წმინდა ნემსების ან პატარა კასრისებრი პრიზმული ფორმები აქვთ. ხშირია მრჩობლები. ჩვეულებრივ გვხვდება მჭიდრო მარცვლოვანი, ხშირად წერილჩხირისებრი ან ბოჭკოვანი აგრეგატების სახით.

ფერი უფერო ან მომწვანო, მოყვითალო და მონაცრისფრო ელფერით. **ელვარება** მინისებრი, მონატეხზე ცხიმოვანი. **სიმაგრე** 3,5-4, მსხვრევალია.

სიმკვრივე 3,6-3,8. **ტკეზვადობა** {110}-ის გასწვრივ შესაძენვეი.

ღიაგნოსტიკა. ვიზუალურად ძნელი გასარჩევაა არაგონიტისაგან.

წარმოშობა. ხშირად გვხვდება ჰიდროთერმულ წარმონაქმნებში ცელესტინთან, ბარიტთან, კალციტთან და სხვა მინერალებთან ასოციაციაში.

გამოყენება. წარმოადგენს სტრონციუმის მიღების მეორეხარისხოვან წყაროს.

○ ვიტერიტი BaCO_3 .

სინგონია რომბული, რომბული ბიპირამიდის სიმეტრიის კლასი. არაგონიტის სტრუქტურის ანალოგიურია. ხშირად კრისტალებს უმთავრესად აქვთ ფსევდოჰექსაგონური დიპირამიდის იერი. გვხვდება აგრეთვე სფეროსებრი და თირკმლისებრი ფორმები, ზოგჯერ ძარღვოვანი, ბოჭკოვანი და ფურცლოვანი აგრეგატების სახით.

ფერი უფერო ან თეთრი, მონაცრისფრო ან მოყვითალო ელფერით. **ელვარება** მინისებრი, **სიმაგრე** 3-3,5. **ტკეზვადობა** {010} გასწვრივ შესაძენვეი. **სიმკვრივე** 4,2-4,3.

ღიაგნოსტიკა. დიდი ხვედრითი წონით.

წარმოშობა. ჩვეულებრივ გვხვდება ჰიდროთერმულ საბადოებში კალციტთან, დოლიმიტთან, Pb , Zn , Fe სულფიდებთან და ხშირად ბარიტთან პარაგენეზისში.

ცნობილია ევზოგენური წარმოშობის ვიტერიტიც.

გამოყენება. აქვს მეორეხარისხოვანი მნიშვნელობა ბარიუმის მისაღებად.

რთული კარბონატები

ამ ჯგუფს მიეკუთვნებიან სპილენძის ფუძე უწყლო კარბონატები – მალაქიტი და აზურიტი.

⊕ მალაქიტი $\text{Cu}[\text{CO}_3](\text{OH})_2$.

ბერძნულად „მალახე“ ნიშნავს ბალბას (მცენარე). ბალახის ფერთან მსგავსების გამო.

სინგონია მონოკლინური. პრიზმული სიმეტრიის კლასი. ჩვეულებრივ გვხვდება რადიალურ-სხივოსნური აღნაგობის მქონე ნაღვენთი ფორმების და მსხვილი თირკმლისებრი წარმონაქმნების სახით, დამახასიათებელია კონცენტრულ-ზონალური (სურ.55) აღნაგობა გვხვდება მიწისებრი მასების სახესხვაობებიც. მიწისებრი მალაქიტი ატარებს “სპილენძის მწვანის” სახელს.



სურ. 55. მალაქიტის თირკმლისებრი და კონცენტრულ-ზონალური წარმონაქმნები

ფერი მწვანე, **საზის ფერი** ღია მწვანე. **ელვარება** მინისებრი. **სიმაგრე** 3,5. **სიმკვრივე** 4. **ტექნადობა** { HKO } -ის გასწვრივ საშუალო.

დიაგნოსტიკა. ღია მწვანე ფერით, საზის ფერით, ნაღვენთი ფორმებით, მინერალური ასოციაციით. ადვილად იხსნება HCl -ში.

წარმოშობა. მალაქიტი წარმოიშობა მხოლოდ სპილენძის სულფიდურ საბადოთა დაქანგვის ზონებში, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც ეს საბადოები შეიცავენ კარბონატებს. პარაგენეზისი: აზურიტი, ქრიზოკოლა, თვითნაბადი სპილენძი, კუპრიტი, ლიმონიტი, თაბაშირი, სპილენძის სხვადასხვა სულფიდები.

მალაქიტი ხშირად წარმოქმნის ფსევდომორფოზებს აზურიტის, კუპრიტის, ხალასი სპილენძის და ზოგჯერ ქალკოპირიტის მიმართ.

საბადოები. გუმეშევის და მედნორუდნიანსკის საბადოზე (ტაგილის რაიონი) ურალში.

გამოყენება. მალაქიტის მკვრივი ნაღენი ფორმები გამოიყენება, როგორც მაღალი ხარისხის მოსაპირკეთებელი სანახელოვო მასალა. სხვადასხვა ნახელოვების და მოზაიკური ნაკეთობების დასამზადებლად: ლარნაკების, მაგიდების, კოლოფების და სხვა. მალაქიტის ფხენილს ხმარობენ საღებავების დასამზადებლად.

⊕ აზურიტი $\text{Cu}_3[\text{CO}_3]_2(\text{OH})_2$.

სახელწოდება წარმოსდგება სპარსული სიტყვიდან „ლაჯვარდი“ – ლაჯვარდოვანი, ცისფერი. სინონიმი სპილენძის ლაჯვარდი.

სინგონია მონოკლინური. გვხვდება მოკლე სეგტების პრიზმების ან სქელი ფურცლების კრისტალების სახით. ხშირად წარმოქმნის პატარა

კრისტალურ დრუზებს, ქერქებსა და მთლიან მარცვლოვან მასებს. ზოგჯერ რადიალურსხივოსნურ და მიწისებრ (“სპილენძის ლურჯა”) აგრეგატებს.

ფერი მუქი ლურჯი, მიწისებრ მასებში ცისფერი. **ხაზის ფერი** ცისფერი. **ელვარება** მინისებრი. **სიმაგრე** 3,5-4. **სიმკვრივე** 3,8. **ტენზადობა** საშუალო. მჟავებში შიშინით იხსნება.

დიაგნოსტიკა. ლურჯი ფერით და სპილენძის სხვა ჟანგბადოვან ნაერთებთან ასოციაციის მიხედვით.

წარმოშობა. როგორც მალაქიტი. გვხვდება მასზე იშვიათად. წარმოადგენს სპილენძის ძებნის კარგ ნიშანს.

გამოყენება. ლურჯი საღებავის დასამზადებლად. სპილენძის სხვა ჟანგბადოვან ნაერთებთან ერთად იყენებენ სპილენძის მისაღებად.

წყლიანი კარბონატები.

კარბონატებიდან, რომელთა შედგენილობაში წყლის მოლეკულა შედის განვიხილავთ მხოლოდ ათ მოლეკულა წყლის შემცველ ნატრიუმის კარბონატს.

სოდა $\text{Na}_2\text{CO}_3 \times 10\text{H}_2\text{O}$.

სახელწოდება „სოდა“ ჯერ კიდევ XVII საუკუნეში ხმარობდნენ, მაგრამ მისი სახელის წარმოშობა დაუდგენელია. სინონიმები ნატრიტი, ნატრონი.

სინგონია მონოკლინური, პრიზმული სიმეტრიის კლასი. ჩვეულებრივ გვხვდება მარცვლოვანი აგრეგატების სახით.

ფერი უფერო, თეთრი ან ნაცრისფერი. **ელვარება** მინისებრი. **სიმაგრე** 1-1,5. **სიმკვრივე** 1,4-1,5. **ტენზადობა** {100}-ის გასწვრივ სრული.

დიაგნოსტიკა. წყალში ადვილად იხსნება. HCl-ის მოქმედების დროს ინტენსიურად გამოყოფს ნახშირორჟანგს.

წარმოშობა. ტიპიური ევზოგენური. წარმოიშობა ნატრიუმით მდიდარ მარილიან ტბებში.

გამოყენება. საპნის, მინის და საღებავების დასამზადებლად. აგრეთვე ქიმიურ და მეტალურგიულ მრეწველობაში.

სულფატების კლასი

მინერალთა სულფატების კლასი ცნობილია ნაერთთა სხვადასხვაობით, მაგრამ მიწის ქერქში მდგრად და ფართოდ გავრცელებულ სულფატთა რაოდენობა შედარებით დიდი არ არის.

ისეთ დიდ კომპლექსურ ანიონთან, როგორიცაა $[\text{SO}_4]^{2-}$, მდგრადი კრისტალური მესრის წარმოქმნა შესაძლებელია მხოლოდ დიდი ორვალენტოვანი კათიონების თანაარსებობის შემთხვევაში. ყველაზე მეტად მდგრადია Ba-ის, -ის და -ის სულფატები. ნაკლები იონური რადიუსის მქონე კათიონები სულფატების შედგენილობაში შედიან, მხოლოდ ჰიდრატირებულ მდგომარეობაში.

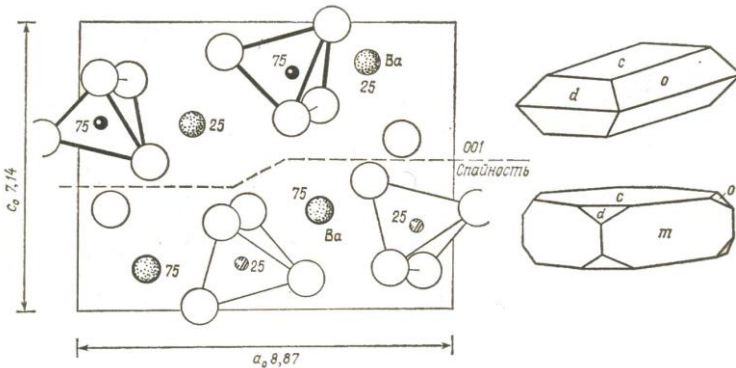
ამ კლასის მინერალთათვის დამახასიათებელია დაბალი სიმაგრე (3,5-ზე დაბალი).

უწყლო სულფატები.

მას მიეკუთვნება Ba-ის, Sr-ის, Pb-ის და Ca-ის გოგირდმჟავა ნაერთები, რომლებიც ბუნებაში წყლიანი სულფატების სახით არ გვხვდებიან.

⊕ ბარიტი Ba[SO₄].

ბარიტი (მძიმე შპატი) ბერძნულად „ბაროს“-მძიმე. სინგონია რომბული. რომბული ბიპირამიდის სიმეტრიის კლასი. კრისტალებს ჩვეულებრივ აქვს სქელ ფირფიტოვანი იერი (სურ. 56), იშვიათია პრიზმული, სვეტისებრი და იზომეტრული კრისტალები. მრჩობლები საკმაოდ იშვიათია. აგრეგატები უფრო ხშირად მარცვლოვანი, იშვიათად მკვირივი ფარულკრისტალური, მიწისებრი. გვხვდება აგრეთვე სტალაქტიტებისა და კონცენტრიულ-ზონალური აღნაგობის ნაღენი ფორმების სახით.



სურ. 56. ბარიტის სტრუქტურა და კრისტალის ფორმები

ფერი უფერო, წყლისებრ გამჭვირვალე, ხშირად თეთრი, ნაცრისფერი, არც თუ იშვიათად შედებილია წითლად, ღურჯად და სხვა შეფერილობით. სახის ფერი თეთრი. ტკეჩვალბა სრული {001}. ელვარება მინისებრი, ხანდახან საღაფისებრი. სიმაგრე 3-3,5. სიმკვრივე 4,5.

დიაგნოსტიკა. სიმძიმით, ტკეჩვალბით.

წარმოშობა. პირობითი - ძარღვებში გაღენიტან, სფალერიტთან, პირიტთან, სინგურთან, ფლუორიტთან, სიდერიტთან ერთად. ცნობილია ოქროს შემცველი ბარიტის ძარღვები. ეგზოგენური ბარიტი ყალიბდება რკინის ქუდის ზონაში ბარიუმის მარილების სულფატებთან ან H₂SO₄ გახსნის რეაქციის შედეგად. ბარიტი, როგორც ქიმიურად მდგრადი მინერალი, ხშირად გვხვდება ალუვიონში.

საბადოები. ბარიტი საქართველოში მრავალრიცხოვან საბადოებს ქმნის. ქუთაისის, რაჭის, ბოლნისის და სხვა რაიონებში.

გამოყენება. ბარიტს დიდი გამოყენება აქვს მრეწველობის სხვადასხვა დარგში. გამოიყენება სუფთა სახით წარმოებაში და ბარიუმის პრეპარატების სახით. გამოიყენება ჭაბურღილების ბურღვისას თიხოვანი ხსნარების დამამიქებისათვის. გამოიყენება შპალერის, ლინოლეუმის, მუშამბის

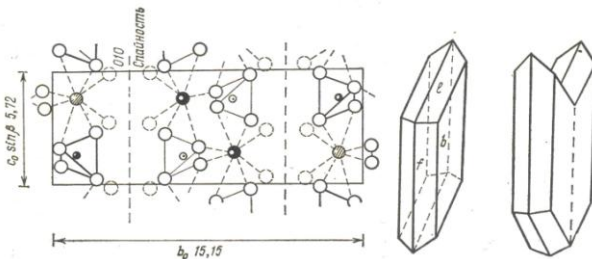
წარმოებაში. ბარიუმის მარილები გამოიყენება სასოფლო სამეურნეო საქმეში მანებლებთან ბრძოლისათვის და სამედიცინო საქმეში. იყენებენ რენტგენის ლაბორატორიაში კედლების ბათქაშის მთავარ შემადგენელ ნაწილად. ქიმიურ მრეწველობაში იყენებენ სხვადასხვა მარილების, ტყავის დამზადებაში, შაქრის წარმოებაში, ფოტოქაღალდის, კერამიკისთვის და ა.შ.

წყლიანი სულფატები

⊕ **თაბაშირი (მზატე შპატი) $Ca[SO_4] \times 2H_2O$.**

სინონიმი „გიპსი“. ჩვეულებრივ ქიმიურად სუფთაა. მექანიკური მინარევების სახით შეიცავს თიხოვან ნივთიერებას, ორგანულ ნივთიერებებს, ქვიშას, ზოგჯერ სულფიდებს და სხვა ჩანართებს.

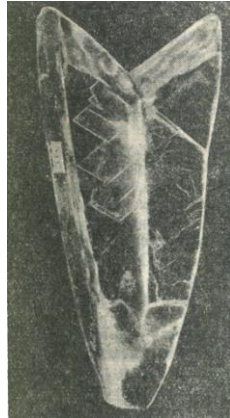
სინგონია მონოკლინური, პრიზმული სიმეტრიის კლასი. კრისტალებს აქვს სქელი ან თხელფირფიტოვანი, იშვიათად სვეტოვანი ან პრიზმული იერი (სურ. 57). დამახასიათებელია მრჩობლები – „მერცხლის კუდი“ (სურ. 58). მარცვლოვანი, ფურცლისებრი, ბოჭკოვანი (სელენიტი) აგრეგატები.



სურ. 57. თაბაშირის სტრუქტურა და კრისტალის ფორმები

ფერი თეთრი, გამჭვირვალე, ნაცრისფერი ან ვარდისფერი. **ხაზის ფერი** თეთრი. **ელვარება** მინისებრი. **ტკეწვადობა** სრულყოფილი {010}. **სიმზგრე** 2, იხაზება ფრჩხილით. **სიმკვრივე** 2,3.

დიაგნოსტიკა. დაბალი სიმზგრით და სრულყოფილი ტკეწვადობით. გაცხელებისას თეთრდება და გამოყოფს წყალს.



სურ. 58. თაბაშირის მონოკრისტალი და მრნობლი „მერცხლის კული“

წარმოშობა. წარმოშობის მიხედვით თაბაშირი მჭიდრო კავშირშია ანჰიდრიტთან. იგი ზღვებსა და ტბებში გამოიყოფა ქიმიური გზით. თაბაშირი შეიძლება ჩამოყალიბდეს ანჰიდრიტის ჰიდრატაციის შედეგად. ყალიბდება იგი ქარის მოქმედების ზონებშიც, რომლის დროსაც წარმოიქმნება ეგრეთ წოდებული თაბაშირის ქუდები.

თაბაშირი შედარებით იშვიათად გვხვდება, როგორც ტიპური ჰიდროთერმული მინერალი, დაბალი წნევისა და ტემპერატურის პირობებში წარმოშობილ სულფიდურ საბადოებში.

საბადოები. არხანგელსკის, ვოლოგდის და ვლადიმირსკის მიდამოებში, ბაშკირეთში და თათრეთში, ჩრდილო კავკასიაში, დაღესტანში, შუა აზიაში, აშშ, კანადაში, იტალიაში, გერმანიაში და საფრანგეთში, საქართველოში (ხუდონი, სალმინაო, წყალთბილა).

გამოყენება. გამოიყენება როგორც ბუნებრივი ასევე გამომწვარი სახით. $120^{\circ}-140^{\circ}$ გაცხელებისას გადადის $\text{CaSO}_4 \times 1/2\text{H}_2\text{O}$ ნახევარ ჰიდრატში (ალეხასტრი), უფრო მაღალი ტემპერატურისას მიიღება გამომწვარი თაბაშირი (სამშენებლო თაბაშირი). გამომწვარი თაბაშირი გამოიყენება ძერწვაში, არქიტექტურაში, მედიცინაში, ცემენტისა და ქალაღის წარმოებაში. ბოჭკოვანი თაბაშირი – სელენიტი – გამოიყენება სხვადასხვა ნაკეთობების გამოსაკეთად.

მირაბილიტი $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. სინონიმი გლაუბერის მარილი.

სინგონია მონოკლინური. კრისტალებს აქვს მოკლეხვეტოვანი ჰაბიტუსი, ჩვეულებრივ გვხვდება მთლიანი მარცვლოვანი აგრეგატების ან ქერქებისა და ბრეკების სახით.

ფერო უფერო ან გამჭვივრვალე, ზოგჯერ მღვრიე, მოყვითალო ან მოლურჯო. **ელვარება** მინისებრი. **ტექნვალობა** {100}-ის გასწვრივ სრული. **სიმკვრივე** 1,5-2. **სიმკვრივე** 1,48.

დიაგნოსტიკა. მცირე სიმკვრივით.

წარმოშობა: ნაჯერ მლაშე ტბებში.

გამოყენება: იყენებენ სოდის დასამზადებლად.

ალუნიტი $KAl_3[SO_4]_2(OH)_6$

სინონიმი შაბის ქვა.

სინგონია ტრიგონული. წვრილ კრისტალებს რომბოედრული ან სქელფორფიტოვანი იერი აქვთ, ჩვეულებრივ გვხვდება წვრილმარცვლოვანი, მიწისებრი ან ბოჭკოვანი აგრეგატების სახით.

ფერი თეთრი, ნაცრისფერი, მოყვითალო ან მოწითალო ელფერით.

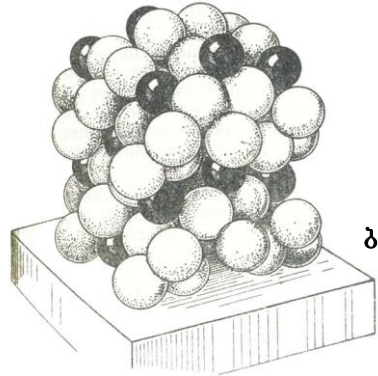
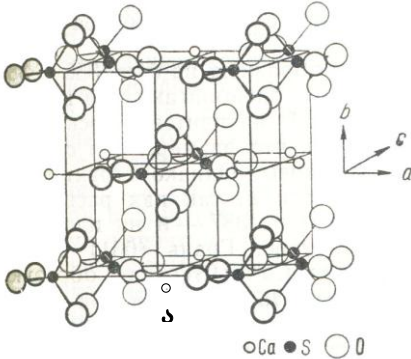
ელვარება მინის, ზოგჯერ სადაფისებრი. **ტკეჩვადობა** {0001}-ის გასწვრივ კარგი. **სიმაგრე** 3,5-4. **სიმკვრივე** 2,6-2,8.

წარმოშობა ჩანაწინწკლების სახით გვხვდება ტუტე მინდვრის შპატების ჰიდროთერმული პროცესის შეცვლის ხარჯზე. გვხვდება აგრეთვე ჰიდროთერმულ ძარღვებში. იშვიათად გვხვდება ეგზოგენური წარმონაქმნების სახით ბოქსიტებში, თიხებში.

ანჰიდრიტი $CaSO_4$.

მინერალის სახელწოდება უწყლო თაბაშირისაგან განსხვავებით მასში წყლის არარსებობას გვიჩვენებს.

სინგონია რომბული, რომბული ბიპირამიდის სიმეტრიის კლასი. კრისტალებს სქელფორფიტოვანი (სურ. 59) ან პრიზმული იერი აქვთ. ჩვეულებრივ გვხვდება მთლიანი მარცვლოვანი მასების და ზოგჯერ ჩხირისებრი აგრეგატების სახით.



სურ. 59. ანჰიდრიტის კრისტალური მესერი (ა) და კრისტალური სტრუქტურის მოდელი (ბ)

ფერი თეთრი, ხშირად მოცისფრო, მონაცისფრო, ზოგჯერ მოწითალო ელფერით. **ელვარება** მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეებზე სადაფისებრი. **სიმაგრე** 3-3,5. **ტკეჩვადობა** {010}-ის გასწვრივ სრული, {100}-ის და {001}-ის გასწვრივ საშუალო. **სიმკვრივე** 2,8-3,0. წყლის არსებობის დროს ატმოსფერულ წნევის პირობებში თანდათანობით გადადის თაბაშირში.

დიაგნოსტიკა. დაბალი სიმკვრივე, ტკეჩვადობა.

წარმოშობა. უმათავრესად გვხვდება დანალექ წყებებში, შედარებით იშვიათად ზოგ ძარღვულ ჰიდროთერმულ საბადოებში და ძლიერ იშვიათად

კონტაქტურ-მეტასომატურ საბადოებში.

გამოყენება. შემაკავშირებელი ნივთიერების (ცემენტის) წარმოებაში, სანახელავო მასალა.

