

LURRAREN MATERIALAK

LURRAREN OSAERA

Lur planetan 112 elementu kimiko ezagutzen dira (1 irudia), horietako 20 artifizialak izanik. Hala ere, zortzi elementuk osatzen dute Lur ia osoa (2 irudia): O, Si, Al, Fe, Mg, Na, K eta Ca. O eta Si bereziki ugariak dira (pisutan Lurraren %46.6 eta %27.7, hurrenez hurren; bolumena aintzat harturik, %93.77 eta %0.86).

Elementu kimikoak beraien artean elkar daitezke substantzia konplexuagoak eratzeko. Elementuak modu ordenatuan elkartzen direnean mineralak eratzen dira (3 irudia). Minerala da “solido natural homogenea, prozesu ez-organikoz eratua, konposizio definitua duena eta antolamendu atomiko ordenatua duena”. Definizio honen arabera, ez dira mineralak ez ura, ezta merkurioa ere (zinabrioari erlazionatutakoa izan ezik); ezta laborategian edo izakiek ekoiztutako substantziak ere; ezta kristalez osatuta ez dauden substantzia amorfoak ere (e.g., sumendietako laba gogortzean eratutako beira).

MINERALAK: KONPOSAKETA ETA EZAUGARRI FISIKO-KIMIKOAK

Mineralak aztertzen dituen Geologiaren atala Mineralogia da. Naturan 4000 mineral inguru ezagutzen dira. Beraien sailkapena kimikoki egiten da lehenik eta, bigarrenik, ezaugarri fisikoak jarraituz.

Konposizioaren arabera ondoko taldeak desberdintzen dira (4 irudia):

Elementu natiboak:

Metalak: Cu, Au, e.a.

Ez-metalak: S natiboa, C (diamantea eta grafitoa), e.a.

Konposatuak:

Silikatoak: SiO_4^{4-} anioia daukate (e.g., Olibinoa (Mg,Fe) SiO_4 . Ugarietak dira (5 irudia).

Karbonatoak: CO_3^{2-} anioia daukaten mineralak (e.g., kaltzita).

Sulfatoak: SO_4^{2-} anioia daukaten mineralak (e.g., igeltsua, $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$)

Haluroak: Kloruro, bromuro, ioduro eta fluoruroak (e.g., halita, NaCl, gatz arrunta).

Oxidoak: Adibidez, hematitea (Fe_2O_3)

Sulfuroak: Ustiatzen diren meatako mineral asko (e.g., pirita, FeS_2)

Hala ere, badaude konposizio kimiko berbera izanik desberdinak diren mineralak, barne-egitura atomiko (hots, kristaltze) desberdina izateagatik (e.g., grafitoa eta diamantea); ezaugarri honi *polimorfismo* deritzo. Beraz, konposizioaz gain beharrezkoa da mineralen ezaugarri fisikoak aintzat hartzea mota desberdinak ezagutzeko. Ezaugarri fisiko garrantzitsuenak ondokoak dira:

Kristalen forma eta simetria: Mineralak solido kristaltzuak dira, hau da, osagai dituzten atomo eta ioiak modu jakin batean dauzkate ordenaturik. Barne-egitura horren ondorioz, kanpoko itxura kristalarena izaten da (6 irudia). *Kristal* deritzo barne-egitura ordenatua duen edozein solido homogeneori; solido geometriko erregularrak direnez, aurpegi planoz mugatuta daude eta aurpegi horiek elkar moztzen direnean lerro zuzenak osatzen dituzte. Askotan kristalaren kanpo-itxurak minerala ezagutzen laguntzen du; mineral batek, bere barne-egituraren arabera, izan ohi duen kanpo-itxurari *kristal habitua* deritzo. adibidez, piritak kuboak osatzen ditu, mikak xaflak, eta goethitak botroideak (mahats-mordoen itxura).

Kristalak simetrikoak izaten dira. Kristalen simetria definitzeko bi elementu erabiltzen dira: ardatzak eta planoak. Simetria-ardatzak kristalak zeharkatzen dituzten lerro

irudikariak dira, lerro horren inguruan kristala 360° birarazi ondoren kristalaren jatorrizko ezarrera hainbat aldiz errepikatzen delarik. Simetria-planoak kristalak itxura bereko zatietan erdibanatzen dituzten gainazalak dira.