○ ცელესტინი $SzSO_4$.

ლათინურად „ცელესტინ“ ნიშნავს ციურს.

სინგონია რომბული, რომბული ბიპირამიდის სიმეტრიის კლასი. კრისტალებს აქვთ სქელფორფიტოვანი, სვეტისებრი ან პრიზმული იერი. აგრეგატები ხშირად მარცვლოვანი, იშვიათად ჩხირისებრი, ძარღვოვანი ან ნადენი ფორმებისაა. გვხვდება უწყსო ფორმის კონკრეციების და სეკრეციების სახით, ხოლო სიცარიელებში კრისტალთა დრუზების სახით.

ფერი მოცისფრო-თეთრი ან მოცისფრო-ნაცრისფერი, ზოგჯერ მოწითალო ან მოყვითალო ელფერით. **ელვარება** მინისებრი. **სიმკვრივე** 3-3,5. მსხვრევადი. **ტკეზვადობა** {101}-ის გასწვრივ სრული. **სიმკვრივე** 3,9-4,0.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ფერი, ტკეზვადობით და დიდი ხვედრითი წონით.

წარმოშობა და საბადოები. ცელესტინის მნიშვნელოვანი მასები გვხვდება დანალექ ქანებში. ცნობილია, აგრეთვე, ტიპური ჰიდროთერმალურ ცელესტინის, გალენიტის, სფალერიტის და სხვა სულფიდების შემცველ ძარღვებში.

გამოყენება ცელესტინი წარმოადგენს ლითონური სტრონციუმის მიღების მთავარ წყაროს. გამოიყენება აგრეთვე ქიმიურ მრეწველობაში, შაქრის, მინის და კერამიკის წარმოებაში.

○ ანგლეზიტი $PbSO_4$.

მინარეგებს ჩვეულებრივ არ შეიცავს.

სინგონია რომბული. რომბული ბიპირამიდის სიმეტრიის კლასი. ანგლეზიტის კრისტალებს ჩვეულებრივ აქვთ სქელფორფიტოვანი იერი, უფრო იშვიათად მოკლე სვეტოვანი ან პირამიდული. აგრეგატები უფრო ხშირად გვხვდება გალენიტზე გადაკრული კრისტალური ქერქების, წვრილ კრისტალთა დრუზების, მკვრივი მარცვლოვანი ან მიწისებრი მასების სახით.

ფერი უფრო და ხშირად წყლისებრ გამჭვირვალე, საკმაოდ ხშირად ნაცრისფერი, მოყვითალო ან რუხი ფერი. **ელვარება** ალმასის. **სიმკვრივე** 2,5-3 ძლიერ მსხვრევადი. **ტკეზვადობა** {001}-ის გასწვრივ საშუალო. **სიმკვრივე** 6,1-6,4.

დიაგნოსტიკა. დიდი ხვედრითი წონა, ალმასის ელვარება, დაჟანგულ მადნებში გალენიტთან მჭიდრო ასოციაცია.

წარმოშობა და საბადოები ტყვია-თუთიის სულფიდური (გალენიტის და სხვა სულფიდების) საბადოების დაჟანგვის ზონაში, ცერუსიტთან ($PbCO_3$) ასოციაციაში. ანგლეზიტი შეიძლება ჰიდროთერმული გზითაც წარმოიშვას, მაგრამ მხოლოდ განსაკუთრებულ პირობებში.

გამოყენება. წარმოადგენს ტყვიის მადანს.

ვლფგრამატები და მოლიბდატები

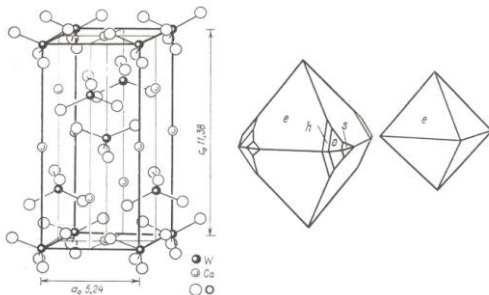
ამ კლასის მცირერიცხოვან მინერალთა შორის გამოიყოფა ორი

ჯგუფი Fe, Mn, Zn -ის ვოლფრამატები და Ca, Pb მოლიბდატები და ვოლფრამატები.

შეელიტი $\text{Ca}[\text{WO}_4]$.

იზომორფული ნაერთის სახით შეელიტში ხანდახან ვლინდება მოლიბდენის ჟანგის (24%-მდე) არსებობა (MoO_3). თუ MoO_3 10% მეტია, მინერალს შეიძლება ეწოდოს მოლიბდოშეელიტი. ცნობილია აგრეთვე სპილენძის შემცველი სახესხვაობა – კუპროშეელიტი – რომელიც 7%-მდე CuO -ს შეიცავს.

სინგონია ტეტრაგონული. კრისტალებს აქვთ ტეტრაგონული დიპირამიდის (სურ. 60) სახე, ხშირად გვხვდება არასწორი ჩანაწინწკლების ან მთლიანი მასების სახით სკარნებსა და კვარცის ძარღვებში.



სურ. 60. შეელიტის სტრუქტურა და კრისტალის ფორმები

ფერი თეთრი, ნაცრისფერი, ყვითელი. **სახის ფერი** თეთრი. **ტკეზადობა** საშუალო. არასწორი მონატეხი. **ელვარება** ცხიმოვანი, აღმასისებრი. **სიმკვრივე** 6.45. **სიმკვრივე** 6.

დიაგნოსტიკა. ელვარებით, დიდი სიმკვრივით და კათოდურ ულტრაიისფერ სხივებში ცისფერი ნათებით. HCl -სა და HNO_3 -ში იხსნება ყვითელი ნალექის WO_3 -ს გამოყოფით; ხსნარი მეტალურ კალასთან დუღილისას ღურჯდება.

წარმოშობა. ჰიდროთერმული. დამახასიათებელია შეელიტის არასწორი ჩანაწინწკლები პიროქსენულ, პიროქსენ-გრანატულ და გრანატულ სკარნებში. თანამგზავრებია: სალიტი, ჰედენბერგიტი, ანდრადიტი, კალციტი, კვარცი, მოლიბდენიტი. შეელიტი ცნობილია ჰიდროთერმული წარმოშობის კვარცის ძარღვებში, ხანდახან ოქროსთან და სულფიდებთან.

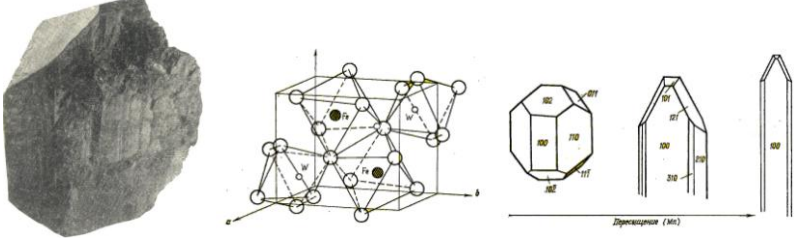
საბადოები. სკარნული, შუა აზიაში. სამხრეთ კავკასიაში, ჰიდროთერმული – ურალზე (გუმბეიკა), ა.შ.შ.-ის დასავლეთ შტატებში. ჩინეთში, სამხრეთ კორეაში (სონგ-დონგი) და ავსტრალიაში.

გამოყენება. შეელიტი – ვოლფრამის უმნიშვნელოვანესი მადანია.

ვოლფრამიტი $(\text{Mn,Fe})\text{WO}_4$.

ვოლფრამიტი წარმოადგენს ჰიუბნერიტის (MnWO_4) და ფერბერიტის (FeWO_4) იზომორფულ ნარევს.

სინგონია მონოკლინური. კრისტალებს სქელფირფიტოვანი ან პრიზმული (სურ. 61), ხანდახან გაბრტყელებული იერი აქვთ. გარდა ამისა, გვხვდება აგრეთვე მილიანი მარცვლოვანი აგრეგატების სახით.



სურ. 61. ვოლფრამიტის კრისტალი და მისი ფორმები

ფერი მორუხო-შავი. **საზის ფერი** რუხი, მოყვითალო-რუხამდე. **ელვარება** აღმასისებრი, ცხიმოვანი. **სიმკვრე** 4,5-5,5. **ტკეჩვალობა** {010} გასწვრივ სრული. **სიმკვრივე** 6,7-7,5.

დიაგნოსტიკა. მორუხო-შავი ფერი, მაღალი სიმკვრივე.

წარმოშობა. უმთავრესად გვხვდება კვარცის ჰიდროთერმულ ძარღვებში. გვხვდება აგრეთვე გრეიზენებში და გრანიტული ქანების პეგმატიტურ ძარღვებში.

გამოყენება ვოლფრამიტი ვოლფრამის მთავარი მადანია.

○ ვულფენიტი $PbMoO_4$

ვულფენიტი ზოგჯერ შეიცავს მინარევებს Ca, Mg, W, Cz და სხვა.

სინგონია. ტეტრაგონული. გვხვდება კვადრატული ფორმების სახით. მილიანი კრისტალური აგრეგატების სახით იშვიათია.

ფერი. ცვილისებრი ან თაფლისებრ-ყვითელი, ნაცრისფერი, ზოგჯერ ნარინჯისფერი. **საზის ფერი** თეთრი ან ოდნავ შეფერილი. **ელვარება** აღმასისებრი, მონატეხზე ცხიმოვანი. **სიმკვრე** 3. **ტკეჩვალობა** კარგი. **სიმკვრივე** 6,3-7,0.

დიაგნოსტიკა. თაფლისებრ-ყვითელი ფერი, აღმასისებრი ელვარება, მაღალი სიმკვრივე.

წარმოშობა. ტიპური ტყვია-თუთის საბადოების ჟანგის ზონებში, გამორიცხული არაა დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული წარმოშობა.

გამოყენება. ტყვიის და მოლიბდენის მადანია.

სილიკატები

სილიკატების კლასს მინერალთა დიდი რაოდენობა ეკუთვნის. ისინი წარმოდგენილები არიან სილიკატებით და ალუმოსილიკატებით და ბუნებაში ცნობილი მინერალური სახეობების დაახლოებით ერთ მესამედს შეადგენენ. მათთვის დამახასიათებელია რთული ქიმიური შედგენილობა და ერთი ელემენტისა თუ კომპლექსური ელემენტების იზომორფული ჩანაცვლება.

სილიკატებში ძირითადი ქიმიური ელემენტებია: $O, Si, Al, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mg, Ca, Na, K,$ ასევე $Li, B, Be, Ti, Zr,$ იშვიათი მიწები, $F, H (H^+ -ის,$

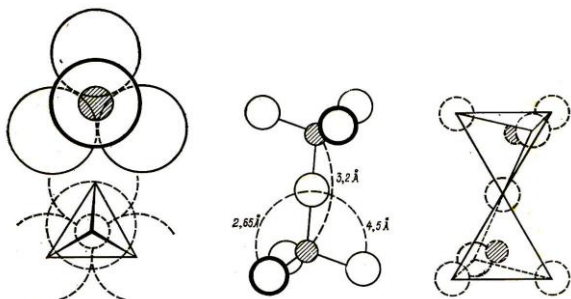
[OH]⁻ -ის და H₂O -ს სახით).

სილიკატებში გაერთიანებული მინერალების საერთო რიცხვი 800-მდეა. გავრცელების მიხედვით, ლითონფეროს ყველა მინერალიდან სილიკატებზე, დაახლოებით 75% მოდის. ეს იმით აიხსნება, რომ სილიკატები და ალუმოსილიკატები წარმოადგენენ უმნიშვნელოვანეს ქანწარმოქმნელ მინერალებს, არა მარტო ყველა მაგმურ და მეტამორფულ ქანებში, პეგმატიტებში, კონტაქტურ-მეტასომატურ წარმონაქმნებში, უმთავრეს პიდროთერმალურად შეცვლილ მაგმურ და მეტამორფულ სახესხვაობებში, არამედ აგრეთვე მათი გამოფიტვის პროდუქტებში, მრავალ დანალექ ქანში. ისინი მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ აგრეთვე სასარგებლო წიაღისეულთა თითქმის ყველა საბადოს მინერალურ შედგენილობაში და ხშირად, არა მარტო როგორც მადნეული მინერალების თანამზავრები, არამედ, რიგ შემთხვევაში, როგორც სასარგებლო მეტალების (Ni, Zn, Be, Li, Cs, Zr, Rb, U, TR და ა.შ.) შემცველი. საკმაოდ მრავლადაა ცნობილი არამეტალური სასარგებლო ნამარხებიც, რომლებიც სილიკატებით არის წარმოდგენილი. მათ რიცხვს ეკუთვნის აზბესტი, კაოლინი, ქარსები, მათეთრებელი თიხები, მინდვრის შპატები და სხვა.

სილიკატები გამოიყენება კერამიკის, ცეცხლგამძლე მასალის, გამწმენდი მასალის, თბო - და ელექტროიზოლატორების დასამზადებლად. ზოგი სილიკატი: ზურმუხტი, აკვამარინი, გრანატები, ტურმალინი, ტოპაზი, როდონიტი, ნეფრიტი, ლაზურიტი და სხვა, უძველესი დროიდან გამოიყენებოდა ძვირფასი და სანახელო ქვების სახით.

ბუნებაში ყველაზე ფართოდ გავრცელებულია მინდვრის შპატის ჯგუფის მინერალები, შემდეგ კი ქარსები, ამფიბოლები, პიროქსენები, ოლივინი და ა.შ.

ყველა სილიკატის სტრუქტურული აგებულება დამოკიდებულია ჟანგბადისა და სილიციუმის იონების მჭიდრო კავშირზე, რომელიც კრისტალოქიმიური პრინციპიდან მომდინარეობს, სწორედ Si⁴⁺ იონის რადიუსის (0,39Å) და O²⁻ (1,32Å) კავშირით. ყოველი სილიციუმის ატომი სილიკატებში ყოველთვის გარშემორტყმულია ტეტრაედრულად განლაგებული ჟანგბადის ოთხი იონით, რომლებიც მოთავსებულია მის ირგვლივ, ტეტრაედრის კუთხეებში (სურ. 62). ჟანგბადის იონების კავშირი სილიციუმთან გაცილებით უფრო ძლიერია, ვიდრე სხვა მეტალებთან, რომლებიც სილიკატების კრისტალურ სტრუქტურებში კათიონების როლს ასრულებენ. ამ სილიციუმჯანგბადოვანი ტეტრაედრების ზომა თითქმის მუდმივია. აქედან გამომდინარე, ყველა სილიკატის საფუძველია სილიციუმჯანგბადოვანი ტეტრაედრის სახის [SiO₄]⁴⁻ კომპლექსანიონები. სილიციუმჯანგბადოვანი ტეტრაედრები სილიკატების კრისტალურ სტრუქტურებში შეიძლება ერთმანეთისაგან იზოლირებული იქნენ სტრუქტურული ერთეულების SiO₄ -ის სახით, ან შესაძლებელია ერთმანეთთან სხვადასხვაგვარად შეერთდნენ და შექმნან რთული კომპლექსური ანიონური რადიკალები.



სურ. 62. სილიციუმ-ჟანგბადოვანი ტეტრაედრები

ამასთან, შეკავშირება წარმოებს მხოლოდ ტეტრაედრების წვეროების საშუალებით, საერთო წვეროების შექმნით და არა წიბოების ან წახნაგების საშუალებით. იმისდა მიხედვით, თუ როგორ ხდება სილიციუმ-ჟანგბადოვანი ტეტრაედრების შეკავშირება, მიიღება კომპლექსური ანიონური რადიკალების სხვადასხვა სივრცობრივი ჯგუფები. სწორედ ამის მიხედვით ხდება სილიკატების სტრუქტურული კლასიფიკაცია.

ანსხვავებენ სილიკატების შემდეგ სტრუქტურულ ტიპებს:

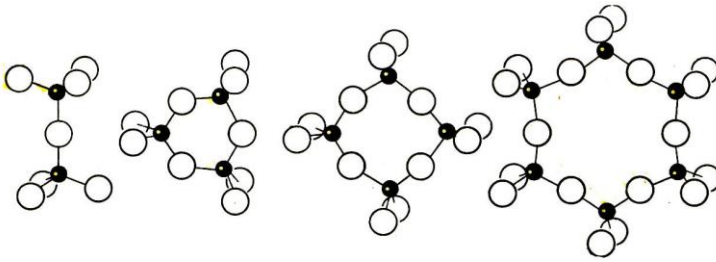
1. კომპლექსური ანიონი წარმოდგენილია, იზოლირებული ტეტრაედრის $[\text{SiO}_4]^{4-}$ მქონე სილიკატებით. აქ გამოიყოფა:

ა) საკუთრივ იზოლირებული სილიციუმ-ჟანგბადოვანი ტეტრაედრები. მათი რადიკალია $[\text{SiO}_4]^{4-}$, რადგან ყოველ 4 ჟანგბადს გააჩნია თითო თავისუფალი ვალენტობა, ამიტომ სილიციუმ-ჟანგბადოვანი ტეტრაედრები ერთმანეთს უშუალოდ არ უკავშირდება და კავშირი მყარდება კათიონების მეშვეობით.

ბ) სილიკატები დამატებითი ანიონებით. აქ კომპლექსანიონის $[\text{SiO}_4]^{4-}$ გარდა მონაწილეობს O^{2-} , $(\text{OH})^-$, F^- და ა.შ.

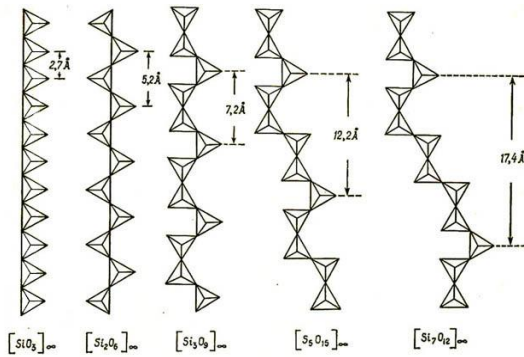
გ) სილიკატები გაორმაგებული (სურ. 63) იზოლირებული ტეტრაედრებით $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$. ჟანგბადის ერთი ატომი მათ საერთო აქვთ, დანარჩენები დაკავშირებულია კათიონებთან. აქვე შეიძლება განვიხილოთ „შერეული“ სტრუქტურული ტიპის $[\text{SiO}_4]^{4-} + [\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$ სილიკატები.

2. კომპლექსური ანიონი შედგება სამი, ოთხი და ექვსი სილიციუმ-ჟანგბადოვანი ტეტრაედრისაგან, რომლებიც ბრტყელ იზოლირებულ შეკრულ რგოლებში ერთმანეთთან დაკავშირებული არის ორი საერთო ჟანგბადით. მათი რადიკალებია $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$, $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$, $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$, $[\text{Si}_{12}\text{O}_{30}]^{18-}$ (სურ. 63).



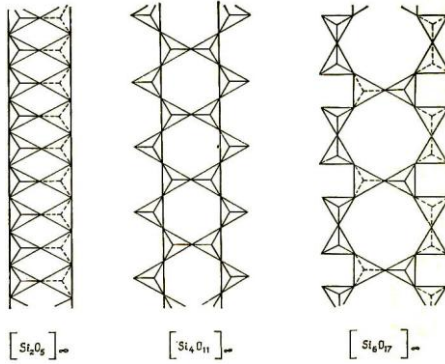
სურ. 63. სილიციუმ-ჟანგბადოვანი $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{4-}$, $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$, $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$ და $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$ ტეტრაედრების კომპლექსანიონები

3. ძეწვეისებრი სილიკატები. აქ ტეტრაედრები წარმოდგენილია ერთმანეთთან დაკავშირებული სილიციუმ-ჟანგბადოვანი ტეტრაედრების ერთგანზომილებიანი უწყვეტი ძეწვეის სახით. მათი რადიკალებია $[\text{Si}_2\text{O}_6]^{4-}$ და $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$, $[\text{Si}_5\text{O}_{15}]^{12-}$ და სხვ. (სურ. 64).



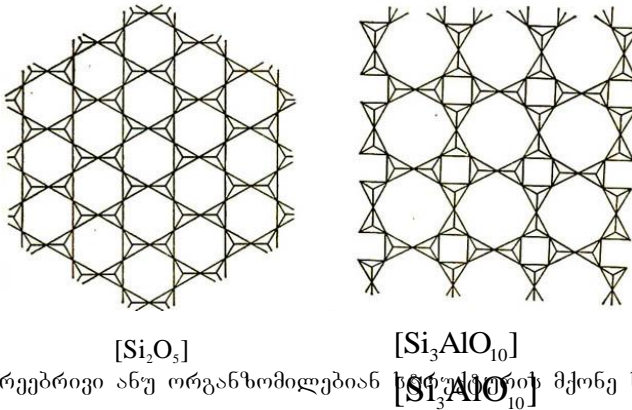
სურ. 64. მარტივი ძეწვეისებური სტრუქტურები

4. სილიკატები, რომლებიც შედგება სილიციუმ-ჟანგბადოვანი ტეტრაედრების უწყვეტი ორმაგი ძეწვეი ან ბაფთების სახით. მათ აქვთ გაორმაგებული ძეწვეის სახე, ამიტომ უწოდებენ ბაფთისებურ სილიკატებს. სტრუქტურული რადიკალი $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$ (სურ. 65).



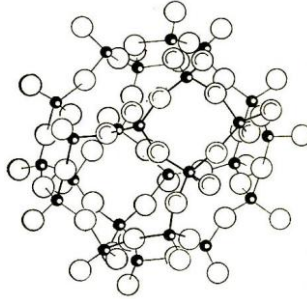
სურ. 65. ორმაგი ძეწკვები ანუ ბაფთისებრი სტრუქტურები

5. შრეებრივი (ფენისებრი) სილიკატები. ფენისებრი სტრუქტურა შეიძლება წარმოვიდგინოთ, თუ ბაფთისებრ სტრუქტურას დაუვწყვილებთ რამდენიმე ბაფთას, რის შედეგადაც ყალიბდება უწყვეტი ორგანზომილებიანი ფურცლები ან შრეები. ასეთი სტრუქტურის რადიკალია $[\text{Si}_2\text{O}_5]^{2-}$. მასთან საკმაოდ ხშირად სილიციუმჟანგბადოვან ტეტრაედრებში Si-ის იონების ნაწილი ჩანაცვლებულია Al-ის იონებით, კოორდინაციული რიცხვით 4. სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრების ფენები ერთმანეთს უკავშირდება მეტალთა კათიონების საშუალებით (სურ. 66).



სურ. 66. შრეებრივი ანუ ორგანზომილებიანი სტრუქტურის მქონე სილიკატები

6. კარკასული სილიკატები. სილიკატები უწყვეტი სამგანზომილებიანი კარკასებით აღუქმო და სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრებითაა შედგენილი. ამ შემთხვევაში ტეტრაედრის ყველა ჟანგბადი საერთოა. ასეთ მესერში, Si^{4+} -ის იონების ნაწილი ჩანაცვლებულია Al^{3+} -ის იონებით. იმავე კოორდინაციული რიცხვით კარკასული აღნაგობის კომპლექსური ანიონის ქიმიური ფორმულა საერთო სახით შეიძლება შემდგენიარად გამოისახოს $[(\text{Si}_{n-x}\text{Al}_x)\text{O}_{2n}]^{x-}$ (სურ. 67).



სურ. 67. კარკასული ანუ სამგანზომილებიანი სტრუქტურა

სილიკატების შინაგანი აგებულება განსაზღვრავს მათ გარეგან სახეს. მაგალითად სილიკატებს, რომელთა სტრუქტურაც წარმოდგენილია იზოლირებული სილიციუმგანბადლოვანი ტეტრაედრით, აქვთ იზომეტრული სახე (გრანატები); ჰექსაგონურ ბივრილს აქვს სილიციუმგანბადლოვანი ტეტრაედრის ექვსკუთხა რგოლი; ძეწკვისებური ან ბაფთისებური სტრუქტურის სილიკატებს აქვთ წაგრძელებული ფორმა (ამფიბოლები, პიროქსენები).

სილიკატები უმნიშვნელოვანესი არამეტალური სასარგებლო წიაღისეულია (აზბესტი, ტალკი, ქარსები, კალინი, კერამიკული და ცეცხლგამძლე თიხები, სამშენებლო მასალა). სილიკატები ასევე წარმოადგენენ ბერილიუმის, ლითიუმის, ცირკონის, ნიკელის, თუთიის და იშვიათი მიწების მადანს. ასევე ფართოდაა ცნობილი, როგორც ძვირფასი ქვები (ზურმუხტი, აკვამარინი, ტოპაზი, ნეფრიტი, როდონიტი და ა.შ.), რომელთა გამოყენება უძველესი დროიდანაა ცნობილი.

სილიკატების წარმოშობა ენდოგენურია, ძირითადად მაგმური (პიროქსენები, მინდვრის შპატები). ისინი დამახასიათებელია პეგმატიტებისათვის (ქარსები, ტურმალინი, ბივრილი) და სკარნებისათვის (გრანატები, ვოლასტონიტი). სილიკატები ფართოდაა გავრცელებული მეტამორფულ ქანებში – კრისტალურ ფიქლებსა და გნეისებში (გრანატები, დისტენი, ქლორიტი, ქარსები და სხვა).

სილიკატების კლასის მინერალებში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება Al-ის იონებს, კერძოდ Al^{3+} -ის იონები ორმაგ როლს თამაშობენ: ხან როგორც ანიონური რადიკალების კომპონენტები, რომელიც Si^{4+} -ის მსგავსად გარემოცულია ჟანგბადის იონებით, ხან კი ცალკე კათიონის სახით სხვადასხვა კოორდინაციით ან ერთდროულად ასრულებს კათიონის როლს და კომპლექსანიონის შექმნაშიც მონაწილეობს.

სილიკატები ალუმინის შემცველობის მიხედვით იყოფიან:

ა) ალუმინიუმის სილიკატებად, როდესაც Al^{3+} შედის მათში მხოლოდ კათიონის სახით ექვსმაგი ან ხუთმაგი კოორდინაციით. მაგ: – $Al_2^{3+}[SiO_4](OH, F)_2$ ტოპაზი.

ბ) ალუმოსილიკატებად, როდესაც Al^{3+} შედის მხოლოდ სილიციუმგანბადლოვანი კომპლექსანიონის შემადგენლობაში ოთხმაგ კოორდინაციით

ჟანგბადის ოთხი იონით გარშემორტყმული. მაგ: – $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ ალბიტი.

გ) ალუმინიუმის ალუმოსილიკატებად, როდესაც ალუმინი შედის სილიკატების შემადგენლობაში, როგორც კათიონის სახით, ასევე სილიციუმჯანგბადოვანი კომპლექსანიონის შემადგენლობაში. მაგ: $\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_5]$ (სილილანიტი)

მრავალი სილიკატის შემადგენლობაში მონაწილეობას დებულობენ ეგრეთ წოდებული დამატებითი ანიონები: O^{2-} , $[\text{OH}]^-$, F^- , Cl^- , $[\text{CO}_3]^{2-}$ და სხვა, რომლებიც ანიონებად კათიონების ჭარბ დადებით მუხტს.

რიგი სილიკატების შედგენილობაში შედის H_2O , რომელიც უმეტესად ცეოლითური ხასიათისაა.

ქვეკლასი ა. სილიკატები კრისტალურ სტრუქტურებში იზოლირებული SiO_4 -ის ტეტრაედრებით.

აქ შემაჯავლი სილიკატების კრისტალური სტრუქტურების დამახასიათებელ ნიშანს წარმოადგენს მათში სტრუქტურული ერთეულის სახით $[\text{SiO}_4]^{4-}$ -ის ანიონების განცალკევებული იზოლირებული ტეტრაედრების არსებობა. Si^{4+} -ის იონის გარემომცველი ჟანგბადის არც ერთი იონი არ არის საერთო სხვა მის მეზობელ სილიციუმჯანგბადოვან ტეტრაედრებთან.

კრისტალთა ფორმები, როგორც წესი, იზომეტრულია. მინერალებს დიდი სიმკვრივე და შედარებით მომეტებული სიმკვრივე აქვთ, რაც გამოწვეულია იონთა მჭიდრო წყობით.

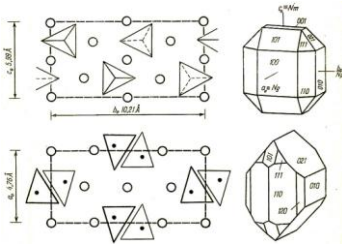
ოლივინის ჯგუფი

ამ ჯგუფს ეკუთვნის $A[\text{SiO}_4]$ -ის ტიპის სილიკატები, სადაც $A=\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn}, \text{Na}, \text{Co}, \text{Zn}$. ისინი ანაცვლებენ ერთმანეთს.

⊕ ოლივინი $(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$.

ოლივინი წარმოადგენს ფორსტერიტის $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$ და ფაიალიტის $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$ იზომორფულ ნარევს. სახელწოდება მომდინარეობს მინერალის მწვანე ფერიდან.

სინგონია რომელიც. სიმეტრიის კლასი რომბობიპირამიდული. გავრცელებულია მარცვლოვანი მასების სახით, კარგად განვითარებული კრისტალები შედარებით იშვიათად გვხვდება (სურ. 68).



სურ. 68. ოლივინის სტრუქტურული სქემა და კრისტალის ფორმები

ფერი მოყვითალო მწვანე, თუმცა შედგენილობის მიხედვით შეიძლება შეიცვალოს. გვხვდება ღია ყვითელიდან თითქმის შავამდე. **ელვარება** მინისებრი. **სიმაგრე** 6,5-7. **სიმკვრივე** 3,2-3,5. **ტექნვადობა** არასრული. ოლივინი ადვილად იხსნება მჟავაში, ძმრის მჟავაც კი ხსნის.

სახესხვალები. მოყვითალო-მწვანე გამჭვირვალე ოლივინს **ქრიზოლითი** ეწოდება.

დიაგნოსტიკა. მწვანე ფერით, ელვარებით და მარცვლოვანი აგრეგატებით, ასევე პარაგენეზისით.

წარმოშობა. მაგმური მაგმის კრისტალიზაციის შედეგად ულტრაფუქე ქანების – დუნიტების ძირითადი მინერალია.

გვხვდება გაბროებში, ბაზალტებსა და კიმბერლიტებში.

ოლივინის თანამგზავრებია პიროქსენები, ქრომიტი, მაგნეტიტი, პლატინა, ფუქე ქანებში – ფუქე პლაგიოკლასები.

ოლივინის შემცველი ქანები გავრცელებულია ურალზე, კარელიაში და აღმოსავლეთ სიაიანში.

გამოყენება. ოლივინიანი ქანები, რომლებიც რკინის მცირე შემცველობით ხასიათდება, შეიძლება გამოყენებულ იქნას, როგორც ცეცხლგამძლე ნედლეული. ქრიზოლითი ძვირფასი ქვაა.



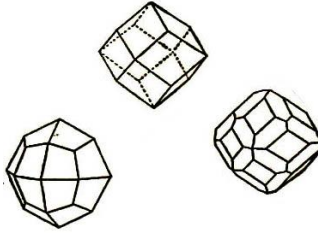
გრანატების ჯგუფი

გრანატების ჯგუფში ერთიანდება ორი იზომორფული რიგის მინერალები: $R_3^{2+} Al_2^{3+} [SiO_4]_3$ და $Ca_3^{2+} R_2^{3+} [SiO_4]_3$. საერთო ფორმულაა

$R_3^{2+} R_2^{3+} [SiO_4]_3$, სადაც $R_3^{2+} = Ca, Mg, Mn, Fe$, ხოლო $R_2^{3+} = Al, Fe, Cr$.

ლათინურად „გრანუმი“ – მარცვალს ნიშნავს. სწორედ აქედან მომდინარეობს გრანატების სახელწოდებაც, რადგან მათ აქვთ მარცვლოვანი ფორმა.

სინგონია კუბური. ხშირად გვხვდება კარგად გამოკვეთილი კრისტალების სახით – რომბოლოდეკაედრი და ტეტრაგონტრიოქტაედრი ან ამ ფორმების კომბინაციები (სურ. 69).



სურ. 69. გრანატის კრისტალის ფორმები

ფერი სხვადასხვაა. **ელვარება** მინისებრი. ძალზე დამახასიათებელია დიდი **სიმაგრე** (7-8) და **ტკეწვადობის** არარსებობა. **სიმკვრივე** 3,4-4,3. ძირითადი მინერალური სახეებია:

+ გროსულარი $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$. **ფერი** ღია მწვანე ან მუქი მწვანე. დამახასიათებელია სკარნული პროცესისთვის.

+ ანდრადიტი $\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$. **ფერი** ყვითელი, მურა-წითელი, შავი, მომწვანო. გვხვდება სკარნებში, იშვიათად კრისტალურ ფიქლებსა და სხვა ქანებში. **დემანტილი** – ანდრადიტის გამჭვირვალე სახესხვაობაა მწვანე ფერის (1,5% Cr_2O_3), წარმოადგენს ძვირფას ქვას. **მელანიტი** – შავი ფერის შეიცავს TiO_2 .

+ ჯვაროვიტი $\text{Ca}_3\text{Cr}_2[\text{SiO}_4]_3$. ფერი ზურმუხტისებრი მწვანე. ქრომიტზე წარმოქმნის წერილკრისტალურ ქერქებს. იშვიათია კარგი ნიმუშები. ცნობილია სარაფანის საბადოდან ჩრდილო ურალზე.

+ ალმანდინი $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$. წითელი, ყავისფერი, იასამნისფერი. ყველაზე ფართოდგავრცელებული მინერალია გრანატებში. გვხვდება კრისტალურ ფიქლებსა და გნეისებში.

+ სპესარტინი $\text{Mn}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$. ვარდისფერი, წითელი, მოყვითალო. გვხვდება პეგმატიტებსა და კრისტალურ ფიქლებში (აღმოსავლეთ ციმბირი, კარელია).

+ პიროპი $\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$. მუქი წითელი. გვხვდება მაგნიუმით მდიდარ ულტრაფუქე ქანებში. დამახასიათებელია ალმანის მატარებელი ქანებისათვის (კიმბერლიტებისათვის), სამხრეთ აფრიკის რესპუბლიკა და იაკუტია.

დიაგნოსტიკა. იზომეტრული მარცვლებით და კრისტალთა ფორმით, სიმაგრით, სიმკვრივით, ტკეწვადობის არარსებობით, ფერით და პარაგენეზისით.

წარმოშობა. დამახასიათებელია მეტამორფული ქანებისათვის, კრისტალური ფიქლების და გნეისებისათვის, რომლებიც ცნობილია აღმოსავლეთ ციმბირში, კარელიაში, ასევე ურალზე.

მეორე უმნიშვნელოვანესი გენეზისის კონტაქტური (სკარნული) პროცესი. კირქვებთან კონტაქტისას დამახასიათებელია გროსულარი და ანდრადიტი. სკარნებში გრანატები გვხვდება სალიტთან, ჰედენბერგიტთან,

ვეზუვიანთან, ეპიდოტთან, შეფელიტთან, მაგნეტიტთან და რკინის სულფიდებთან. ისინი ცნობილია სამხრეთ აზიაში და ყაზახეთში.

ცალკეული კრისტალებისა და ბუდისებრი გამონაყოფების სახით გვხვდება გრანატი ძირულის მასივის პეგმატიტურ ძარღვებს შორის და ძირულის მასივის აღმოსავლეთ პერიფერიაზეც ფილიტების წყებაში. გრანატები ცნობილია მდ. კოდორის შენაკად ხეცკვარასა და ჩხალთის შენაკადებში. გრანატები გვხვდება აგრეთვე ხაშურის რაიონში, მდ. სათერძეს ხეობაში და ლოპანის ხეობაში კირქვებსა და დიბაზების კონტაქტურ ზონაში.

გრანატები ასევე გვხვდება გრანიტებსა და პეგმატიტური ტიპის ძარღვებში.

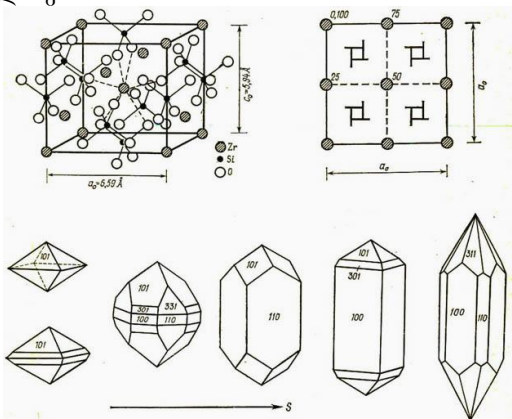
არსებობს ხელოვნური გრანატებიც.

გამოყენება. გამჭვირვალე, წითელი და მწვანე გრანატები (ალმანდინი, პიროპი, ანდრადიტი, დემანტოიდი) გამოიყენება, როგორც ძვირფასი ქვები. გაუმჭვირვალე სახესხვაობები გამოიყენება ტექნიკური მიზნებისთვის, როგორც სააბრაზიო მასალა.

○ ცირკონი $Zr[SiO_4]$.

იზომორფული მინარევის სახით შეიცავს, თორიუმს (Th) და იშვიათ (Hf) მიწებს. ირანულად სახელწოდება „ოქროს ფერს“ ნიშნავს. სინონიმა ჰიაცინტი.

სინგონია ტეტრაგონული. გვხვდება კარგად დაკრისტალებული მოკლესვეტოვანი, იზომეტრული კრისტალების სახით. მარტივი ფორმებიდან გავრცელებულია ტეტრაგონული პრიზმები და ბიპირამიდები (სურ. 70). მრჩობლები მუხლისებრი.



სურ. 70. ცირკონის სტრუქტურა და კრისტალის ფორმები

ფერი უფერო, ოქროსფერ – ყვითელი, ნარინჯისფერი, იშვიათად-მწვანე. **ელვარება** ალმასისებრი, ზოგჯერ ცხიმოვანი. **სიმკვრივე** 7,5-8 და **სიმკვრივე** 4,7. **ტკეზალბა** არასრული.

ღიაგნოსტიკა: კრისტალის ფორმით, ფერით, ელვარებით, მაღალი

სიმკვრივით და სიმაგრით.

წარმოშობა. მაგური და პეგმატიტური, აქცესორული მინერალის სახით გვხვდება გრანიტებსა და სიენიტებში. დიდი კრისტალები, 1სმ და მეტი, დამახასიათებელია ტუტე პეგმატიტებისათვის. გვხვდება პარაგენეზისში მინდურის შპატთან, აპატიტთან, ნეფელინთან, ქარსებთან (ლეპიდომელანი), იშვიათი მიწების მინერალებთან, ტანტალთან, ნიობიუმთან და თუთიასთან. როგორც გამძლე მინერალი, ცირკონი გვხვდება ქვიშრობებში, საიდანაც მოიპოვება (ხანდახან მონაციტთან ერთად).

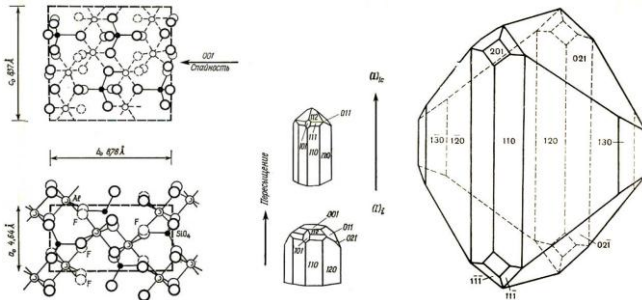
საბადოები. ურალის ტუტე პეგმატიტებში, ბრაზილიაში, აშშ (ფლორიდა), შრილანკის კუნძულზე, ნორვეგიისა და მადაგასკარის პეგმატიტებში.

გამოყენება. ცირკონი წარმოადგენს ცირკონიუმის მადანს, რომელიც გამოიყენება წარმოებაში. ცირკონი გამოიყენება, ძლიერ ცეცხლგამძლე და მუავაგამძლე მასალის დასამზადებლად კვარცთან ერთად. ცირკონისაგან შეიძლება მივიღოთ ჰაფნიუმი. ლამაზი, გამჭვირვალე სახესხვაობები საიუველირო საქმეში გამოიყენება თეთრი მინანქრის და მეტად მდგრადი საღებავების დასამზადებლად.

სილიკატები დამატებითი ანიონებით



ტოპაზი $Al_2[SiO_4](F,OH)_2$. **სინგონია** რომბული. კრისტალებს აქვთ კარგად გამოკვეთილი პრიზმული ფორმები, რომლებზედაც გაბატონებულია {120}, {021}, პინაკოიდები {001}, დიპირამიდები {111}, {223} და სხვა ფორმები (სურ. 71). გვხვდება ლამაზი დრუხებისა და წერილმარცვლოვანი მასების (ტოპაზის გრეიზენების) სახით. დამახასიათებელია უხეში დაშტრისხვა კრისტალის ვერტიკალური ღერძის გასწვრივ.



სურ. 71. ტოპაზის სტრუქტურა და კრისტალის ფორმები

კრისტალების ზომები შეიძლება ძალიან დიდი იყოს: უკრაინაში 1966 წ. ვლადიმირ-ვოლინის ძვირფასი ქვების საბადოზე ნაპოვნია ტოპაზის კრისტალი მასით 117კგ., რომლის სიმაღლე 82სმ-ია.

ფერი ყვითელი, ცისფერი, ვარდისფერი, ხშირად უფერო. **ელვარება** მინისებრი. **ტკეჩვადობა** სრული {001}-ს გასწვრივ. **სიმაგრე** 8. **სიმკვრივე** 3,5. ამ ნიშნებით, ასევე ვერტიკალური შტრისებით, ტოპაზი განირჩევა კვარცისაგან.

დიაგნოსტიკა. გამოიძნობა გამჭვირვალეობით და ძლიერი მინისებრი

ელვარებით. კრისტალების ვერტიკალური დაშტრიხვით და ტკეჩვადობით {001}-ს გასწვრივ. აქვს დიდი სიმაგრე და სიმკვრივე.

წარმოშობა. გვხვდება პეგმატიტურ ძარღვებში, განსაკუთრებულად კვარცთან, ორთოკლაზთან, ალბიტთან, ქარსებთან პარაგენეზისში. გრეიზენებში (პნეგმატოლითური წარმოშობა) ასოცირდება აკვამარინთან, ფლუორიტთან, კასიტერიტთან და ვოლფრამიტთან.

საბადოები. ურალის პეგმატიტებში, აღმოსავლეთ ციმბირში, სანარკესა და კამერის (ურალზე) ვარდისფერი ტოპაზი. ბრაზილიაში და მადაგასკარზე. უკრაინაში – ვოლინის საბადო.

გამოყენება. ტოპაზის გამჭვირვალე კარგად შეფერილი კრისტალები გამოიყენება, როგორც ძვირფასი ქვები.

დისთენის ჯგუფი

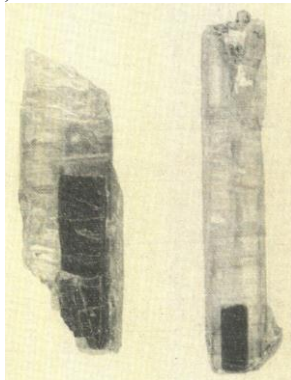
ამ ჯგუფში გაერთიანებულია სტრუქტურული თავისებურებებით განსხვავებული, მაგრამ ერთი და იგივე შედგენილობის (Al_2SiO_5) სამი მოდიფიკაცია, რომლებიც დისთენის (ან კიანიტის), ანდალუზიტის და სილიმანიტის სახელს ატარებს.



დისთენი (კიანიტი)

ბერძნულად „დი“-ორი და „სთენოს“-მოწინააღმდეგე. „კიანეს“- მუქი ლურჯი.

სინგონია ტრიკლინური. კრისტალებს $Al_2[SiO_4]O$. აქვთ ხ დერძის გასწვრივ წაგრძელებული, სვეტოვანი, ხშირად ფირფიტისებრი, ხანდახან მოხრილი ფორმა (სურ. 72).