Distira: Argia islatutakoan mineralaren gainazalak erakusten duen itxura (7 irudia). Horren arabera mineralak metalikoak, diamantekarak (diamantearen itxurakoak), beirakarak, erretxinakarak, perlakarak, zetakarak... izan daitezke.

Kolorea (7 irudia): Badaude kolore bereizgarria daukaten mineralak (e.g., kuartzo kolorega, olibino berde iluna, biotita beltza, Fe-oxido gorri-horixkak), baina beste zenbait mineralek kolore desberdinetako aldaera dauzkate edo kolore desberdinak izan ditzakete ezpurutasunen eraginez.

Marra: Beiratsua ez den portzelana ganean marratzean mineralak uzten duen kolorea da (8 irudia). Mineral bakoitzak, edozein izanik ezpurutasunek eragindako kolorea ere, marra-kolore bereizgarria du.

Gogortasuna (H): Urratua (marratua) izaten uzteko mineralak erakusten duen erresistentzia da (9 irudia). Mineral bat beste bat baino gogorragoa da lehendabizikoak bigarrenetan marra egin badezake. Gogortasuna neurtzeko Mohs-en eskala erabiltzen da, hamar mineralez osatuta dagoena: (1) talkoa, (2) igeltsua, (3) kaltzita, (4) fluorita, (5) apatitoa, (6) ortoklasa, (7) kuartzoa, (8) topazioa, (9) korindoia, (10) diamantea. Erreferentzia gisa: azazkalak H. 2.5; kuprezko txanponak H: 3.5; beirak H: 5.5; altzairuak H: 6.5.

Esfoliazioa eta apurketa: *Esfoliazioa* da zenbait mineralek (adibidez mikel) plano kristalografikoen arabera apurtzeko duten era (10 irudia). *Apurketa* esfoliaziorik gabeko mineraletan gertatzen da, kolpeen ondorioz zartadura-gainazal bereizgarriak jarraituz apurtzen direnean (11 irudia); eratzen diren zartadura-gainazalen formen arabera izendatzen dira (e.g., kuartzoaren maskor-itxurako zartadura konkioidea; beste mineral batzuen zartadura ezpaltsuak, irregularrak, e.a.).

Pisu espezifikoa: Mineralaren eta 4°C-tako uraren dentsitateen arteko zatidura da. Mineral gehienek 2.7 (e.g., kuartzoa) eta 3.4 (olibinoa) arteko pisu espezifikoa daukate, baina badaude mineral oso astunak (e.g., galenak 7.5, zinabrioak 8-8.2) eta oso arinak (silbitak 2).

Ezaugarri optikoak: Argi izpiek mineral gardenak zeharkatzean izaten dituzten efektuekin du zerikusia, batez ere zenbateraino desbideratzen diren. Kaltzitik esate baterako birrefringentzia du, hots, izpi bakar batetik bi errefrakzio-izpi sortzen dira (12 irudia). Efektu hauek argi polarizatuko mikroskopioarekin behatzen dira.

Beste ezaugarri fisiko batzuk: *Eferbeszentzia* (e.g., karbonatozko mineralek HCl-rekin erreakzionatzen dutenean), *magnetismoa* (e.g., magnetitak; 12 irudia).

SILIKATOAK

Silikatoek lurrazalaren %90 osatzen dute eta mineral ugariak dira. Ezagutzen diren mineral guztien artean hirutatik bat silikatoa da.

Silizio eta oxigenozko konposatuak dira. Eratzen duten egitura Si bateko eta lau O-ko tetraedroa da, oxigeno atomoek silizioa inguratzen dutelarik (13 irudia). Funtsezko tetraedro bakoitza beste batzuekin elkar daiteke erpinetako oxigenoak partekatuz. Horrela silikato desberdinak (kate sinpleak, kate bikoitzak edo eratzunak) eratzen dira. Sinpleenetik konplexuenera ondokoak izan daitezke:

Nesosilikatoak: Tetraedroek ez dute erpinik partekatzen, elkarri loturik daude katioien bitartez. Si:O erlazioa 1:4 da (SiO_4^{4-}). tetraedroak isolaturik daudenez, kate edo xaflarik osatu gabe, nesosilikatoek kristal-habitu ekidimentsionala izateko joera dute eta dentsitate eta gogortasun handikoak izaten dira (e.g., olibinoa eta granatea).