სურ. 72. დისთენის კრისტალები

ფერი ლურჯი, ცისფერი, ხანდახან თეთრი. **ელვარება** მინისებრი. **ტკეჩვადობა** სრული. **სიმაგრე** სხვადასხვა მიმართულებით მიხედვით სხვადასხვაა, {100}-ის წახნაგზე კრისტალის წაგრძელების პარალელურად 4,5; გარდიგარდმო მიმართულებით 6; {010}-ის და {110}-ის წახნაგებზე 7. მსხვერვალია. **სიმკვრივე** 3,6.

დიაგნოსტიკა. ადვილად გამოიცნობა ფერით, წაგრძელებული

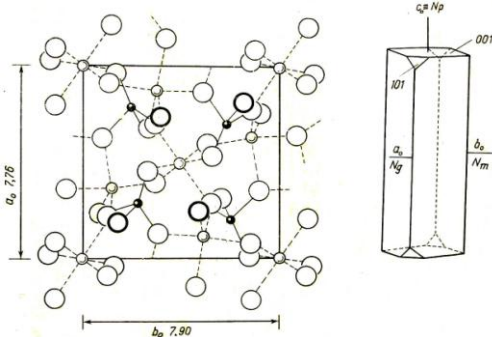
კრისტალებით, ელვარებით, განსხვავებული სიმაგრით სიგრძეში და სიგანეში და მათი გავრცელებით მეტამორფულ ქანებში.

წარმოშობა. მეტამორფული – წარმოადგენს გენისების ტიპურ ქან-მაშენ მინერალს. დისტენის თანამგზავრებია ქარსები, გრანატი, კორუნდი, ანდალუზიტი და ა.შ.

საბადოები. კოლის ნახევარკუნძულზე კეივის რაიონში, ბაიკალის მთიან რაიონებში და ურალზე.

გამოყენება. დისტენის შემცველი ქანები გამოიყენება, როგორც ცეცხლგამძლე, მუქავა და ტუტე მედევი მასალა. დისტენი ანდალუზიტთან და სილიმანიტთან ერთად წარმოადგენს ალუმინიუმის ნედლეულს.

ანდალუზიტი $Al_2[SiO_4]O$. **სინგონია** რომბული. კრისტალებს აქვთ პრიზმული (სურ. 73), სვეტოვანი იერი, რომელთა კვეთა კვადრატულთანაა ახლოს. გვხვდება აგრეთვე სხივოსნურ-ჩხირისებრი.



სურ. 73. ანდალუზიტის სტრუქტურა და კრისტალის ფორმა

ფერი ვარდისფერი, ნაცრისფერი, ყვითელი, მუქი მწვანე, იშვიათად უფერო. **ელვარება** მინისებრი. **სიმაგრე** 7,5. **სიმკვრივე** 3,2. **ტკეზვადობა** {110}-ის მიმართ კარგი. **მონატეხი** არასწორი.

სახესხვაობები. ანდალუზიტი, რომელშიც კანონზომიერი სიმეტრიული შემცველობითაა თიხანასშიროვანი ნივთიერება, ატარებს ქიასტოლიტის სახელწოდებას. კვეთში მას შავი ჯვრის ფორმა აქვს.

დიაგნოსტიკა. პრიზმული კრისტალების კვადრატული კვეთი, ფერი, დიდი სიმაგრე და თიხაფიქლებსა და რქაულებში გავრცელება.

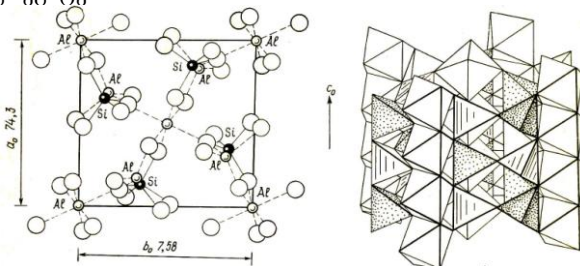
წარმოშობა. მეტამორფული – დამახასიათებელია ქარსიან და თიხანასშირიან ფიქლებისათვის. ანდალუზიტთან ერთად გვხვდება ქარსები, გრანატები, ხანდახან კორუნდი. გვხვდება აგრეთვე კონტაქტურ-პნევმატოლითური წარმოშობის.

საბადოები. ანდალუზიტის ფიქლები ცნობილია ყაზახეთში, აღმოსავლეთ საიანში. ანდალუზიტი კორუნდთან – სემიზბუგუს საბადოზე. საქართველოში გვხვდება კავკასიონის კრისტალურ ფიქლებში.

გამოყენება. გამოიყენება ფაიფურის წარმოებაში.

სილიმანიტი $Al[AlSiO_5]$. **სინგონია** რომბული (სურ. 74). კრისტალებს

აქვთ ნემსისებრი ან ბოჭკოვანი ფორმა. გვხვდება სხივოსნური მასებისა და ბოჭკოვანი აგრეგატების სახით.



სურ. 74. სილიმანიტის სტრუქტურა

ფერი ნაცრისფერი, მომწვანო ან მურა შეფერილობით. **ვლვარება** მინისებრი. **ტკეჩადობა** სრული. **სიმაგრე** 6,5-7. **სიმკვრივე** 3,2-3,5.

დიაგნოსტიკა. ნემსისებური, თხელი, ღია ფერის კრისტალები, რომლებიც გვხვდებიან მეტამორფულ ქანებში.

წარმოშობა. მეტამორფული – დამახასიათებელია მაღალტემპერატურიანი მეტამორფული ქანებისათვის, რომლებიც მდიდარია თიხამიწით (გნეისები, კრისტალური ფიქლები). გვხვდება კორდიერიტთან, ბიოტიტთან, კვარცთან პარაგენეზისში.

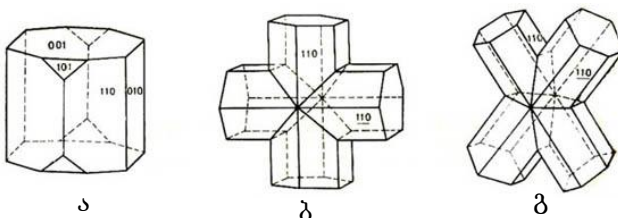
საბადოები. სილიმანიტიანი გნეისები გვხვდება აღმოსავლეთ ციმბირში. ისინი მონაწილეობენ აღმოსავლეთ – ევროპის ბაქნის ფუნდამენტის აგებულებაში. სილიმანიტის დიდი საბადოები ცნობილია ინდოეთში.

გამოყენება. სილიმანიტით მდიდარი ქანები წარმოადგენს კერამიკულ ნედლეულს.

სტავროლითი

სტავროლითი $FeAl_4[SiO_4]_2O_2(OH)_2$. სახელი მიენიჭა ჯვრისებრი მრჩობლის მიხედვით, ბერძნულად „სტავროს“ – ჯვარი.

სინგონია რომბული. კრისტალებს მოკლე და სქელი პრიზმების სახე აქვთ. ახასიათებს ფრიად თავისებური ჯვარისმაგვარი მრჩობლები (სურ. 75). იშვიათად გვხვდება არასწორი მარცვლების სახით.





სურ. 75. სტავროლითის კრისტალები და მათი მრჩობლები

ფერი მოწითალო-მურა, მურა-შავამდე. იშვიათად გამჭვირვალე. **ხაზის ფერი** თეთრი. **ელვარება** მინისებრი. **სიმაგრე** 7-7,5. **ტკეზადობა** {010}-ის მიმართ. **სიმკვრივე** 3,6-3,7.

დიაგნოსტიკა. ადვილად გამოიცნობა ფერის და კრისტალთა დამახასიათებელი ფორმის მიხედვით.

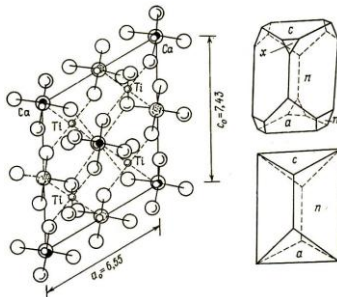
წარმოშობა. რეგიონალური და კონტაქტურ-მეტამორფული. გვხვდება ქვიშრობებში.

სფენი



სფენი $\text{CaTi}[\text{SiO}_4]\text{O}$. **სინონიმი** ტიტანიტი. სახელწოდება მომდინარეობს სოლისებრი ფორმის მიხედვით.

სინგონია მონოკლინური. დამახასიათებელია პრიზმის, სოლის და ფირფიტისებრი ფორმები (სურ. 76).



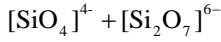
სურ. 76. სფენის სტრუქტურა და კრისტალების ფორმები

ფერი ყვითელი, მურა, მწვანე, ნაცრისფერი, ვარდისფერი ან წითელი. **ელვარება** ალმასის, ცხიმოვანი. **სიმაგრე** 5,6. **ტკეზადობა** {110}-ის მიმართ სრული. **სიმკვრივე** 3,3-3,6.

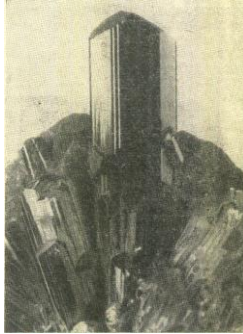
დიაგნოსტიკა. სოლისებრი კრისტალური ფორმები, ფერი.

წარმოშობა. მაგმური, გვხვდება როგორც აქცესორული მინერალი. წარმოიქმნება, აგრეთვე, პეგმატიტური და მეტამორფული პროცესების დროს. **გამოყენება.** ტიტანის ჟანგის მისაღებად.

სილიკატები გაორმაგებული ტეტრაედრებით $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$
და „შერეული“ ტიპის სტრუქტურებით



⊕ ეპიდოტი $\text{Ca}_2(\text{Al,Fe})_3 [\text{SiO}_4] [\text{Si}_2\text{O}_7] \text{O}(\text{OH})$. სინგონია მონოკლინური. წაგრძელებული – პრიზმული, ზოგჯერ აქვს ჩხირისებრი, გაორებული კრისტალები. დამახასიათებელია უხეშში დაშტრისხვა კრისტალის წაგრძელების მიმართ (სურ. 77).



სურ. 77. ეპიდოტის კრისტალი და ფორმები

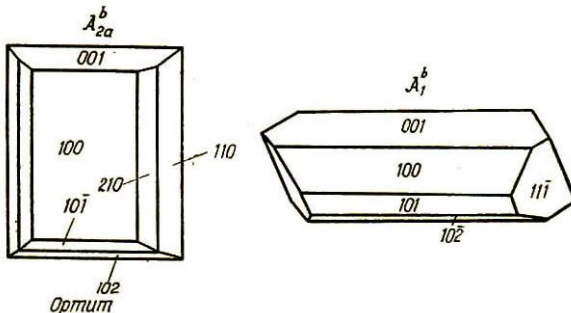
ფერი მოყვითალო მწვანე. ელვარება მინისებრი. ტკეჩვადობა სრული. სიმაგრე 6,5. სიმკვრივე 3,5.

დიაგნოსტიკა. ფერით, ელვარებით, სრული ტკეჩვადობით {001}, წაგრძელებული, [010] დაშტრისხული კრისტალებით.

წარმოშობა. სკარნული – გვხვდება გრანაიტთან, კვარცთან, დიოპსიდთან. ეპიდოტი გვხვდება ძირითადად ეფუზიურ ქანებსა და მეტამორფულ ქანებში ქლორიტთან და ამფიბოლებთან ერთად. კარგად დაკრისტალებული კრისტალები გვხვდება ალპური ტიპის ძარღვებში.

⊖ ცლიზიტი $\text{Ca}_2\text{Al}_3[\text{SiO}_4] [\text{Si}_2\text{O}_7]\text{O}(\text{OH})$. ეპიდოტისგან განირჩევა რკინის მცირე ან საერთოდ არარსებობით.

სინგონია რომბული. კრისტალთა იერი პრიზმული (სურ.78). ჩვეულებრივ წახნაგები ძლიერ დაშტრისხულია. აგრეგატები ჩვეულებრივ ჩხირისებრი ან მარცვლოვანი.



სურ. 78. ცოიზიტის კრისტალის ფორმა

ფერი ნაცრისფერი, მომწვანო. **გლვარება** მინისებრი. **სიმაგრე** 6. **ტკეშ-ვადობა** სრული, სიმკვრივე 3.5. ცოიზიტი საბოლოოდ განირჩევა მხოლოდ მიკროსკოპით.

სახესხვაობები. სოსურიტი – წვრილმარცვლოვანი ცოიზიტი ალბიტთან ან სერიციტთან, პლაგიოკლაზების დაშლის პროდუქტი, გამოიცნობა მიკროსკოპით.

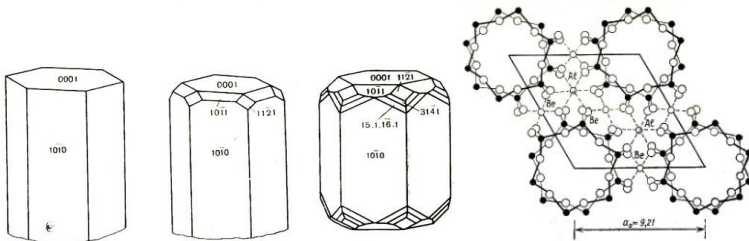
დიაგნოსტიკა. მხოლოდ მიკროსკოპის დახმარებით.

წარმოშობა. მეტამორფული – მაგმური ქანების ჰიდროთერმული შეცვლის შედეგად, რომლებიც შეიცავენ ძირითადად პლაგიოკლაზებს. ცოიზიტი გავრცელებული მინერალია მეტამორფულ ფიქლებში, ამფიბოლიტებში და ამოფრქვეულ ქანებში.

რგოლისებრი სილიკატები

სილიკატების კრისტალური სტრუქტურების ეს ტიპი კრისტალურ მესერში SiO_4 -ის ტეტრაედრების რგოლისებრ შეკრულ იზოლირებულ ჯგუფებს შეიცავენ და ხასიათდებიან კომპლექსური რადიკალებით $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$, $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$, $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$ და სხვა.

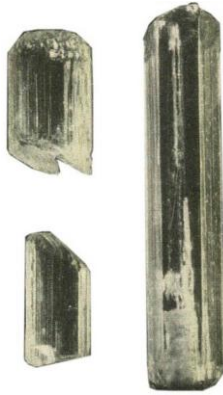
ბივრილი (ბერილი) $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$ (Be 5,1%). **სინგონია** ჰექსაგონური. სვეტისებური, ხშირად წარმოქმნის ჰექსაგონური პრიზმისა და პინაკოიდის კომბინაციას. ხანდახან კრისტალის პრიზმები გართულებულია დიპირამიდებით. ახასიათებს დიდი ზომის კრისტალები, რომელთა მასაც რამდენიმე ათეულ კილოგრამს აღწევს. ჩვეულებრივ გვხვდება ჩაწინწკლული ცალკეული კრისტალების სახით, რომლებიც ზოგჯერ დრუზებად ერთდებიან. იშვიათად გვხვდება ჩხირისებრი მასების სახით (სურ. 79).



სურ. 79. ბივრილის კრისტალის ფორმები და სტრუქტურა

ფერი მწვანე, მოყვითალო-მწვანე, ცისფერი, თეთრი, ვარდისფერი. **გლვარება** მინისებრი. **მონატეხი** არასწორი. **სიმაგრე** 7,5-8. **სიმკვრივე** 2,7.

სახესხვაობები. გამჭვირვალე მწვანე ფერის ბივრილი ატარებს **ხურმუხტის** სახელწოდებას; მისი მწვანე შეფერილობა გამოწვეულია ქრომის შემცველობით. გამჭვირვალე ცისფერი ბივრილი (სურ. 80) – **აკვამარინი** (ლათინურად „აკვა“-წყალი, „მარე“-ზღვა); ვარდისფერი – **ვროლბიევიტი**; გამჭვირვალე ყვითელი – **ჰელიოდორი** (სურ. 61“).



სურ. 80. აკვამარინის კრისტალები

დიაგნოსტიკა. დამახასიათებელია ჰექსაგონური პრიზმული კრისტალები, ღია მწვანე ფერი, დიდი სიმაგრე, პეგმატიტებში არსებობა.

წარმოშობა. პეგმატიტური – მინდვრის შპატთან, კვარცთან, მუსკოვიტთან, ტურმალინთან და სხვა პეგმატიტურ ძარღვის მინერალებთან. ასევე დამახასიათებელია პნემატოლითური წარმოშობა გრეიზენებსა და მაღალტემპერატურულ ძარღვებში. აქ ბივრილი პარაგენეზისშია ტოპაზთან, ვოლფრამიტთან, კასიტერიტთან, მოლიბდენიტთან.

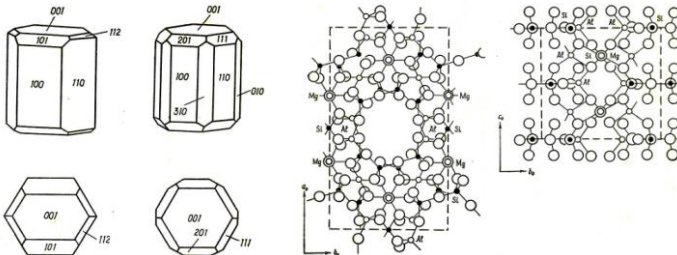
საბადოები. ზურმუხტი – ურალზე, აკვამარინი – იმერბაიკალეთში. აშშ პეგმატიტებში (მენის, ნიუ-ჰემპშირის შტატში), ჩრდილოეთ აფრიკაში და მადაგასკარზე. ზურმუხტის საბადოები არის კოლუმბიაში (კოპი მუსო) – ბიტუმიზებული კირქვებსა და ფიქლებში, ბრაზილიაში (სანტა-ტერაზინა, გოასის შტატი); აკვამარინი – ბრაზილიის პეგმატიტებში (მინას-ჟერასი).

გამოყენება. ბივრილი გამოიყენება ერთ-ერთი მსუბუქი მეტალის ბერილიუმის მისაღებად, რომელიც გამოიყენება მაგნიუმთან და ალუმინიუმთან ერთად მხატვ შენადნობების მისაღებად.

ზურმუხტი – პირველი კლასის ძვირფასი ქვა. აკვამარინი – ასევე ძვირფასი ქვა.



კორდერტიტი $(Mg, Fe)_2 Al_3 [AlSi_5 O_{18}]$. **სინგონია** რომბული. იძლევა პრიზმულ, ფსევდოჰექსაგონურ კრისტალებს, ხშირად გვხვდება მკვრივი მასების ან ჩაწინწყლული უსწორო მარცვლების სახით (სურ. 81).



სურ. 81. კორდიერიტის სტრუქტურა და კრისტალის ფორმები

ფერი ღურჯი სხვადასხვა შეფერილობის, იშვიათად იასამნისფერი, უფერო. **ელვარება** მინისებრი. ძალიან ჰვავს კვარცს. **ტკეზვადობა** არასრული. **სიმაგრე** 7-7,5. **სიმკვრივე** 2,6.

წარმოშობა. ტიპური მეტამორფული მინერალია – გნეისების, კრისტალური ფიქლების და რქაულების შემადგენლობაში. გვხვდება პლაგიოკლასთან, რქატყუარასთან, სილიმანიტთან, ანდალუზიტთან, ბიოტიტთან. ხანდახან მაგმური წარმოშობისაა, გვხვდება ეფუზიურ ქანებში (ტრაქიტები, ანდეზიტები).

კორდიერიტით მდიდარი მეტამორფული ქანები ცნობილია ურალზე, აღმოსავლეთ საიანში, იმპერბაიკალეთში.



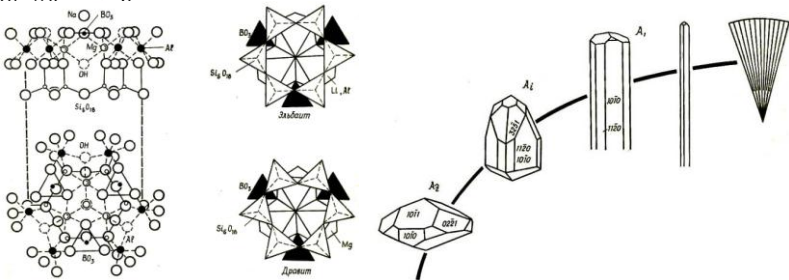
ტურმალინი – რთული ბორსილიკატი. წარმოადგენს კრებით სახეობას.

შერლი $(Na, Ca)Fe_3(Al, Fe)_6[Si_6O_{18}].[BO_3]_3.(OH, F)_4$;

დრავიტი $NaMg_3(Al, Fe)_6[Si_6O_{18}].[BO_3]_3.(OH, F)_4$;

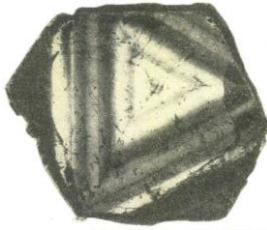
ელბაიტი $Na(Li, Al)_3Al_6[Si_6O_{18}].[BO_3]_3.(OH, F)_4$;

სინგონია ტრიგონული. წარმკლებული L_3 ღერძის გასწვრივ სვეტოვანი. გვხვდება ტრიგონული და დიტრიგონული პრიზმებისა და პირამიდების სახით, იშვიათად განვითარებულია მონოკლერი. დამახასიათებელია ვერტიკალური დაშტრიხვა. კრისტალების ზომა აღწევს 30-40სმ. თუმცა საერთოდ პატარა კრისტალები გვხვდება. არაიშვიათად გვხვდება ჩხირისებრი, რადიალურ-სხივოსნური, ნემსისებური და ბოჭკოვანი აგრეგატები (სურ. 82).



სურ. 82. ტურმალინის სტრუქტურა და კრისტალის ფორმები

ფერი შავი, მუქი, ვარდისფერი, მწვანე, თეთრი, ხშირად ზონალური (სურ.83) **ელვარება** მინისებრი. **ტკეზვადობა** არ აქვს. **სიმაგრე** 7,5-8. **სიმკვრივე** 2,9-3,2. აქვს პიროელექტრული და პიეზოელექტრული თვისებები.



სურ. 83. ზონალური ტურმალინი

სახესხვაობები. შერლი – შავი ტურმალინი. დრავიტი – მურა ფერის, მაგნიუმიანი. ინდიგოლიტი – მუქი ლურჯი, ლითიუმიანი, რკინიანი. რუბელიტი – ვარდისფერი, ლითიუმიანი, მაგნიუმიანი. ელბაიტი – უფერო, თეთრი. გვხვდება მწვანე და პოლიქრომული ტურმალინები. ერთი ბოლო მწვანეა, კრისტალის შუა ნაწილი თეთრი, მეორე ბოლო ვარდისფერი.