Sorosilikatoak: Tetraedroak binaka elkartzen dira, erpin bateko oxigenoa partekatuz. Si:O erlazioa 2:7 da ($\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$). Ez dira oso ugariak (e.g., epidota).

Ziklosilikatoak: Tetraedroek, bi erpin partekatuz, eratzunak eratzen dituzte, Si:O erlazioa 1:3 da ($\text{Si}_6\text{O}_{18}^{12-}$) delarik. Eratzunen formak ziklosilikatoen habitu prismatiko hexagonala eragiten du (e.g., beriloa eta turmalina).

Inosilikatoak: Tetraedroek kateak osatzen dituzte, inosilikatoen habitu primatiko bereizgarria definitzen duelarik. Tetraedro bakoitzak oxigeno bana partekatzen badu alboko bi tetraedroekin kate bakarreko inosilikatoak eratzen dira, Si:O erlazioa 1:3 (SiO_3^{2-}) izanik (e.g., piroxenoak). Kate bikoitzeko inosilikatoak ere badaude, Si:O erlazioa 4:11 da ($\text{Si}_4\text{O}_{11}^{6-}$) izanik (e.g., anfibolak). Kate bakarrekoe bezala, tetraedroek oxigeno bana partekatzen dute alboko bi tetraedroekin, baina bi tetraedroetatik batek ondoko katearen beste tetraedro batekin hirugarren oxigenoa partekatzen duelarik, kateak loturik agertzen dira.

Filosilikatoak: Tetraedroek xaflak eratzen dituzte, inguruko hiru tetraedroekin oxigeno bana partekatuz. Kristal-egitura horrek filosilikatoen xafla-habitu bereizgarria sorrarazten du. Mineral hauen Si:O erlazioa 2:5 da ($\text{Si}_2\text{O}_5^{2-}$) da.

Tectosilikatoak: Tetraedroek hiru dimentsioko egitura trinkoak eratzen dituzte, inguruko lau tetraedroekin oxigeno bana partekatuz. Si:O erlazioa 1:2 da (SiO_2^0). Silize eta feldespatoren taldeak, besteak beste, familia honetakoak dira.

Silikatoen formula orokorra honakoa da (14 irudia): $X_mY_n(Z_pO_q)W_r$, non X: katioi handiak (Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , e.a.), Y: katioi ertainak (Mn^{2+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Ti^{4+} , e.a.), Z: Si^{4+} (batzutan Al^{3+}), O: O^{2-} , W: talde anioiak (OH^- , F^- , e.a.). Silikato ferromagnesiotu deritze Fe eta Mg ioi asko dituzten mineralei; kolore iluna izaten dute (*melanokrato* ere baderitze) eta pisu espezifiko handia (>3) izaten da (adibidez, olibinoa, piroxenoak, anfibolak, mika biotita eta granatea). Silikato ez-ferromagnesiotu deritze Al, K, Ca eta Na ugari daukaten mineralei; kolore argia izaten dute (*leukokrato* ere baderitze) eta pisu espezifiko <3 (adibidez, feldespatuak, kuartzoa, mika muskovita, eta buzti-mineralak).

ARROKAK: KONTZEPTUA ETA SAILKAPENA

Lurrazala osatzen duen edozein material mineral, trinkotua nahiz trinkotu gabea; hertsiki, osaera kimiko ez-homogeneoa duen eta mineral batez edo gehiagoz osatutako agregatua. Arrokkak jatorriaren eta eraketa-moduaren arabera sailkatzen dira (15 irudia):

Arroka igneo edo magmatikoak: Magma (arroka-masa urtu) bat solidotutakoan (hots, hoztu eta kristaldutakoan) eratutakoak (e.g., granitoa, basaltoa).

Arroka sedimentarioak: Lurrazalaren gainean osagai desberdinak (harri-zatiak, mineralak, izakien gorputz-atal gogorrak, kimikoki hauspeatutako kristalak, e.a.) metatuz pilatutako sedimentuak trinkotutakoan eratutakoak (e.g., hareaharria, kareharria, e.a.).

Arroka metaformikoak: Jatorrizko edozein arrokatan mineralogia-, kimika- edota egitura-alaketak gertatzen direnean sortutakoak (e.g., eskistoa, gneisa, marmola, e.a.); eraldaketa horiek solido-egoeran gertatzen dira lurrazaleko sakonera desberdinetan, bertako baldintza fisiko-kimiko (tenperatura, presio, e.a.) aldaketan ondorioz.

LURRAREN MATERIALAK

Elementuen taula periodikoa

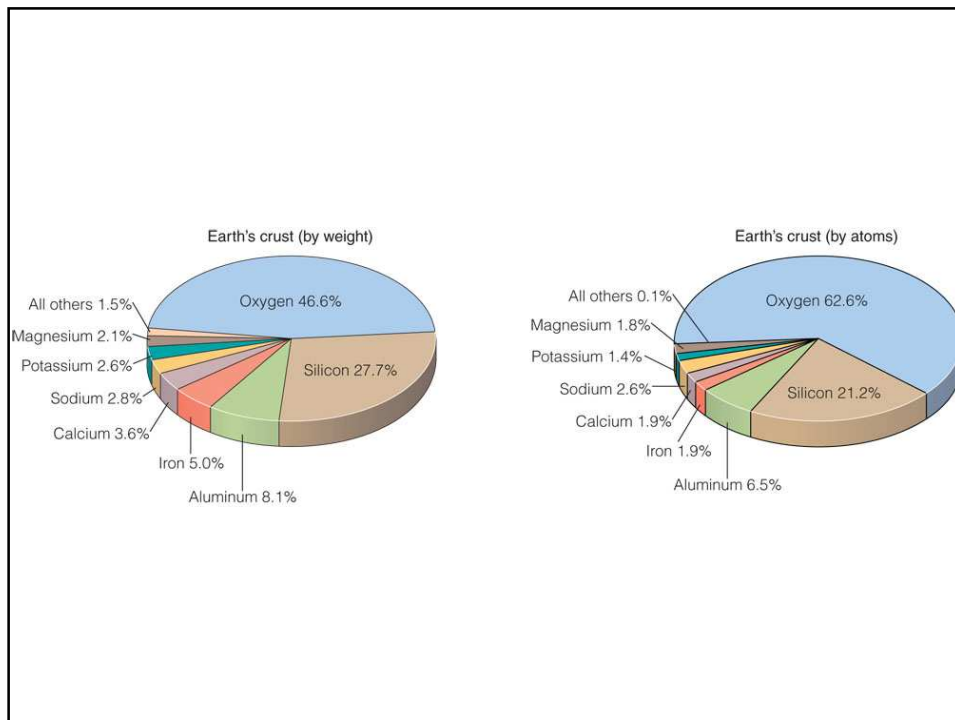
Kolore-kodea	
	metalak
	transizio-metalak
	bestelako metalak
	erdimetalak
	ez-metalak
	gas nobleak

zenbaki atomikoa	74	183,85	pisu atomikoa
ikurra	W		
	Wolframoa		
egitura elektronikoa	[Xe] 4f ¹⁴ 5d ⁴ 6s ²		