დიაგნოსტიკა. კრისტალების წაგრძელებული ფორმით და დაშტრიხვით, დამახასიათებელი კვეთით, რომელსაც სფერული სამკუთხედის ფორმა აქვს, დიდი სიმაგრით, პარაგენეზისით, ნიჟარისებრი მონატეხით.

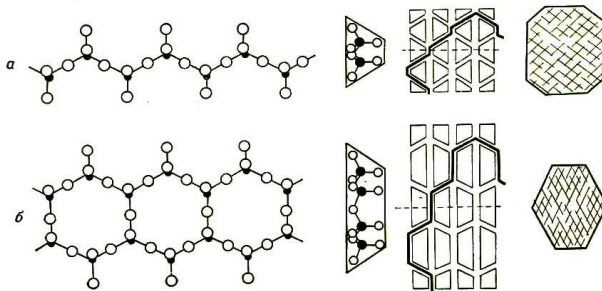
წარმოშობა პეგმატიტური. გვხვდება მინდვრის შპატთან, კვარცთან, მუსკოვიტთან, ბიოტიტთან, ალბიტთან, ლეპიდოლიტთან, ბიერიტთან, სპოდუმენთან, კოლუმბიტთან. გავრცელებულნი არიან გრეიზენებში ტოპაზთან და კასიტერიტთან ერთად, ზოგ მეტამორფულ კონტაქტურ ქანებში. ფერადი ტურმალინი დამახასიათებელია პეგმატიტებისათვის.

საბადოები. შუა აზიაში, ურალზე, კარელიაში, ყაზახეთში, იმიერბაიკალეთში – ფერადი ტურმალინები.

გამოყენება. რადიოტექნიკაში; რუბელიტი – ძვირფასი ქვა; ბორის მადანი (B_2O_3 8-12%).

სილიკატების SiO_4 -ის ტეტრაედრების უწყვეტი ძეწკვების ქვეკლასი

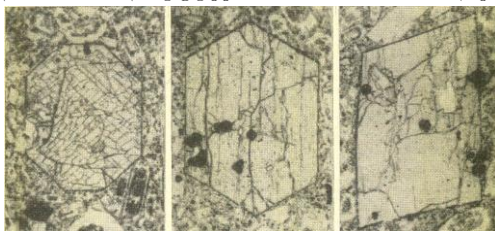
ამ ქვეკლასის მთავარი წარმომადგენლებია პიროქსენების და ამფიბოლების ჯგუფები, რომლებშიც კათიონები წარმოდგენილია უმთავრესად შემდეგი ელემენტებით: Mg^{2+} , Fe^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ , ზოგჯერ Li^+ და აგრეთვე Al^{3+} , Fe^{3+} . პიროქსენები და ამფიბოლები მსგავსებასთან ერთად ზოგიერთი თავისებურებით არსებითად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. მათგან უნდა აღვნიშნოთ. ა) პიროქსენებში სილიციუმგანზაღვანნი ტეტრაედრები წარმოდგენილია მარტივი ერთმაგი ძეწკვით $[Si_2O_6]$, ხოლო ამფიბოლების სტრუქტურებში ორმაგი ძეწკვებით $[Si_4O_{11}]$. ბ) პიროქსენების და ამფიბოლების ძეწკვის წაგრძელების პარალელურად განვითარებული პრიზმული ტექნადობის მიმართულებებს შორის კუთხე პიროქსენებში 93° -ია, ხოლო ამფიბოლებში 56° . გ) C კრისტალოგრაფიული ღერძის მართობი მიმართულებით კვეთი პიროქსენებში ფსევდოტეტრაგონული, ხოლო ამფიბოლებში ფსევდოჰექსაგონურია (სურ. 84).



სურ. 84. პიროქსენის (ა) და ამფიბოლის (ბ) სილიციუმქანგაბადლოვანი ტეტრაედრები და ტექნადობის მიმართულებები

ერთმაგი ანიონური ძეწკვისებური სილიკატები პიროქსენების ჯგუფი

ამ ჯგუფში შემაჯავლი პიროქსენები ქიმიურად წარმოადგენენ Ca, Mg, Fe, ხანდახან Al და ტუტეების (Na, Li) – სილიკატებს (სურ. 85).



სურ. 85. პიროქსენის გამოსახულება მიკროსკოპში (C-ღერძის მართობული, პარალელური და 010 სიბრტყის პარალელური)

კრისტალებს აქვთ მოკლეპრიზმული ფორმა. პიროქსენები კრისტალდებიან რომბულ და მონოკლინურ სინგონიებში.

მონოკლინური პიროქსენები (კლინოპიროქსენები)

დიოპსიდი $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$;

ჰედენბერგიტი $\text{CaFe}[\text{Si}_2\text{O}_6]$;

აუგიტი $\text{Ca}(\text{Mg, Fe, Al})(\text{Si, Al})_2\text{O}_6$;

უადეიტი $\text{NaAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$;

ევირინი $\text{NaFe}[\text{Si}_2\text{O}_6]$;

სპოდუმენი $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$;

რომბული პიროქსენები (ორთოპიროქსენები)

ენსტატიტი $\text{Mg}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$;

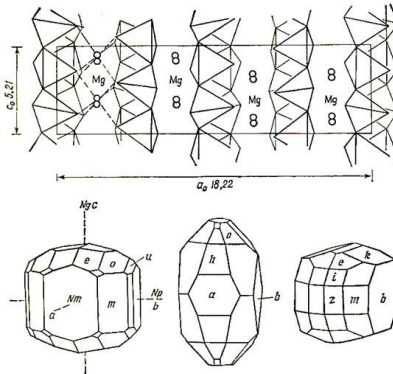
ჰიპერსტენი $(\text{Mg,Fe})_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$;

რომბული პიროქსენები (ორთოპიროქსენები)

რომბული პიროქსენები წარმოქმნიან უწყვეტ იზომორფულ რიგს ენსტატიტიდან ჰიპერსტენამდე. შუალედური შედგენილობის მინერალს ახასიათებს ბრინჯაოსებრი ელვარება, რის გამოც უწოდებენ ბრონიტს.

ენსტატიტი $\text{Mg}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$.

კრისტალებს აქვთ პრიზმული, იშვიათად ფორფიტოვანი იერი, ხშირად გვხვდება უსწორო ფორმის მარცვლების სახით (სურ. 86).



სურ. 86. ენსტატიტის სტრუქტურული სქემა და კრისტალის ფორმა

ფერი ღია ნაცრისფერი, მომწვანო ან მოყვითალო-ნაცრისფერი. შეიცავს ცოტა FeO -ს. **ელვარება** მინისებრი. **ტენეადობა** საშუალო. **სიმკვრივე** 5,5. **სიმკვრივე** 3,1-3,3.

დიაგნოსტიკა. მიკროსკოპის საშუალებით.

წარმოშობა. მაგმური ქანების ტიპური მინერალი, კერძოდ გვხვდება ფუქე და ულტრაფუქე ქანების შემადგენლობაში, ეფუზიურ ქანებში.

ჰიპერსტენი $(\text{Fe, Mg})_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$. მუქი ყავისფერი, მუქ-შავამდე,

მოყავისფრო მწვანე. შეიცავს 15%-ზე მეტ FeO -ს.

როგორც ჩანს რკინის შემცველობის მატებით ფერიც უფრო მუქდება ენსტატიტიდან ჰიპერსტენისაკენ. ასევე იცვლება **სიმკვრივე** (3,1-3,2 ენსტ. 3,4-3,5 ჰიპერსტ.) და სხვა თვისებები. **სიმკვრივე** 5,5-6. **ელვარება** მინისებრი, ნახევრად მეტალისებრი.

წარმოშობა. მაგმური. თანამგზავრება ოლივინი, სერპენტინი, მაგნეტიტი, ფუქე პლაგიოკლასები. პიდროთერმული ხსნარების ზემოქმედებისას აღვილად იცვლება და გადადის სერპენტინში (ბასტიტი) და ტალკში. გვხვდება იან კრისტალურ ფიქლებში, გნეისებში, ასევე მეტეორიტებში.

მონოკლინური პიროქსენები (კლინოპიროქსენები)

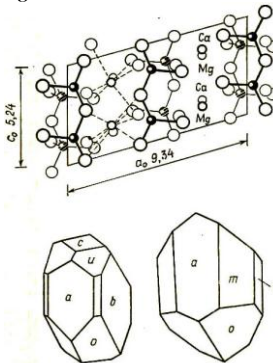
აქ შეიძლება გამოვყოთ: 1) პიროქსენები, რომლებიც არ შეიცავენ Al-ს (იზომორფული რიგი დიოპსიდი-ჰედენბერგიტი); 2) პიროქსენები, რომლებიც შეიცავენ Al-ს (ავგიტი); 3) ტუტე პიროქსენები (ევირინი, სპოდუმენი).

⊕ დიოპსიდი $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$.

დიოპსიდი ტიპური ორმაგი ნაერთია და იზომორფული რიგის $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6] \cdot \text{CaFe}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ (დიოპსიდ-ჰედენბერგიტი) განაპირა წევრს წარმოადგენს. შედგენილობით შუალედური მინერალური სახე სალიტის სახელწოდებას ატარებს.

დიოპსიდის ფერი ნაცრისფერი, მწვანე, ხანდახან უფერო.

სინგონია მონოკლინური. **ელვარება** მინისებრი. **ტექნადობა** საშუალო {110}-ის მიმართ 87° და 93° კუთხით. **სიმაგრე** 5,5-6; **სიმკვრივე** 3,27-3,55. კრისტალებს აქვთ მოკლე პრიზმული იერი. ზოგჯერ დიდი ზომისაა 40სმ. დიოპსიდისათვის დამახასიათებელია დრუხები. ჰედენბერგიტისათვის – სხივოსნური აგრეგატები (სურ. 87).



სურ. 87. დიოპსიდის სტრუქტურა და კრისტალის ფორმები

სახესხვაობები. **ბაკალიტი** – დიოპსიდის დიდი კრისტალები, ხანდახან გამჭვირვალე, მწვანე. **ლავროვიტი** – ღია მწვანე დიოპსიდი. დოვირენის მასივსა და ჩრდილოეთ იმეერბაიკალეთში ცნობილია ცისფერი დიოპსიდი – **ქრომდიოპსიდი**, რომელიც 3%-მდე შეიცავს Cr_2O_3 -ს. გვხვდება იაკუტის კომბერლიტებსა და ულტრაფუქე ქანებში. **მანგანჰედენბერგიტი** – 7%-მდე შეიცავს MnO -ს.

სალიტი $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe})[\text{Si}_2\text{O}_6]$. **ფერი** მწვანე სხვადასხვა ელფერის.

⊖ ჰედენბერგიტი $\text{CaFe}[\text{Si}_2\text{O}_6]$. **ფერი** მუქი მწვანე შავამდე.

დიაგნოსტიკა. მოკლეპრიზმული ფორმით, ტექნადობის მიმართულებებს შორის 87° და 93° კუთხით და მწვანე ფერით (შავამდე – ავგიტი).

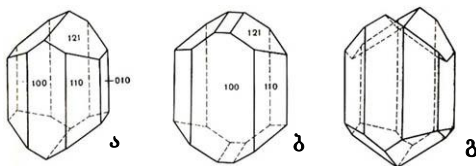
წარმოშობა. დიოპსიდი, როგორც მაგმური მინერალი, ფართოდაა გავრცელებული ფუქე და ულტრაფუქე ქანებში (პიროქსენიტებში,

პერიდოტიტებში, გაბროში, დოლერიტებში და სხვა). დიოპსიდის იზომორფული რივის მინერალი – ჰედენბურგი დამახასიათებელია მაგმური ქანების კონტაქტში კირქვებთან (სკარნი). მათი თანამგზავრებია კალციტი, გრანატი, ვეზუვიანი, ტრემოლიტი, სკაპოლიტი, ფლოგოპიტი, (დიოპსიდისათვის), ეპიდოტი, ვოლასტონიტი. დიოპსიდი გვხვდება მეტამორფული წარმოშობისაც. კარგად განვითარებული კრისტალების სახით გვხვდება ქლორიტთან ფიქლებში გრანატთან, კლინოქლორთან და სხვ. – ერთად

საბადოები. სკარნული საბადო შუა აზიაში, ურალში, ჩრდილოეთ კავკასიაში, იმიერბაიკალეთში და ა.შ.

ავგიტი (Ca, Na) (Mg, Fe²⁺, Fe³⁺, Al) [(Si, Al)₂O₆]. ზოგჯერ შეიცავს Mn-ს, Ti-ს, Cr-ს.

კრისტალები მოკლე პრიზმული ფორფიტოვანი (სურ. 88). აგრეგატები მარცვლოვანი.



სურ. 88. ავგიტის კრისტალები და მრჩობლი

ფერი შავი, მუქი-მწვანე. **ელვარება** მინისებრი. **ტკეწვადობა** საშუალო {110}-ის მიმართ 87°-იანი კუთხით. **სიმკვრივე** 5-6,5. **სიმკვრივე** 3,2-3,6.

სახესხვაობები. დიალაგი (ფურცლისებრი ავგიტი) – ავგიტის სახესხვაობა, განირჩევა სრული განწვევებით {100}. ჩვეულებრივი ავგიტი მუქი მწვანე შეფერილობის, ბაზალტური ავგიტი შავი ფერის (შეიცავს Ti და Mn).

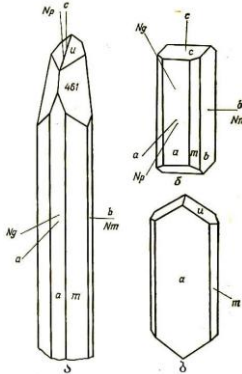
წარმოშობა. მაგმური – დამახასიათებელი ქანწარმომქმნელი მინერალი ძირითად ინტრუზიულ და ეფუზიურ ქანებში. გაბროსა და დიაბაზებში გვხვდება მუქი მწვანე ავგიტი. ბაზალტებში, ანდეზიტებში, ტუფებში, ვულკანურ ფერფლში – კარგად გამოკვეთილი შავი ფერის ავგიტის კრისტალები.

ცნობილია ასევე კირქვებისა და მაგმური ქანების კონტაქტში.

ავგიტის მეორადი შეცვლის პროდუქტია ურალიტი და ქლორიტი.

ავგირინი NaFe³⁺ [Si₂O₆].

გრძელი პრიზმული, ბოძისებრი კრისტალები, ხანდახან ნემსისებრი (სურ. 89); აგრეგატები სხივოსნური.



სურ. 89. ა. ეგირინის და ბ. ჟადეიტის კრისტალის ფორმები

ფერი მომწვანო შავი, მუქი მწვანე. **სახის ფერი** ღია მწვანე. **ელვარება** მინისებრი. **სიმაგრე** 6-6,5. **სიმკვრივე** 3,5.

სახესხვაობები. აკმიტი ეგირინისაგან განირჩევა მახვილკუთხა კრისტალებით. შეიცავს Ti-სა და Al-ს.

დიაგნოსტიკა. გამოირჩევა მოგრძო – პრიზმული მომწვანო შავი ფერის კრისტალებით. დამახასიათებელია ტუტე ქანებისათვის. გავს ტურმალინს და ჰედენბერგიტს, მათგან განსხვავდება პარაგენეზისით.

წარმოშობა. გვხვდება ტუტე მაგმურ ქანებში, არის ნეფელინიანი სიენიტების და მათთან დაკავშირებული ჰემატიტების შემადგენელი ნაწილი. თანამგზავრები – ნეფელინი, მიკროკლინი, ტუტე ამფიბოლები და ა.შ.

საბადოები. ეგირინის დიდი ზომის კრისტალები ცნობილია ურალის ალუბდის მთებში, ასევე ხიბინის მთების ტუტე ქანებში.

ჟადეიტი $\text{NaAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$.

სინგონია მონოკლინური. კრისტალები იშვიათია, უფრო ხშირია მკვრივი მარცვლოვანი აგრეგატები.

ფერი ვაშლივით-მწვანე, მომწვანო-ცისფერი და თეთრი ფერის. **ტკეზ-ვადობა** {110} პრიზმის გასწვრივ საშუალო. **მონატენი** უსწორო, ხიჭვოვანი. **სიმაგრე** 6,5-7. **სიმკვრივე** 3,3-3,4.

გვხვდება ტუტე მეტამორფულ ქანებში. უფრო იშვიათად კონტაქტურ-მეტასომატურ წარმონაქმნებში.

სპოდუმენი $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$.

სინგონია მონოკლინური. კრისტალებს აქვთ პრიზმული, ზოგჯერ წავრძელებული ფირფიტისებრიერი, გვხვდება დიდი კრისტალების სახით. გვხვდება, აგრეთვე, ფირფიტოვანი, ჩხირისებრი და მკვრივი ფარულ-კრისტალური აგრეგატები.

ფერი თეთრი, ნაცრისფერი, მომწვანო, იასამნისფერი (კუნციტი). **ელვარება** მინისებრი. **ტკეზვადობა** სრული. **სიმაგრე** 6-7. **სიმკვრივე** 3,2. გავს მინდვრის შპატს, რომლისგანაც განირჩევა უფრო ფართო კრისტალებით,

მონატეხით და პარაგენეზისით.

დიაგნოსტიკა. გამოირჩევა სრული ტექნადობითა და ხორკლიანი მონატეხით.

წარმოშობა. პეგმატიტური, პარაგენეზისი: კვარცი, მინდვრის შპატი, მუსკოვიტი, ლეპიდოლითი, პოლიქრომული და ვარდისფერი ტურმალინი, ბივრილი, კასიტერიტი, ტანტალიტი.

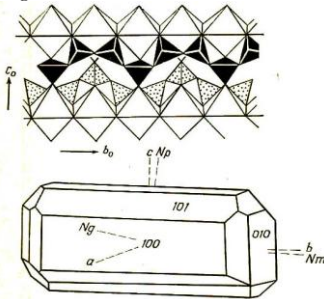
საბადოები. შუა აზიაში; ყაზახეთში; აღმოსავლეთ ციმბირში; აშშ; მადაგასკარზე; ავღანეთში.

გამოყენება. ლითიუმის უმნიშვნელოვანესი მადანი.

პიროქსენოიდები

○ **ვოლასტონიტი (ფიცრული შპატი) $\text{Ca}[\text{Si}_3\text{O}_9]$.**

სინგონია ტრიკლინური. ფირფიტოვანი კრისტალები სრული ტექნადობით ერთი მიმართულებით; რადიალურ-სხივოსნური, ჩხირი-სებრი ან ბოჭკოვანი აგრეგატები (სურ. 90);



სურ. 90. ვოლასტონიტის სტრუქტურა და კრისტალის ფორმა

ფერი თეთრი. **ელვარება** მინისებრი. **სიმაგრე** 5. **სიმკვრივე** 2,9.

დიაგნოსტიკა. ფერით, ელვარებით. იშლება HCl -ში და გამოყოფს სილიციუმს (არ წარმოქმნის გელს).

წარმოშობა. გვხვდება მუავე მაგმური ქანების კონტაქტში კირქვებთან, გამარმარილოებულ კირქვებში ან მაგმურ ქანებში ჩართულ გადაკრისტალებული კირქვების ქსენოლითებში. ძალიან ჰვავს ტრემოლიტს.

მინერალი ცნობილია ურალსა და შუა აზიის სკარნულ საბადოებში.

○ **ტროლიტი $\text{Mn}_5[\text{Si}_5\text{O}_{15}]$.**

სინგონია ტრიკლინური. კრისტალებს აქვთ ფირფიტოვანი, იზომეტრიული და იშვიათად პრიზმული იერი, ხოლო აგრეგატები უმთავრესად მთლიანი და მარცვლოვანია.

ფერი ვარდისფერი, მონაცრისფრო-ვარდისფერი. **ელვარება** მინისებრი. **ტექნადობა** $\{110\}$ -ის მიმართ სრული. **სიმაგრე** 6. **სიმკვრივე** 3,6.

დიაგნოსტიკა. ადვილად გამოიცნობა ვარდისფერი ფერით. დამახასიათებელია შავი ლაქების არსებობა (მანგანუმის ჰიდროქსიდები).

წარმოშობა. 1. კონტაქტური; 2. მეტამორფული – მანგანუმის დანალექი საბადოების მეტამორფიზმის დროს. თანამგზავრებია – პსილომელანი, გრანატი.

გამოყენება. წარმოადგენს სანახელავო ქვას. გამოიყენება მანგანუმის მისაღებად.

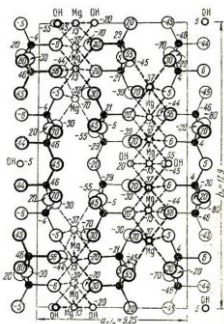
ორმაგ ანიონური ძეწკებიანი სილიკატები.
ბაფთისებრი სილიკატები

ბაფთისებრ სილიკატებს მიეკუთვნება ფერადი მინერალების დიდი ჯგუფი – ამფიბოლები. მათი შედგენილობა და სტრუქტურა უფრო რთულია, ვიდრე პიროქსენების. მათგან განსხვავებით ამფიბოლებს უფრო წავრძელებული პრიზმული ფორმები აქვთ. ტკეწვადობა უფრო სრულყოფილი {110} პრიზმის მიმართ 124°-იანი კუთხით, {010}-ის მიმართ არასრული. ამფიბოლები შეიცავენ წყალს ჰიდროქსილური ფორმით $[OH]^-$, იშვიათად F-ს და Cl-ს. ამფიბოლები სტრუქტურულად იყოფიან მონოკლინურად და რომბულად.

რომბული ამფიბოლები

ანტოფილიტი $(Mg, Fe)_7[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$.

სინგონია რომბული. კრისტალებს პრიზმული იერი აქვთ, მაგრამ ხშირად მთლიან მასებში, სხვიოსნური, ჩხირისებრი ან ბოჭკოვანი აგრეგატები აქვთ (სურ. 91).