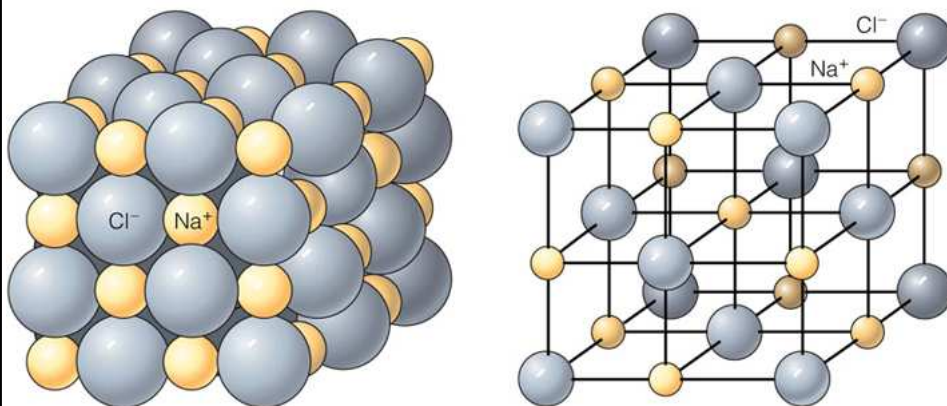
1	2		13	14	15	16	17	18									
1 H Hidrogenoa	2 He Helioa		5 B Borea	6 C Karbonoa	7 N Nitrogenoa	8 O Oxigenoa	9 F Fluorea	10 Ne Neonea									
3 Li Litioa	4 Be Berilioa		11 Na Sodioa	12 Mg Magnesia		13 Al Aluminioa	14 Si Silizioa	15 P Fosforoa	16 S Zufrea	17 Cl Kloroa	18 Ar Argona						
19 K Potasioa	20 Ca Kaltzioa	21 Sc Eskandioa	22 Ti Titanioa	23 V Vanadioa	24 Cr Kromoa	25 Mn Manganesoa	26 Fe Ferroa	27 Co Kobaltua	28 Ni Nikela	29 Cu Kobre	30 Zn Zinka	31 Ga Galioa	32 Ge Germanioa	33 As Arsenikoa	34 Se Selena	35 Br Bromoa	36 Kr Kriptona
37 Rb Rubidioa	38 Sr Strontzioa	39 Y Itzua	40 Zr Zirkonia	41 Nb Nikoboa	42 Mo Molibdenoa	43 Tc Teknetzioa	44 Ru Rutenioa	45 Rh Rodiuma	46 Pd Palaudioa	47 Ag Zilara	48 Cd Kadmioa	49 In Indioa	50 Sn Estainoa	51 Sb Antimonioa	52 Te Teluria	53 I Iodoa	54 Xe Xenotua
55 Cs Zesioa	56 Ba Barioa	57-71 Lantanoak	72 Hf Hafnioa	73 Ta Tantaloa	74 W Wolframoa	75 Re Renioa	76 Os Osmioa	77 Ir Iridioa	78 Pt Platina	79 Au Aurua	80 Hg Merkurioa	81 Tl Telurioa	82 Pb Beriloa	83 Bi Bismutua	84 Po Polonioa	85 At Astatina	86 Rn Radonua
87 Fr Francioa	88 Ra Radiuma	89-103 Aktinidoak	104 Rf Rutherfordioa	105 Db Dubnioa	106 Sg Seaborgioa	107 Bh Bohrioa	108 Hs Hessioa	109 Mt Meitnerioa	110 Ds Darmstadzioa	111 Rg Roentgenioa	112 Uub Ununbiuma	113 Uut Ununtriuma	114 Uuq Ununquadiuma	115 Uup Ununpentiuma	116 Uuh Ununhexiuma	117 Uus Ununseptiuma	118 Uuo Ununoctiuma

57 La Lantanoa	58 Ce Zerua	59 Pr Praseodimioa	60 Nd Neodimioa	61 Pm Prometioa	62 Sm Samarzioa	63 Eu Europioa	64 Gd Gadolinioa	65 Tb Terbioa	66 Dy Dysprosioa	67 Ho Holmioa	68 Er Erbioa	69 Tm Terbioa	70 Yb Ytterbioa	71 Lu Lutetioa
89 Ac Aktinioa	90 Th Torioa	91 Pa Protaktinioa	92 U Uranioa	93 Np Neptunioa	94 Pu Plutonioa	95 Am Amerizioa	96 Cm Kurbioa	97 Bk Berkelioa	98 Cf Kalifornioa	99 Es Einsteinioa	100 Fm Fermioa	101 Md Mendelebioa	102 No Nobelioa	103 Lr Lawrentzioa

Oharra:
112tik aurrerako elementuak aurikuntzak iragan dira, baina IUPACek ez ditu onartatzen.



- Mineral: solido natural homogeneoa, prozesu ez-organikoz eratua, konposizio definitua duena eta antolamendu atomiko ordenatua duena.