სურ. 91. ანტოფილიტის სტრუქტურა

ფერი მურა ან მოყვითალო-ნაცრისფერი, მურა მწვანე. **ელვარება** მინისებრი. **ტკეწვადობა** პრიზმის წახნაგების სწვრივად. **სიმაგრე** 5,5-6. **სიმკვრივე** 2,8-3,2.

წარმოშობა. მეტამორფული, გვხვდება კრისტალურ ფიქლებში. **მონოკლინური ამფიბოლები**

ტრემოლიტი $Ca_2Mg_5[Si_4O_{11}]_2[OH]_2$.

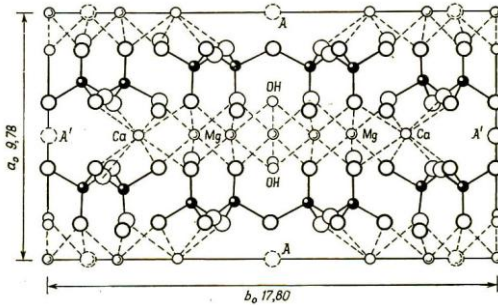
აქტინოლიტი $Ca_2(Mg, Fe)_5[Si_4O_{11}]_2[OH]_2$.

რქატყუარა $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_4(\text{Al}, \text{Fe})(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{11}]_2[\text{OH}]_2$.

გლაუკოფანი $\text{Na}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_3 \text{Al}_2 [\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2[\text{OH}, \text{F}]_2$.

ტრემოლიტი $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2[\text{OH}]_2$.

სინგონია მონოკლინური (სურ. 92). ახასიათებს გრძელპრიზმული, ნემსისებრი, ზოგჯერ ბეწვისებრი, C ღერძის გასწვრივ წაგრძელებული კრისტალები; უფრო ხშირად გვხვდება წვრილსხივოსნური, ჩხირისებრი ან ბოჭკოვანი აგრეგატები. უფრო იშვიათია მკვრივი ფარულკრისტალური ხიჭკოვანი მონატეხის მქონე ღია ფერის მასები, რომელსაც ნეფრიტი ეწოდება.



სურ. 92. ტრემოლიტის სტრუქტურა

ფერი თეთრი, ღია ნაცრისფერი, ღია მწვანე. **ელვარება** მინისებრი. **სიმაგრე** 5,5-6. **სიმკვრივე** 2,9-3,0. **ტკეწვალობა** პრიზმის სწვრივად სრული.

დიაგნოსტიკა. დამახასიათებელია ნემსისებრი გრძელი კრისტალები, მინისებრი ელვარება, თეთრი ფერი, სიფხვიერე. ხანდახან ძალიან გავს ვოლასტონიტს, აქტინოლითისაგან განირჩევა ღია შეფერილობით.

წარმოშობა. მაგმური, სკარნული – კირქვებთან კონტაქტში, მეტამორფული – კრისტალურ ფიქლებში. თანამგზავრებია: დიოპსიდი, კალციტი, დოლომიტი, ტალკი.

⊕ აქტინოლითი (სივისებრი ქვა) $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2[\text{OH}]_2$. ბერძნულად „აქტის“-სხივი და „ლითოს“-ქვა.

ფიზიკური, ოპტიკური და სხვა თვისებები იცვლება ტრემოლიტიდან აქტინოლითისაკენ (რკინის შემცველობის მიხედვით). კრისტალები ისეთივეა, როგორც ტრემოლიტის. დამახასიათებელია სივისებრი აგრეგატები.

ფერი მწვანე. **ელვარება** მინისებრი აბრეშუმისებრამდე. **სიმაგრე** 5,5-6. **სიმკვრივე** 3,3-მდე. **ტკეწვალობა** პრიზმის სწვრივად სრული.

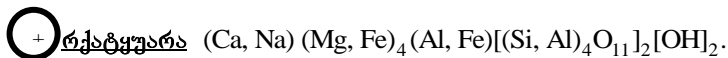
სახესხვაობები: თხელი რბილი აგრეგატები ატარებენ აქტინოლით-აზბესტის სახელწოდებას. მჭიდრო ფარულკრისტალური მასები – ნეფრიტის სახელწოდებას. იშვიათად გვხვდება აზბესტისა და ნეფრიტის ტრემოლიტური სახესხვაობები.

წარმოშობა. ისეთივეა, როგორც ტრემოლიტის. გავრცელებულია განსაკუთრებით ტალკიან და ქლორიტიან ფიქლებში. ნეფრიტი წარმოიქმნება

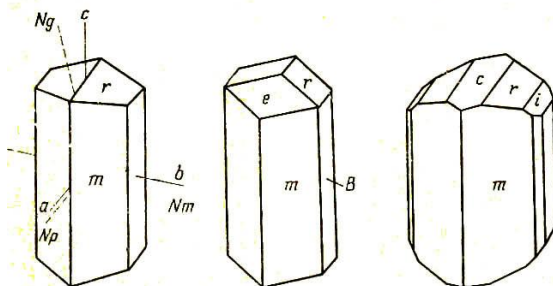
მეტასომატურად სერპენტინებისა და ალუმოსილიკატების კონტაქტის შედეგად.

საბადოები. ჩინეთში (ხოტანის მახლობლად); აღმოსავლეთ საიანში; კიტოს და ბირმის მდინარის მახლობლად.

გამოყენება. ნეფრიტი კარგად პრიალდება და წარმოადგენს სანახელოვო ქვას.



ძირითადად პრიზმული, წაგრძელებული კრისტალები აქვს (სურ. 93). ფერი ღია მწვანე-შავამდე, მწვანე სხვადასხვა შეფერილობის. ელვარება მინისებრი. სიმკვრე 5,5-6. სიმკვრივე 3,0-3,5. ტკეზადობა პრიზმის სწვრივად სრული.

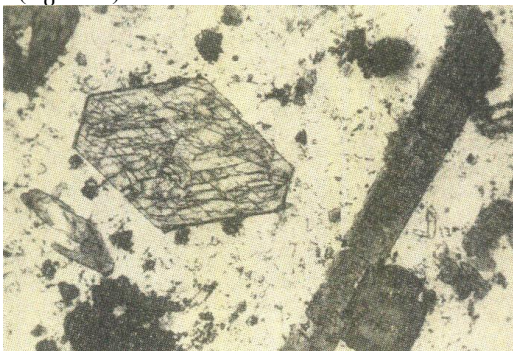


სურ. 93. რქატყუარის კრისტალის ფორმები

რქატყუარა ფართოდ გავრცელებული მინერალია.

სახესხვაობები. ჩვეულებრივ რქატყუარა მუქი მწვანეა, გვხვდება ინტრუზიულ, მეტამორფულ და კონტაქტურ წარმონაქმნებში. ბაზალტური რქატყუარა მუქი მწვანე ან შავი – ბაზალტებში, ტუფებში. ტუტე ქანებში გვხვდება რქატყუარა შავი ან ღურჯი ფერის. მეორადი რქატყუარა, რომელიც ყალიბდება პიროქსენების, განსაკუთრებით ავგიტის შეცვლის შედეგად, ჰიდროთერმული ხსნარების ზეგავლენით, ატარებს ურალიტის სახელწოდებას. ამ პროცესს ურალიტიზაცია ეწოდება.

დიაგნოსტიკა. პიროქსენებისაგან განსხვავდება კრისტალების ფორმით და ტკეზადობით (სურ. 94).



სურ. 94. რქატყუარის კრისტალის C ღერძის მართობული კვეთი

წარმოშობა. საშუალო და ტუტე ინტრუზიულ ქანებში (დიორიტებში) რქატყუარას მაგმური წარმოშობა აქვს.

იგი ქანწარმოქმნელი მინერალია მეტამორფულ ქანებშიც – კრისტალურ ფიქლებსა, გნეისებსა და ამფიბოლიტებში. იშვიათად გვხვდება კონტაქტურ წარმონაქმნებში.

⊖ **გალაუკოფანი** $\text{Na}_2(\text{Mg, Fe})_3 \text{Al}_2 [\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2[\text{OH, F}]_2$.

სინგონია მონოკლინური, იშვიათად ახასიათებს პრიზმული კრისტალები, ხშირად წაგრძელებული მარცვლები, სვეტოვანი, სხივოსნური და ბოტკოვანი აგრეგატები.

ფერი მონაცრისფრო, ლურჯი, ღია ლურჯი ან მოცისფრო, შავი. **ელვარება** მინისებრი. **ტკეზვადობა** {110}. **სიმკვრივე** 6,0-6,5. **სიმკვრივე** 3,1-3,2.

წარმოშობა. ძირითადად მეტამორფული. გავრცელებულია თიხა-ფიქლებში და ფიქლებში. პარაგენეზისი: ალბიტი, ქლორიტი, ეპიდოტი, კვარცი, ქარსები.

სილიკატები კრისტალურ სტრუქტურებში SiO_4 -ის ტეტრაედრების უწყვეტი შრეებით ან ორგანზომილებიანი

აქ განვიხილავთ ფურცლოვანი (შრეებრივი) სტრუქტურის მქონე სილიკატებს, რომლებიც ხასიათდებიან ჰექსაგონური ან ფსევდოჰექსაგონური აღნაგობის შრეებრივი კრისტალური მესრით. მათთვის დამახასიათებელია ჰიდროქსილი OH, არაიშვიათად F-თან ერთად. კათიონები წარმოდგენილია Mg-ით, Al-ით, Fe-ით, ზოგჯერ Li, Cr, Mn, ხოლო კომპლექსიონები SiO_4 -ის AlO_4 -ის ტეტრაედრებით. იზომორფულ ჩანაცვლების შემთხვევაში შედიან დიდი რადიუსის მქონე კათიონები Na, K და Ca. სილიციუმჩანაგებადოვანი ტეტრაედრების კომპლექსანიონის ფორმულაა $[\text{Si}_2\text{O}_5]$ და ამასთან ზოგიერთ მინერალში $[(\text{SiAl})_2\text{O}_5]$.

ამ ჯგუფის მინერალებისათვის განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს იზომორფული ჩანაცვლებების საკითხები.

ტალკ-პიროფილიტის ჯგუფი.

ეს ჯგუფი წარმოდგენილია ფიზიკური თვისებებით ფრიად იდენტური ორი მინერალით, რომლებიც იზომორფული რიგის განაპირა წევრებს წარმოადგენენ. იზომორფული ჩანაცვლება Mg^{2+} -ის Fe^{2+} -ით და Al^{3+} -ის Fe^{3+} -ით. ამ მინერალების ფიზიკური თვისებების მსგავსება იმდენად დიდია, რომ ხშირად გარეგანი თვისებებით მათი გარჩევა შეუძლებელია.

⊕ **ტალკი** $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$.

სინონიმები: სტეატიტი, ჟიროვიკი, ტალკის ქვა.

სინგონია მონოკლინური. ქმნის ფენებრივ მასებს. ფურცლები ელასტიურია, მაგრამ არ არის გამძლე. **ფერი** მწვანე, ღია მწვანე, თეთრი და მონაცრისფრო-მწვანე. **ელვარება** სადაფისებრი. **ტკეზვადობა** {001}. **სიმაგრე** 1. **სიმკვრივე** 2,8.

დიაგნოსტიკა. აქვს ქარსისებრი სახე, სრული ტკეზვადობა, მწვანე ფერი. ტალკი ადვილად გამოიცნობა დაბალი სიმაგრით და ხელის მოკიდებისას ცხიმოვანი ზედაპირით.

წარმოშობა. მაგნიუმით მდიდარი ულტრაფუქე ქანების პიდროტერმული შეცვლის შედეგად, წარმოადგენს ოლიგინისა და რომბული პიროქსენის დაშლის პროდუქტს.

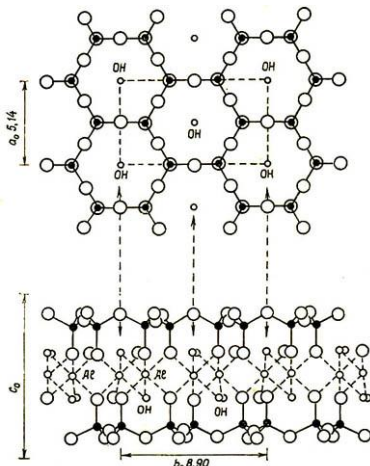
საბადოები. ურალზე (შაბროვის და ა.შ.), აღმოსავლეთ საიანში (ონოტის), ჩინეთში, კანადაში, ავსტრიაში, სამხრეთ აფრიკაში. საქართველოში ჩორჩანას საბადო.

გამოყენება. წმინდად დაფუქელი სახით ტალკი გამოიყენება ქაღალდის, რეზინის და ტყავის წარმოებაში. მაღალხარისხოვან ტალკს იყენებენ პარფიუმერიაში (პუდრის, საცხების და პასტის დასამზადებლად). ტალკის ქვა გამოიყენება ცეცხლგამძლე მასალის დასამზადებლად.

გამოიყენება ცეცხლმრდი და სინათლისადმი გამძლე საღებავების დასამზადებლად, ცხიმის ლაქების გამოსაყვანად.

პიროფილიტი $Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2$.

სინგონია მონოკლინური (სურ. 95). ჩეულებრივ გაფრცელებულია ფირფიტოვან-სხივოსნური, აგრეგატების ან ფარულქერცლისებრი მკვრივი მასების სახით. **ფერი** თეთრი, მოყვითალო ელფერით ან ღია მწვანე. ზოგჯერ ნახევრად გამჭვირვალეა. **ელვარება** მინის, გადაპკრავს სადაფისებრი, ზედაპირი ცხიმოვანი. **ტკეზვადობა** სრული {001}-ის სწერივად. **სიმაგრე** 1. **სიმკვრივე** 2,7-2,9.



სურ. 95. პიროფილიტის სტრუქტურა

დიაგნოსტიკა. დაბალი სიმაგრე, ღია შეფერილობა, ზედაპირი შეხებით

ცხიმოვანი.

წარმოშობა. გვხვდება ზოგიერთ ჰიდროთერმულ ძარღვეულ საბა-
ლოებში, როგორც დაბალტემპერატურული მინერალი კვარცთან, კარ-
ბონატებთან, ჰემატიტთან და სხვა. გავრცელებულია აგრეთვე თიხამიწით
მდიდარ ზოგიერთ მეტამორფულ ქანში. თანმდევი მინერალები: კვარცი,
კასიტერიტი.

გამოყენება. ქალაღის, კერამიკულ, სამშენებლო (ცეცხლგამძლე),
ელექტროტექნიკურ, რეზინის და მრეწველობის სხვა დარგებში.

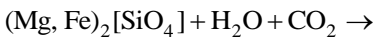
სერპენტინი $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$.

ზოგჯერ სერპენტინის აგრეგატებს ლაქიანი სურათის გამო „ზმევეიკს“
უწოდებენ, რაც მომდინარეობს ფერისაგან, რომელიც გველის ტყავს გავს.

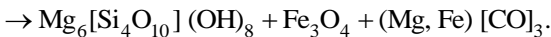
სინგონია მონოკლინური. ქმნის ფარულკრისტალურ მოყვითალო
მწვანე ან მუქი მწვანე ფერის მასებს. შეფერილობა ხანდახან ლაქებრივია.
ელვარება მინის, ცხიმოვანი. **ტექნოლოგია** აქვს მხოლოდ ფურცლოვანი
სახესხვაობას ანტიგორიტს. **სიმაგრე** 2,5-4. **სიმკვრივე** 2,5-2,7.

სახესხვაობები. გამჭვირვალე მოყვითალო მწვანე სერპენტინი,
ცვილისებრი ელვარებით ატარებს ოფიტის სახელწოდებას. ბასტიტი –
ენსტატიტის მიმართ სერპენტინის ფსევდომორფოზაა. ანტიგორიტი –
ფურცლოვანი სერპენტინი. რეკდინსკიტი და გარნიერიტი – სერპენტინის
ფარულკრისტალური ნაერთი სხვა შრეებრივ სილიკატებთან, ისინი შეიცავენ
11%-მდე Al_2O_3 -ს.

წარმოშობა. წარმოიქმნებიან ულტრაფუქე, განსაკუთრებით ოლივინის
შემცველი ქანების (დუნიტების, პერიოდიტებისა და სხვა) ჰიდროთერმული
ხსნარებით შეცვლის პროცესში. სერპენტინით ჩანაცვლებას უფრო ადვილად
განიცდის ოლივინი და ენსტატიტი, შემდეგ დიოპსიდი, რქატყუარა და სხვა.
ამ პროცესს ეწოდება სერპენტინიზაცია:



ოლივინი



სერპენტინი

სერპენტინის თანამგზავრებია აზბესტი, მაგნეზიტი, ქრომიტი, მაგ-
ნეტიტი, ტალკი და ა.შ.

საბადოები. სერპენტინული ქანები – სერპენტინიტები – შუა და სამ-
ხრეთ ურალზე, ჩრდ. კავკასიაში, ყაზახეთში და აღმოსავლეთ ციმბირში.

ქრიზოტილ-აზბესტი $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$.

ქრიზოტილ-აზბესტი არსებითად სერპენტინის წვრილ ბოჭკოვან სახეს-
ხვაობას წარმოადგენს. „ქრიზო“-ოქროს, „ტილოს“-ბოჭკოს ნიშნავს. იგი გვხ-
ვდება სერპენტინიტებში.

ფერი ღია მწვანე, ხანდახან ოქროსფერი. **ელვარება** აბრეშუმისებრი.
სიმაგრე 2-3. **სიმკვრივე** 2,2. ბოჭკოების სიგრძე მილიმეტრიდან 10-16სმ-მდეა.
ბოჭკოები რბილი, ელასტიურია.

დიაგნოსტიკა. ადვილად გამოიცნობა პარალელურბოჭკოვანი აგრე-
გატებით, ოქროსფერი ფერით, აბრეშუმისებრი ელვარებით.

წარმოშობა. სერპენტინის ანალოგიური.

საბადოები. სვერდლოვსკის ჩრდილო-აღმოსავლეთით; ლაბინსკი ჩრდილო კავკასიაში; საიანში; კანადაში; სამხრეთ აფრიკის საბადოები.

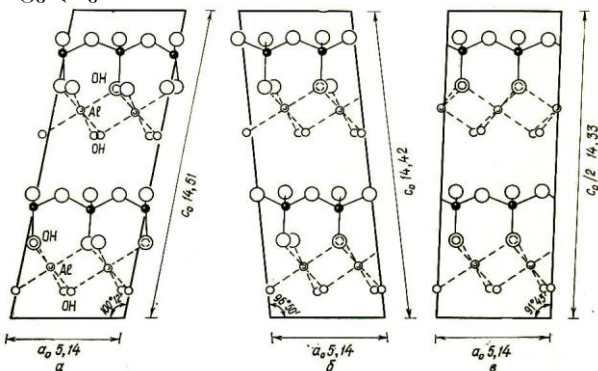
გამოყენება. ცეცხლგამძლე მასალის, სითბოიზოლაციის, ავტომობილის სამუხრუჭე ხუნდების დასამზადებლად. ქაღალდის და რეზინის წარმოებაში.

თიხა – მინერალების ჯგუფი

კალინიტი $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$.

ჩინურად „კაუ-ლინგ“ – მალალი მთა-ადგილი სადაც პირველად აღწერეს.

სინგონია მონოკლინური (სურ. 96). კრისტალები იშვიათია და მასთან წერილდისპერსული და მცირეზომის აგრეგატები – ფხვიერი, ქერცლოვანი და წმინდამარცვლოვანია.



სურ. 96. თიხა მინერალების სტრუქტურა

ფერი უფერო, თეთრი, მაგრამ მინარევების გამო მოყვითალო, მოწითალო, მურა. **სიმაგრე** 1. **სიმკვრივე** 2,6. **ვლვარება** მქრქალი და სადაფისებრი. ხელის შეხებით ცხიმოვანი. ჰიგროსკოპულია, მშრალ მდგომარეობაში ენაზე ეწყება. აქვს თიხის სუნი. სველი წარმოქმნის პლასტიკურ მასას. **ტკეზადობა** (001)-ის სწვრივად.

წარმოშობა. მინდვრის შპატების, ქარსების და ალუმოსილიკატების დაშლის შედეგად. თანმდევი მინერალები: კვარცი, ქარსი.

საბადოები. უკრაინაში – ჩასოვ-იარსკოვ; ურალის აღმოსავლეთით; ცნობილია ლენინგრადის მახლობლად; საქართველოში (გუმბრინი); აღმოსავლეთ ციმბირში.

გამოყენება. სამშენებლო საქმეში, კერამიკაში, ქაღალდის მისადებლად, ლინოლეუმის, საღებავის, ჭაბურღილების ბურღვის საქმეში.

შემადგენლობით კალინიტთან ახლოსაა:

ჰალაუაზიტი $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8 \cdot 4H_2O$;

მონტმორილონიტი $(Al_2Mg_3) \cdot [Si_4O_{10}](OH_2) \cdot nH_2O$;

ნონტრონიტი $(\text{Fe, Al}_2)[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

სახელი მიეცა ადგილ მონტმორილონე-დან (საფრანგეთი).

სინგონია მონოკლინური. თიხისებური მასები, წყალში იჯირჯეება.

ფერი მონაცრისფრო თეთრი, მოყავისფრო, მოყვითალო; გაუმჟვინრვალე. **ხაზის ფერი** ჩალისებრ-ყვითელი ან მომწვანო ყვითელი. **ელვარება** მქრქალი, შეხებით ცხიმოვანია. **სიმაგრე** 1-2. **სიმკვრივე** 1.7-2.7. **ტკეწვალბა** ფრიან კარგი (001)-ის სწვრივად.

წარმოშობა ეულკანურ ტუფებში, გამოფიტვის ზონაში.

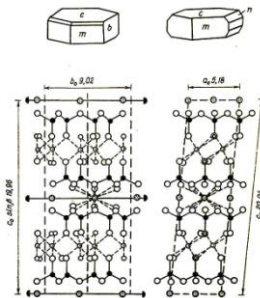
მონტმორილონიტი და მისი ანალოგი მინერალები შეადგენენ ბენტონიტურ თიხებს, რომელთაც დიდი ადსორბციის უნარი აქვთ და ნავთობის პროდუქტების გასაწმენდად იყენებენ. საქართველოში ასეთი თიხების საბადოებია სოფ. გუმბრში (ქუთაისის მახლობლად) და მახარაძის რაიონში სოფ. ასკანაში.

ქარსების ჯგუფი

ქარსების ჯგუფის მინერალების ქიმიური შედგენილობა მნიშვნელოვნად ცვალებადობს. მათ ფართო იზომორფიზმი ახასიათებთ. ეს მინერალები ალუმოსილიკატებს წარმოადგენენ. მათი კომპლექსანიონია $[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$. მიუხედავად ქიმიურ შედგენილობაში დიდი განსხვავებისა ქარსების ფიზიკური თვისებები ბევრ რამეში მსგავსია, რადგანაც მათი კრისტალური სტრუქტურები ერთ ტიპს ეკუთვნიან.

ქარსებს მიეკუთვნება მნიშვნელოვანი ქანმაშენი მინერალების დიდი ჯგუფი. მათ აქვთ თხელფურცლოვანი, ფირფიტოვანი აგებულება და იდეალური **ტკეწვალბა** {001}-ს სწვრივად.

სინგონია მონოკლინური (სურ. 97). კრისტალების ზომები სხვადასხვაა: მიკროსკოპულიდან რამდენიმე კვადრატული მეტრის ფირფიტებამდე.



სურ. 97. ქარსების სტრუქტურა და კრისტალის ფორმები

ქარსების ფურცლები გამძლეა. ზოგი მათგანი ღამით ანათებს. თუ შეხედავთ ნათელ სხეულს ქარსის თხელი ფირფიტებიდან, შეიძლება დავინახოთ ექვსი ან თორმეტსახივიანი ვარსკვლავი. **სიმაგრე** 2. **სიმკვრივე** 3,2-მდე. ურკინო ქარსები ხასიათდებიან დიელექტრული თვისებებით და ცეცხლგამძლეობით. ქარსებზე მოდის მიწის ქერქის ყველა მინერალის 3,7%. მათი მთავარი მასა გვხვდება მეტამორფულ (კრისტალურ ფიქლებში) და ინტრუზიულ ქანების შემადგენლობაში.

დიდი ფურცლების სახით ქარსები გვხვდებიან პეგმატიტებში, არა იშვიათად ვოლფრამის, მოლიბდენის და სხვა მინერალების მაღალ და საშუალოტემპერატურულ ჰიდროთერმალურ საბადოებში.

⊕ მუსკოვიტი $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH, F)_2$.

სინგონია მონოკლინური. დამახასიათებელია ფსევდოჰექსაგონური ან რომბული კვთის ფირფიტები ან ქერცლები. ზოგჯერ გვხვდება სვეტოვან-პირამიდული ჰაბიტუსის ინდივიდები. მუსკოვიტი ზოგჯერ გვხვდება ფურცლოვანი-მარცვლების ან ქერცლოვანი მასების სახით.

ფერი უფერო ან მოყვითალო, ღია ყავისფერი, ან მომწვანო, ან მოწითალო შეფერილობის. **ელვარება** მინის, ტკეწვადობის სიბრტყეზე სადაფისებრი. **სიმაგრე** 2-3. ფურცლები ელასტიური და დრეკადია. **ტკეწვადობა** სრული-იდეალური {001}-ის სწვრივად. **სიმკვრივე** 2,7-3,1. კარგ თბო და ელექტროზოლატორს წარმოადგენს.

სახესხვაობები. **სერიციტი** – წვრილქერცლოვანი ან ფარულკრისტალური ღია ფერის მუსკოვიტი, რომელიც წარმოადგენს ალუმოსილიკატების დაშლის პროდუქტს. **ფუქსიტი** – მუსკოვიტის ქრომის შემცველი სახესხვაობა ღია მწვანე ფერის.

დიაგნოსტიკა. ტკეწვადობით და ფერით.

წარმოშობა. მაგმური – გრანიტოიდულ ქანებში; მეტამორფული – კრისტალურ ფიქლებში. შედარებით ხშირად მუსკოვიტი გვხვდება გრანიტული პეგმატიტების ძარღვებში სამრეწველო მნიშვნელობის მქონე დიდი კრისტალების სახით.

ჰიდროთერმულ მადნეულ საბადოებში ფართოდაა გავრცელებული სერიციტიციზაციის პროცესი. გამოფიტვის პროცესის დროს მუსკოვიტი ქიმიურად შედარებით მდგრადია და ხშირად ქეიზრობებში გადადის.

საბადოები. ირკუტსკის ჩრდილოეთ ნაწილში მდ. მამის და ჩუის აუზში; კარელიაში; აღმოსავლეთ ციმბირში; ინდოეთში და ბრაზილიაში. ძირულის გრანიტულ პეგმატიტებში.

გამოყენება. მრეწველობაში ქარსს იყენებენ ფურცლოვანი ქარსის, ქარსის ფხენილის და ქარსის სხვადასხვა ფაბრიკატების სახით, მათი მაღალი ელექტროზოლაციური თვისებების გამო. მუსკოვიტის 90% მიდის ელექტროწარმოებაში, რადიოტექნიკასა და დანადგარმშენებლობაში, სადაც გამოიყენება დიელექტრიკული თვისების გამო. დიდი ფირფიტები ჩაიდგმება მეტალურგიული და ქიმიური ქურების ფანჯრებში. უფრო ძვირფასი ფურცლიანი ქარსი უმთავრესად გამოიყენება ელექტრომრეწველობაში. ქარსის ფხენილი გამოიყენება ცეცხლგამძლე, საშენი მასალის, საწერი ქაღალდის, ცეცხლგამძლე საღებავების, ავტომანქანის რეზინის საღებავების, საცხები მასალების დასამზადებლად და სხვა.

⊖ ფლოტაპიტი $KMg_3[AlSi_3O_{10}](OH, F)_2$.

სინგონია მონოკლინური. კრისტალებს აქვთ ფირფიტოვანი, მოკვებ-რიზმული, ხშირია მრჩობლები, აგრეგატები ფურცლოვან-ფირფიტოვანი, ქერცლისებრი. **ფერი** ღია მოყვითალო, მურა ან მოწითალო მურა. **ელვარება** მინისებრი, სადაფისებრი. **ტკეწვადობა** სრული. **სიმაგრე** 2-3. **სიმკვრივე** 2,7-2,85. ხშირად გამჭვირვალეა.

დიაგნოსტიკა. ტექნადობით, ყავისფერი ფერით და პარაგენეზისით.

წარმოშობა. კონტაქტურ-მეტასომატური (სკარნული), გვხვდება პეგმატიტურ ძარღვებში.

სახადლეობი. ბაიკალზე; იაკუტიაში; კოლის ნახევარკუნძულზე; კანადაში; სამხრეთ აფრიკაში; ინდოეთში.

გამოყენება. იგივე რაც მუსკოვიტს.

⊕ **ბიოტიტი** $K(Fe, Mg)_3[AlSi_3O_{10}](OH, F)_2$.

სინგონია მონოკლინური. კრისტალებს აქვთ ფირფიტოვანი, ფსევდოჰექსაგონური, საკმაოდ ხშირად სვეტოვანი, პირამიდული ფორმა. ახასიათებს მრჩობლები. აგრეგატებს აქვთ მთლიან ფირფიტოვანი და ქერცლისებრი, მარცვლოვანი ფორმები.

ფერი შავი, მურა, ზოგჯერ ნარინჯისებრი, მოწითალო ან სხვა ელფერით. არაგამჭვირვალე ან ოდნავ გამჭვირვალე. **ელვარება** მინის, სადაფისებრი. **ტექნადობა** სრული {001}-ის სწვრივად. **სიმკვრე** 2-3. **სიმკვრივე** 3,02-3,12.

სახესხვაობა. ლეპიდომელანი – არ შეიცავს მაგნიუმს, შავი ფერის, დამახასიათებელია ტუტე ქანებისათვის (ურალზე).

დიაგნოსტიკა. შავი ფერით და ტექნადობით.

წარმოშობა. მაგმური; როგორც ქანმაშენი მინერალი ჩანაწინწკლების სახით ბიოტიტი მრავალ მაგმურ ქანში გვხვდება.

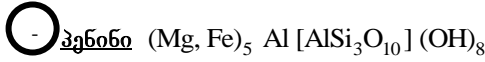
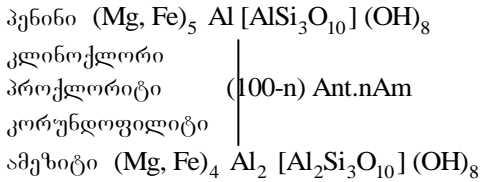
დიდი ზომის კრისტალების სახით ბიოტიტს პეგმატიტურ ძარღვებში გვხვდები. ჩანაწინწკლების სახით გვხვდება კონტაქტურ ზონების შემადგენლობაში. ჰიდროთერმულ მადნეულ ძარღვებში ბიოტიტი მეტად იშვიათად გვხვდება.

ფართოდ გავრცელებულია ზოგიერთ მეტამორფულ ქანში – კრისტალურ ფიქლებსა და გნეისებში.

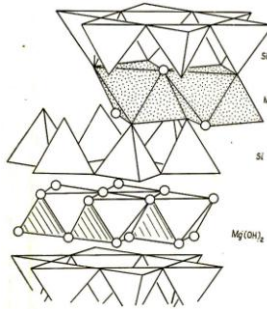
ქიმიური გამოფიტვის პროცესში – დაშლას განიცდის. გადადის ჯერ ჰიდრობიოტიტში, საბოლოო სტადიაზე კი რკინის ჰიდროქსიდებში და თიხოვან ნივთიერებებში.

პრაქტიკული მნიშვნელობა თითქმის არ აქვს.

⊕ **ქლორიტები** საკმაოდ რთული შედგენილობის მინერალებია, ბევრ რამეში ქარსებს გვავიხსნები, კრისტალებიან მონოკლინურ სინგონიაში (სურ. 98), აქვთ ქარსის მაგვარი ტექნადობა, დაბალი სიმკვრე, დაბალი სიმკვრივე. უმრავლესობისათვის დამახასიათებელია ბოთლისებრ-მწვანე ფერი. ისინი ქიმიურად წარმოადგენენ უმთავრესად Mg-ის, Fe-ის და Al-ის, ნაწილობრივ Ni-ის, Fe-ის, Cr-ის ალუმოსილიკატებს. შედგენილობის მიხედვით მათ ყოფენ მაგნიუმით მდიდარ სახესხვაობად ანუ **ორთოქლორიტებად** და რკინით მდიდარ სახესხვაობად – **ლეპტოქლორიტებად**. ორთოქლორიტები წარმოადგენენ ანტიგორიტის (Ant) $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$ და ამეზიტის (Am) $Mg_4Al_2[Al_2Si_2O_{10}](OH)_8$ იზომორფული ნარეუს, რომელთა შორისაც გამოყოფენ შემდეგ მინერალურ სახეებს:



სინგონია მონოკლინური. კრისტალებს ახასიათებთ ფსევდოპექსაგონურ-ფურცლოვანი, ფირფიტოვანი, ზოგჯერ სქელპრიზმული იერი. მრთობლები სშირია. აგრეგატები ქერცლოვანი, ფირფიტოვანი. ახასიათებს დრუზები.



სურ. 98. ქლორიტების სტრუქტურა

ფერი სხვადასხვა ელფერის ბოთლისებერ-მწვანე, მომწვანო შავამდე, ზოგჯერ იისფერი, უფრო იშვიათად ვერცხლისებერ-თეთრი. **ტკეზადობა** სრული {001}-ის სწვრივად. **სიმაგრე** 2-2,5, ფურცლები ელასტიურია. **სიმკვრივე** 2,6-2,85.

დიანოსტიკა. ფერით, სრული ტკეზადობით, დაბალი სიმაგრით.

წარმოშობა. უფრო მეტად გავრცელებულია მეტამორფულ ქანებში.

სილიკატები კრისტალურ სტრუქტურებში $(Si, Al)O_4$ -ის ტეტრაედრებისაგან შემდგარი უწყვეტი სამგანზომილებიანი კარკასებით

მრავალი სილიკატოვანი, რომელიც $(Si, Al)O_4$ -ის ანიონური ტეტრაედრების სამგანზომილებიანი კომპლექსანიონითაა წარმოდგენილი, ეკუთვნის ფართოდ გავრცელებული და მნიშვნელოვანი ქანმაშენი მინერალების რიცხვს.

ამ ქვეკლასის მინერალები თითქმის მხოლოდ ალუმოსილიკატებს წარმოადგენენ. ამავე დროს ჩანაცვლებული Al^{3+} -ის იონებით ჩანაცვლებული Si^{4+} -ის იონების რიცხვი ნახევარს არ აღემატება. როგორც წესი, დადგენილია სტექიომეტრული თანაფარდობა $Si:Al$, რომელიც ან 3:1 ან 1:1 ტოლია, ე.ი. კომპლექსური ანიონები უფრო ხშირად შემდეგ გამოსახულებებს

შეესაბამებიან: Si_3AlO_8 ან SiAlO_4 ; $(\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8)$.

ანიონურ რადიკალებში შეფარდება $(\text{Si} + \text{Al})\text{:O}$ მუდამ 1:2 შეადგენს. მაშასადამე, მოცემული ქვეკლასის მინერალები გაცილებით უფრო ახლოს დგანან SiO_2 -ის ჯგუფის მინერალებთან (კვარცთან, ტრიდიმიტთან, ქრისტობალიტთან) ვიდრე სხვა სილიკატები. SiO_4 -ის და AlO_4 -ის ტეტრაედრები, ისევე როგორც SiO_4 -ის ტეტრაედრები კვარცის ჯგუფის მინერალებში, ერთმანეთთან სამგანზომილებიანი კარკასებად („ჩონჩხებად“ „ხეულებად“) არიან შეკავშირებული, ე.ი. თითოეული ტეტრაედრის ყველა წვეროს საერთოს წარმოადგენს მეორე, მეზობელ ტეტრაედრისთვის, მაგრამ ამ პირობის დაცვის მიუხედავად სხვადასხვა ნაერთების სივრცობრივი კარკასების ფორმა და აღნაგობა სხვადასხვანაირია.

ფრიად დამახასიათებელია, რომ კათიონების რიცხვში მონაწილეობას ღებულობენ მხოლოდ დიდი რადიუსების და შესაბამისად დიდი კოორდინაციული რიცხვის მქონე იონები: Na^{1+} , Ca^{2+} , K^{1+} , Ba^{2+} , იშვიათად Cs^{1+} და Rb^{1+} . პატარა ზომის კათიონები მათთვის დამახასიათებელი ექვსმაგი კოორდინაციით: Mg^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} და სხვ., რომლებიც დამახასიათებელი იყვნენ ზემოსხენებული ქვეკლასებისთვის, განსახილველი ქვეკლასის ნაერთებში სრულებით არ მონაწილეობენ.

განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენენ მინერალები ეგრეთ წოდებული შეჭრის სტრუქტურებით, რომლებშიაც კარკასული აღნაგობის სამგანზომილებიანი ანიონების გარდა მონაწილეობენ ისეთი ანიონები, როგორც F^{1-} , Cl^{1-} , $[\text{OH}]^{1-}$, $[\text{SO}_4]^{2-}$, $[\text{CO}_3]^{2-}$ და სხვ. უკანასკნელებს

ტეტრაედრებში შემავალ Si^{4+} -თან ან Al^{3+} -თან უშუალო კავშირი არ აქვთ. ისინი დამოუკიდებლად არიან დაკავშირებული ტუტე ან ტუტეშია კათიონებთან : Na^{1+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} და სხვ.

კრისტალურ სტრუქტურებში სამგანზომილებიანი ანიონური რადიკალების მქონე მინერალების ფიზიკური თვისებები ზოგიერთი თავისებურებით ხასიათდებიან. უპირველესად ყოვლისა შესამჩნევია მათი ღია შეფერილობა.

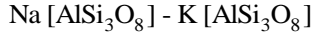
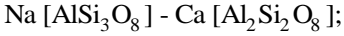
მოცემული ქვეკლასის მინერალების სიმაგრე ძირითადად 5 და 6-ს შორის მერყეობს. ე.ი. ნაკლებია მხოლოდ SiO_4 -ის იზოლირებული ტეტრაედრების მქონე სილიკატების სიმაგრეზე, რაც შეეხება ტექნადობას; აქ არაიშვიათად რამდენიმე მიმართულებით შესამჩნევ და სრულ ტექნადობასაც აქვს ადგილი.

განვიხილავთ კარკასული ანუ სამგანზომილებიანი სტრუქტურის ალუმოსილიკატებს შორის ოთხ ჯგუფს: ა) მინდვრის შპატები; ბ) ფელდშპთიდეები (შეიცავენ მინდვრის შპატებთან შედარებით ნაკლებ SiO_2 და მეტ ტუტეს); გ) სკაპოლითები; დ) ცეოლითები.

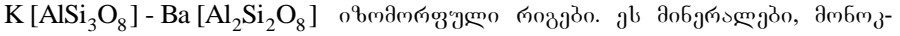
მინდვრის შპატების ჯგუფი

მინდვრის შპატები სილიკატებს შორის მიწის ქერქში ყველაზე უფრო მეტად გავრცელებული მინერალებია.

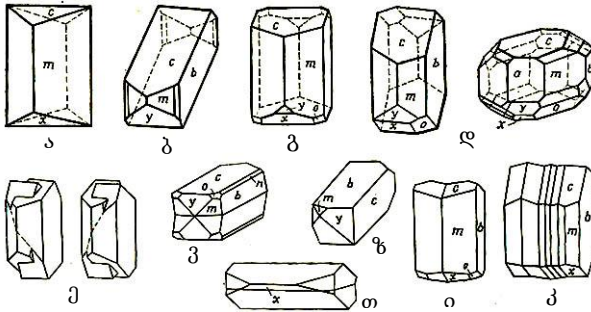
ამ ჯგუფის მინერალებისთვის დამახასიათებელ თავისებურებას წარმოადგენს იზომორფული, უმთავრესად ბინარული რიგების წარმოქმნა. მაგ.:



და



იზომორფული რიგები. ეს მინერალები, მონოკლინურ და ტრიკლინურ სინგონიებში კრისტალდებიან. ყველა ისინი დიდი სიმაგრით (6-6,5) ხასიათდებიან. აქვთ ორი მიმართულებით ტკეწვადობა თითქმის 90°-იანი კუთხით. სიმკვრივე შედარებით დაბალი აქვთ. დამახასიათებელია მრჩობლები (სურ.99).



სურ. 99. მინდვრის შპატების კრისტალის ფორმები

ა) ადულარი; ბ) ორთოკლაზი; გ) სანიდანი; დ) ანორტიტი; ე) კარსბადის მრჩობლები; ვ) მანებახის მრჩობლები; ზ) ბავენის მრჩობლი; თ) პერიკლაზის მრჩობლი; ი) ალბიტის მრჩობლი; კ) პოლისინთეტური მრჩობლი.

მინდვრის შპატები ქიმიური შედგენილობის მიხედვით იყოფიან ნატრიუმიან-კალციუმიან (პლაგიოკლაზები) და კალიუმიან (ორთოკლაზი და მიკროლინი), იშვიათად Ba-იანი (პიალოფანები) ჯგუფებად.

პლაგიოკლაზები წარმოადგენენ ალბიტისა $\text{Na} [\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ და ანორტიტის $\text{Ca} [\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ იზომორფულ რიგს. Na^+ და Si^{4+} ჩაინაცვლება Ca^{2+} -ით და Al^{3+} -ით. პლაგიოკლაზები კრისტალდებიან ტრიკლინურ სინგონიაში

პლაგიოკლაზებს დიდი მნიშვნელობა აქვთ პეტროგრაფიაში მაგმური ქანების კლასიფიკაციისათვის, რის გამოც ისინი კარგადაა შესწავლილი. ამ იზომორფული რიგის მინერალურ სახეობათა კლასიფიკაცია პირობითად მოცემულია შემდეგი სახით:

ალბიტი (Ab)Na [AlSi ₃ O ₈] ოლიგოკლაზი ანდეზინი ლაბრადორი ბიტოენიტი ანორთიტი (Ab)Ca[Al ₂ Si ₂ O ₈]	ანორთიტის მოლეკულის შემცველობა %. ალბიტი და (Ab + An) ანორთიტის იზომორფული ნაერთები	სიმკვრივე 0-10 2.62 10-30 30-50 50 70 90-100 2.76
--	---	---

⊕ პლაგიოკლაზები $(100-n) \text{Na [AlSi}_3\text{O}_8] + n\text{Ca[Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$, სადაც n 0-დან 100-მდე იცვლება. „პლაგიოკლაზი“ - ბერძნულად ნიშნავს – ირიბადობადს. სხვა მინდვრის შპატებთან შედარებით, რომლებსაც (001) და (010) ტექნადობის სიბრტყეებს შორის კუთხე 90° უდრის, ან ძალიან ახლოა ამ რიცხვთან, პლაგიოკლაზებში იგი ნაკლებია – 86°24' – 86°50'. „ალბიტი“ წარმოდგება ლათინური სიტყვიდან „ალბუს“, რაც ნიშნავს „თეთრს“. „ანორთოსი“ ბერძნულად – ირიბი (მხედველობაში მიღებულია კრისტალიზაცია ტრიკლინურ სინგონიაში).

ზოგჯერ მაგმური ქანების სისტემატიკის დროს ზოგადი მოსაზრებისთვის მოსახერხებელია პლაგიოკლაზების უხეში დაყოფა მათი შედგენილობის მიხედვით, სახელდობრ:

- მჟავე პლაგიოკლაზები № 0–30
- საშუალო „ № 30–60
- ფუქე „ № 60–100

აქ სახელწოდებები „მჟავე“, „საშუალო“, „ფუქე“ გამოყენებულია არა ჩვეულებრივი გაგებით: მათ ის აპირობებს, რომ SiO₂-ის („სილიციუმის მჟავის“) შემცველობა ალბიტიდან ანორთიტისაკენ თანდათან კლებულობს, ეს ნათლად ჩანს მოცემული იზომორფული რიგის განაპირა წევრთა ქიმიური ფორმულების შედარებიდან.

პლაგიოკლაზები ხასიათდებიან არასწორი მარცვლებით, ჩანაწინწკლები ქმნის მარცვლოვან აგრეგატებს, ხანდახან დრუზებს (ალბიტი). კარგად ჩამოყალიბებული კრისტალები იშვიათია, ხშირია ზონალური აგებულების (სურ.100). ახასიათებს რთული პოლისინთეტიური მრჩობლები. შემრჩობლების სიბრტყე {010}, ჯვარედინ ნიკოლებში კარგად გამოიკნობა. ერთ ინდივიდებს აქვთ მუქი ხაზების ფორმა, მეორეს – ღია.



სურ. 100. ზონალური პლაგიოკლაზი.

ფერი თეთრი, ნაცრისფერი. **ელვარება** მინისებრი. **ტექნადობა** სრული {001} და {010} მიმართულებით. **სიმაგრე** 6-6,5. **სიმკვრივე** ალბიტიდან (2,61) ანორთიტამდე (2,76) უწყვეტლივ მატულობს.

სახესხვაობები. რომლებმაც ზოგიერთ ოპტიკურ ეფექტებთან დაკავშირებით განსაკუთრებული სახელწოდება მიიღეს: 1) **მთვარის ქვა** – მჭავე პლაგიოკლაზი (უფრო ხშირად კალიუმ-ნატრიუმის მინდვრის შპატი), რომელსაც თავისებური ნაზი მოლურჯო ფერის ციმ-ციმი ახასიათებს და მთვარის შუქს გვაგონებს; 2) **ლაბრადორი** ეგრეთ წოდებული ლაბრადორის ქვის მთავარი მინერალი, რომელიც ფუქე ან საშუალო პლაგიოკლაზს წარმოადგენს, ხშირად ლამაზი ლურჯი და მწვანე ფერი აქვს.

დიაგნოსტიკა. პლაგიოკლაზები საკმაოდ დიდი კრისტალების და მარცვლების შემთხვევაში მის მსგავს კალიუმ-ნატრიუმის მინდვრის შპატებისაგან შეგვიძლია განვასხვავოთ მათი ტექნადობით ირიბი კუთხით, მაგრამ პლაგიოკლაზების რიგის შიგნით სხვადასხვა მინერალური სახეების ერთმანეთისაგან განსხვავება ვიზუალურად შეუძლებელია.

წარმოშობა. პლაგიოკლაზები წარმოადგენენ რა მინდვრის შპატების ჯგუფში ყველაზე უფრო გავრცელებულ მინერალებს, შედიან უმრავლესი მაგმური ქანების შედგენილობაში.

პეგმატიტებში, რომლებიც გენეტიკურად გრანიტებთან და საერთოდ ტუტე ინტრუზიულ ქანებთან არიან დაკავშირებული, პლაგიოკლაზებიდან უმთავრესად ალბიტი გვხვდება.

ფუქე პლაგიოკლაზები ცნობილია მხოლოდ ფუქე ინტრუზიული ქანების (ვაბრო) იშვიათ პეგმატიტებში.

რეგიონულ მეტამორფიზმის პროცესში კრისტალური ფიქლების და ეგრეთ წოდებული ალპური ტიპის ძარღვების წარმოშობის დროს უმთავრესად ვითარდება ალბიტი.

ალბიტი გამოიწნობა თეთრი ფერით და გამოყოფის ფორმით. იშვიათმეტალთა პეგმატიტებში ხშირია შაქრისებრი მარცვლოვანი ალბიტი და ფირფიტოვანი ალბიტი. მაგმურ ქანებში ალბიტს მიკროსკოპის გარეშე ვერ გავარჩევთ.

ორთოკლაზის (კალიუმ-ნატრიუმის მინდვრის შპატების) ქვეჯგუფი

ამ ჯგუფში შემაჯავლი კალიუმ-ნატრიუმის მინდვრის შპატები ტემპერატურასთან დაკავშირებით სხვადასხვა მოდიფიკაციებში კრისტალდება (მონოკლინურში და ტრიკლინურში).

ბუნებრივია, რომ ყოველივე ეს აპირობებს ამ ჯგუფის მინერალური სახეების შედგენილობის და სტრუქტურის გართულებას. მათი საერთო სისტემატიკა, არსებული მონაცემების შესაბამისად შეგვიძლია შემდეგი სახით წარმოვიდგინოთ.

მონოკლინური მადალტემპერატურული რიგი

სანიდინი $K[AlSi_3O_8]$ მონოკლინური სინგონია;

ნატრონსანიდინი $(K, Na)[AlSi_3O_8]$,, ..

მონოკლინური დაბალი ტემპერატურული რიგი

ორთოკლაზი $K[AlSi_3O_8]$ მონოკლინური სინგონია;

ნატრონორთოკლაზი $(Na, K)[AlSi_3O_8]$,, ..

ტრიკლინური რიგი

მიკროკლინი $K[AlSi_3O_8]$ ტრიკლინური სინგონია;

ანორთოკლაზი $(Na, K)[AlSi_3O_8]$,, ..

ამრიგად $K[AlSi_3O_8]$ ნაერთისთვის უპირველესად ყოველსა არსებობს ორი მონოკლინური მოდიფიკაცია (სანიდინი მდგრადი 900°-ზე ზევით და ორთოკლაზი – მდგრადი ამ ტემპერატურის ქვევით) და ერთი ტრიკლინური, მაგრამ მონოკლინურის მსგავსი და მიკროკლინად წოდებული.

სანიდინი $K[AlSi_3O_8]$

სინგონია მონოკლინური. უპირატესად ახასიათებს პრიზმული ჰაბიტუსის კრისტალები. **ელვარება** ტიპური მინისებრი. გვხვდება მრჩობლების სახით (სურ.101). **ფერი** უფერო, ჩამოჰკავს მინას, გამჭვირვალე-**ხაზის ფერი** თეთრი. **ელვარება** ძლიერ მინისებრი. **სიმაგრე** 6. **სიმკვრივე** 2.56. **ტყეჩვადობა** სრული (001)-ის სწვრივად. **წარმოშობა** უპირატესად გვხვდება ახალგზარდა ეფუზიურ ქანებში.

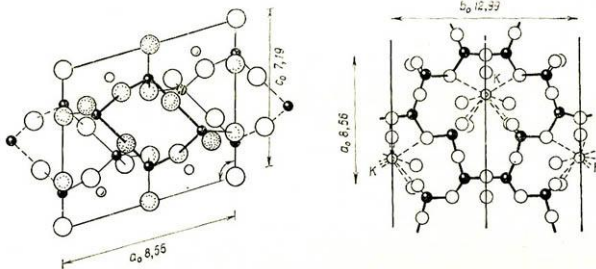


სურ. 101. სანიდინის მრჩობლი. კარსბადის კანონით

⊕ ორთოკლაზი $K[AlSi_3O_8]$

ბერძნულად ნიშნავს „სწორადპობადი“ - მინიშნებულია სრული ტექნ-ვადობის მიმართულება, რომელიც ხორციელდება სწორი კუთხით.

სინგონია მონოკლინური. კრისტალები კარგადაა გამოხატული. გვხვდება მრჩობლებიც (სურ. 102).



სურ. 102. ორთოკლაზის სტრუქტურა

ფერი ნაცრისფერი, ღია ვარდისფერი, ხორცისფერ წითლამდე. **ელვარება** მინისებრი. **სიმაგრე** 6-6,5. **სიმკვრივე** 2,5-2,6. **ტექნვადობა** (001)-ის და (010)-ის სწვრივად სრული.

ორთოკლაზის გამჭვირვალე სახესხვაობას ადუღარი ეწოდება. გახურების პროცესში, დაახლოებით 900° ტემპერატურის დროს გადადის სანიდინში.

ღიაგნოსტიკა. ფერით, სიმაგრით და ტექნვადობით. გრანიტების მთავარი ქანწარმოქმნელი მინერალია.

წარმოშობა. მაგმური - მუავე და საშუალო მაგმურ ქანებში, პეგ-მატიტებში. თანმდევი მინერალები სხვა მინდვრის შპატები, კვარცი, ქარსები.

⊕ მიკროკლინი $K[AlSi_3O_8]$

ბერძნულად „უმნიშვნელოდ გადახრილი“, რადგან, ტექნვადობის სიბრტყეებს შორის კუთხე ორთოკლაზისაგან განსხვავებით სწორიდან გადახრილია 20° -ით.

სინგონია ტრიკლინური. მიკროსკოპში ჯვარედინ ნიკოლში დამახასიათებელია „პოლისინთეტური და ბატისებრი“ მრჩობლები. კრისტალები

ხანდახან აღწევენ გიგანტურ ზომებს. პეგმატიტურ ძარღვებში არც თუ იშვიათია მიკროკლინი ათეული ტონის წონით.

ფერი თეთრი, ნაცრისფერი, ვარდისფერი, ყვითელი, წითელი. **ელვარება** მინისებრი, ტექნვადობის სიბრტყეებზე ოდნავ სადაფისებრი. **ტექნვადობა** სრული {001} და {010} მიმართულებით. **სიმაგრე** 6-6.5. **სიმკვრივე** 2,54-2,57.

მიკროკლინის მწვანე სახესხვაობას **ამაზონიტე**, ანუ **ამაზონის ქვა** ეწოდება.

დიაგნოსტიკა. ორთოკლაზისაგან განირჩევა მრჩობლების არსებობით, ანუ პოლისინთეტური მრჩობლით, რომელიც ჩანს მიკროსკოპში. ფერით მწვანე მინდვრის შპატები – მიკროკლინია.

წარმოშობა. მაგმური. დიდი კრისტალები გვხვდება პეგმატიტურ ძარღვებში.

საბადოები. კარელიაში. **ამაზონიტი** ცნობილია ურალზე ილმენის მთებში; ყაზახეთში და კოლის ნახევარკუნძულზე.

გამოყენება. მიკროკლინი წარმოადგენს კერამიკულ და მინის ნედლეულს. **მთვარის ქვა** გამოყენებულია საიუველირო საქმეში, **ამაზონიტი** – სანახელავო საქმეში.

○ **ანორთოკლაზი** (Na, K)[AlSi₃O₈]

სინგონია ტრიკლინური. ბერძნულად „ანორთოკლაზი“ - არა ორთოკლაზი (ე. ი. ანალოგიურია მხოლოდ გარეგნულად) მინარევის სახით ხშირად შედის CaO (ზოგჯერ რამდენიმე პროცენტამდე). სახელწოდება „ანორთოკლაზი“ მინიჭებულია იმ ტრიკლინურ მინდვრის შპატებისათვის, რომლებშიც Na₂O-ს შემცველობა K₂O-ს შემცველობას ჭარბობს.

ფიზიკური თვისებებით მიკროკლინის მსგავსია. უკანასკნელისაგან განსხვავდება მხოლოდ ოპტიკური კონსტანტებით. **სიმკვრივე** 2,56-2,60. გახურების დროს ადვილად გადადის მონოკლინურ მოდიფიკაციაში, გაციების შემდეგ კვლავ ტრიკლინური ხდება.

გვხვდება ნატრიუმით მდიდარ ვულკანურ ქანებში. პირველად დადგენილი იყო პანტელერიას (იტალია) ანდეზიტურ ლავებში.

ფელდშპატიოები

ფელდშპატიოები კათიონების შემცველობით მინდვრის შპატების ანალოგიურები არიან. კათიონები ძირითადად Na, Ca და K -ია.

○ **ნეფელინი** KNa₃[AlSiO₄]₄ კრისტალთა იერი პრიზმული, მოკლეს-

ვეტოვანი **სინგონია** პეკსაგონური, მაღალტემპერატურული ნეფელინი კუბური მოდიფიკაციისაა, **ფერი** ნაცრისფერი, მომწვანო, ზოგჯერ ხორცისებრ-წითელი და უფერო. **ელვარება** კრისტალთა წახნაგებზე მინისებრი მონატეხზე ცხიმოვანი, **ტექნვადობა** არასრული, მონატეხი არასწორი, სიმაგრე 5-6, სიმკვრივე 2.6.

წარმოშობა: გაერცვლებულია თითქმის მხოლოდ კაჟმიწით ღარიბ ტუტე მაგმურ ქანებში: ნეფელინიან სიენიტებში და პეგმატიტებში.

სკაპოლითის ჯგუფი



ბერძნულად „სკაპილოს“ – ღერძი (კრისტალების სვეტისებრი ფორმის გამო). **სინგონია** ტეტრაგონული, დიპირამიდის კლასი. გვხვდება პრიზმული კრისტალების სახით, აგრეთვე მკვრივი აგრეგატების სახით.

ფერი თეთრი, ნაცრისფერი, მუქი ლურჯი და წითელი. გამჭვირი.

სახის ფერი თეთრი. **ელვარება** მინისებრი. **სიმაგრე** 5-6, მყიფე. **სიმკვრივე** 2.5-2.7. **ტკეწვალბა** (110)-ის სწვრივად სრული, ცოტა ნაკლები (100)-ის სწვრივად. **პარაგენეტული მინერალები** გრანატი, ეპიდოტი, ავგიტი, ვეზუვინი.

წარმოშობა. ძირითადად პნევმატოლითური პროცესის შედეგად.

საბადოები. იტალიაში, ნორვეგიაში, შვედეთში, რუსეთში.

ლეიციტის ჯგუფი

ლეიციტი $\text{K}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]$

სინგონია კუბური, ჰექსატეტრაედრის კლასი (გვხვდება დაბალტემპერატურული ტეტრაგონული). დამახასიათებელია მარცვლოვანი-აგრეგატები, გვხვდება აგრეთვე იდეალური კრისტალების იკოსაედრების სახით.

ფერი თეთრი, ზოგჯერ ნაცრისფერი, ხშირად მღვრიე-გაუმჭვირვალე. იშვიათად გამჭვირვალე. **სახის ფერი** თეთრი. **ელვარება** მქრქალი, **სიმაგრე** 5.5-6, **მონატეხი** ნიჟარისებრი, მყიფე. **სიმკვრივე** 2.46-2.5. **ტკეწვალბა** არასრული (110)-ის სწვრივი.

პარაგენეტული მინერალები ეკირინი, სანიდინი, ლაბრადორი, ნეფელინი, ოლივინი და სხვ. არასდროს არ გვხვდება კვარცთან.

წარმოშობა. ტიპური მაღალტემპერატურული ტუტებით მდიდარი მაგმური მინერალია.

ანალციმი $\text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]\cdot\text{H}_2\text{O}$

სინგონია კუბური, ჰექსაოქტაედრის კლასი, **კრისტალის ფორმები** ტეტრაგონ-ტრიოქტაედრი.

ფერი უფერო, ზოგჯერ თეთრი-მოწითალო, მომწვანო, მონაცრისფრო ელფერით. **სახის ფერი** თეთრი. **ელვარება** მინისებრი. **სიმაგრე** 5.5, **მონატეხი** ნიჟარისებრი, უსწორმასწორო. **სიმკვრივე** 2.24-2.31, **ტკეწვალბა** ძალზე ცუდი.

წარმოშობა. მაგმური პროცესის ბოლო სტადიის დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული პროცესის შედეგი ვუკლანურ ტუფებში, ზოგჯერ გეზოგენური პროცესის დროს.

ლაზურიტი $\text{Na}_8[\text{AlSiO}_4]_6\text{Ca}_2[\text{SO}_4]_2\text{S}$

ლაზურიტი ანუ ლავვარდი სანახელავო ქვაა, სინონიმებია ლილა ქვა, ულტრამარინი

სინგონია კუბური, ძლიერ იშვიათია, ჰექსაედრების და ოქტაედრების კრისტალები, ჩვეულებრივ გვხვდება ქანებში ჩანართებისა და წვრილმარცვლოვანი, მთლიანი, მკვრივი მასების სახით.

ფერი სუფთა ლავეარდისფერი, იისფერ-ლურჯი, მომწვანო-ცისფერი; **ხაზის ფერი** ბაცი ცისფერი; კიდეებში გამჭვირვალე, **მონატეხი** ნიჟარისებრი; **სიმაგრე** 5.5; მყიფე; **სიმკვრივე** 2.4; **ტკეჩვადობა** (110)-ის სწვრივად არასრული; **დიაგნოსტიკა** – უპირველეს ყოვლისა დამახასიათებელი ინტენსიური ფერი კაშკაშა ლურჯი ან ცისფერი. **თანმდევი მინერალები:** ტუტე რქბტყუარა, ფლუორიტი, კალციტი და სხვა.

წარმოშობა გვხვდება კრისტალურ კირქვებში, როგორც მეტასო-მატიტების პროდუქტი ტუტე მაგმურ ქანებთან, იშვითად ტუტე ლავეებში. **საბადოები.** ავღანეთში (ბადახშანი), რუსეთში, აშშ (კალიფორნია). **გამოყენება.** სანახელაგო ქვა.

ცეოლითების ჯგუფი

აქ გაერთიანებულია მინერალთა დიდი ჯგუფი, უმთავრესად Ca -ს, ნაწილობრივ Ba -ის, K -ის, Si -ის წყლიანი ალუმოსილიკატები: ბოჭკოვანი ცეოლითები – **ნატროლითი** $Na_2[Al_2Si_3O_{10}] \cdot 2H_2O$, **თომსონიტი** $Na,Ca_2[Al_5Si_5O_{22}] \cdot 6H_2O$, **ლიმონტიტი** $Ca_4[AlSi_{16}O_{48}] \cdot 16H_2O$, ფურცლოვანი – **ჰეილანდიტი** $Ca[Al_2Si_7O_{18}] \cdot 6H_2O$, იზომეტრული შაბაზიტი $Ca,Na[AlSi_2O_6] \cdot 6H_2O$, **ფილიფსიტი** $K_2Ca[Al_3Si_5O_{16}] \cdot 6H_2O$.

ნატროლითი რომბულ სინგონიაში კრისტალდება, გვაძლევს სვეტოვან ფორმებს, ხშირად რადიალურ-სხივოსნური აგრეგატების ან კრისტალური ქერქების სახით, იშვითად სფეროლითებისა და ბოჭკოვანი მასების სახით.

ფერი უფერო ან თეთრი მოყვითალო, მომწვანო ან მოწითალო ელფერით. **ელვარება** მინისებრი, ბოჭკოვან მასებს – აბრეშუმისებრი. **სიმაგრე** 5-5.5. მსხვერვალია, **ტკეჩვადობა** 110-ის მიმართ საშუალო. **სიმკვრივე** 2.2-2.5.

წარმოშობა. წარმოიქმნება ეფუზიური ქანების ნუშურებში და ქვოდებში, ნეფელინიან პეგმატიტებში.

თომსონიტი კრისტალდება რომბული, დიპირამიდის კლასში. ახასიათებს რადიალურ-სხივოსნური, კანისებური ბოჭკოსებური წარმონაქმნები.

ფერი თეთრი, ზოგჯერ მოყვითალო წითელი ელფერით; გამჭვირი გამჭვირვალემდე; **ხაზის ფერი** თეთრი. **ელვარება** მინისებრიდან სადაფისებრამდე. **სიმაგრე** 5.5. მყიფე, **მონატეხი** საფეხურისებრი. **სიმკვრივე** 2.3-2.4. **ტკეჩვადობა** (010)-ის სწვრივად სწორი, (100)-ის სწვრივად საშუალო.

პარაგენეტიური მინერალები. კალციტი, ანალციმი.

წარმოშობა. უპირატესად გვხვდება ფუძე ეფუზიური ქანების სიციარიელებში.

საბადოები. გერმანიაში (ჰესენი), ჩეხეთში, აშშ-ში, საქართველოში.

ჰეილანდიტი მონოკლინური სინგონიის, პრიზმულ კლასში იძლევა იზომეტრიულ ან ფირფიტისებურ კრისტალებს.

ფერი უფერო, სხვადასხვა ელფერის თეთრი, **ხაზის ფერი** თეთრი, **ელვარება** სადაფისებრი მინისებრი. **სიმაგრე** 3.5-4, მყიფე. **სიმკვრივე** 2.1-2.2.

ტკეწვალბა ფრიად სრული (010)-ის სწვრივად.

თანმდვეი მინერალეები. სხვა ცეოლითეები, გრანატი, აქსინიტი.

წარმოშობა. ეფუზიური ქანების სიცარიელეებში.

საბადლეები. გერმანიაში (ჰარცი), ნორვეგიაში, ინდოეთში, კანადაში, რუსეთში და საქართველოში (ახალციხე).

○

ფილიპსიტ ტრიკლინური სინგონიის, პინაკოიდის კლასში, გვხვდება ძირითადად მრნობლეების სახით.

ფერი თეთრი, **ელვარება** მინისებრი, **სიმაგრე** 4.5, მყიფე, **სიმკვივე** 2.2, **ტკეწვალბა** კარგი (010)-ის და (100)-ის სწვრივად.

წარმოქმნება ჰიდროთერმალური, ზოგჯერ დანალექი გზით.

საბადლეები გერმანიაში (ვაელენი, ჰესენი), ჩეხეთში, იტალიაში, ირლანდიაში, აშშ-ში, რუსეთში (კოლის ნ.კ.).

○

სოდალითის ჯგუფი $\text{Na}_2[\text{AlSiO}_4]_6 \times 6\text{Cl}_2$

სახელი ეწოდა სოდის (Na) შემცველობის გამო

სინგონია კუბური, ჰექსაოქტაედრის კლასი. იშვიათად გვხვდება რომბო დოდეკაედრის იერის კრისტალების ან მჭიდრო მარცვლოვანი აგრეგატების სახით.

ფერი ღია ლურჯიდან მოლურჯომდე, მოწითალო-ყავისფერი გამჭვირვალე ან გამჭვირი, **სახის ფერი** თეთრი, **ელვარება** ცხიმოვანი, **სიმაგრე** 5-6. **მონატეხი** ნიჟარისებრი, **სიმკვივე** 2.27-2.33, **ტკეწვალბა** მკაფიო (110)-ის სწვრივად.

წარმოშობა. უმთავრესად ტუტე ეფუზიურ ქანებში, იშვიათად ინტრუზიულში.

საბადლეები. გერმანია (ეიფელი), იტალიაში (ეზუეზე), რუმინეთი (ტრანსილვანია), პორტუგალიაში, აშშ-ში (შტემენი), კანადაში (კვებეკი), რუსეთში (ურალზე).