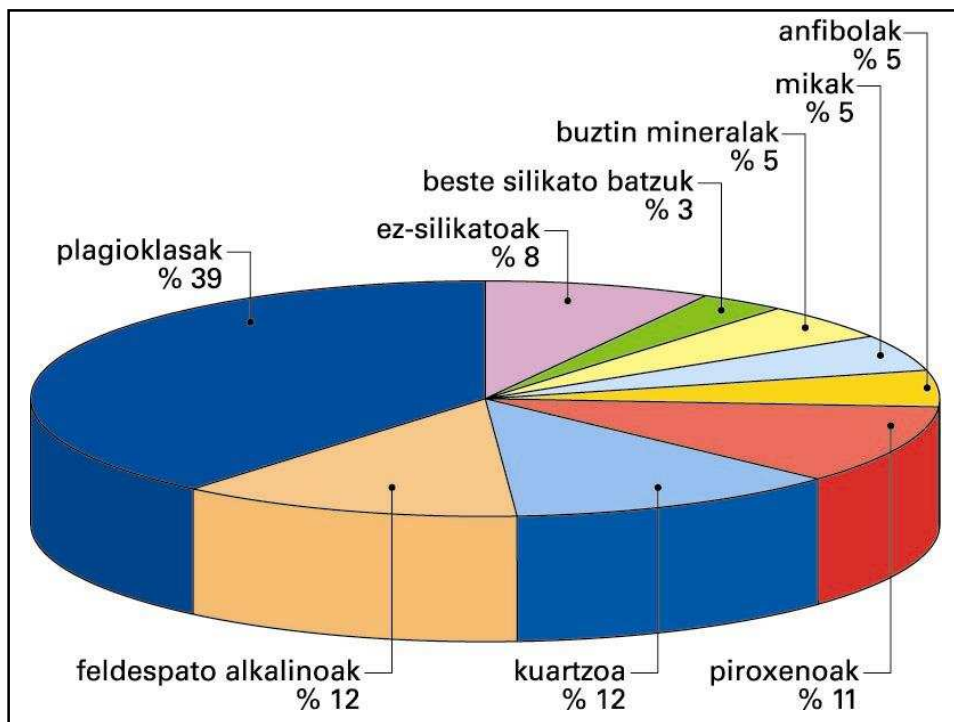


Tabla 3.2 Grupos de minerales comunes no silicatados

Grupos de minerales (aniones o elementos clave)	Miembro	Fórmula	Interés económico
Carbonatos (CO_3^{2-})	Calcita	CaCO_3	Cemento portland, cal
	Dolomita	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Cemento portland, cal
Haluros (Cl^- , F^- , Br^-)	Halita	NaCl	Sal común
	Fluorita	CaF_2	Utilizado en la fabricación de acero
	Silvina	KCl	Fertilizante
Óxidos (O^{2-})	Hematites	Fe_2O_3	Mena de hierro, pigmento
	Magnetita	Fe_3O_4	Mena de hierro
	Corindón	Al_2O_3	Piedra preciosa, abrasivo
	Hielo	H_2O	Forma sólida del agua
Sulfuros (S^{2-})	Galena	PbS	Mena de plomo
	Esfalerita	ZnS	Mena de cinc
	Pirita	FeS_2	Producción de ácido sulfúrico
	Calcopirita	CuFeS_2	Mena de cobre
	Cinabrio	HgS	Mena de mercurio
Sulfatos (SO_4^{2-})	Yeso	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Argamasa
	Anhidrita	CaSO_4	Argamasa
	Baritina	BaSO_4	Lodo de perforación
Elementos nativos (elementos simples)	Oro	Au	Comercio, joyería
	Cobre	Cu	Conductor eléctrico
	Diamante	C	Piedra preciosa, abrasivo
	Azufre	S	Fármacos de azufre, productos químicos
	Grafito	C	Mina de lápiz, lubricante seco
	Plata	Ag	Joyería, fotografía
	Platino	Pt	Catalizador

POLIMORFISMO!

Mineral talde handiena: SILIKATOAK (SiO_4^{4-} anioia)

Kristal forma (habitua)



(a) Smoky quartz



(b) Rose quartz

Simetria



Distira eta kolorea



(a)



(b)



(c)

Marraren kolorea



Gogortasuna	Minerala	Iruzkina	Osaera kimikoa	Gogortasun absolutua
1	Talkoa	Azazkalarekin urratzen da	$\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	1
2	Igelsua	Azazkalaren urratzen da, baina zailago	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2
3	Kaltzita	Kobreko txanponekin urratzen da	CaCO_3	9
4	Fluorita	Aiztoarekin urratzen da	CaF_2	21
5	Apatitoa	Aiztoarekin urratzen da, baina zailago	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{Cl}, \text{F})$	48
6	Ortoklasa	Altzairuzko lixarekin urratzen da	KAlSi_3O_8	72
7	Kuartzoa	Beira urratzen du	SiO_2	100
8	Topazioa	Aurreko guztiak urratzen ditu	$\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{OH}, \text{F})_2$	200
9	Korindoia	Zafiroak eta errubiak korindoiaaren aldaerak dira	Al_2O_3	400
10	Diamantea	Mineralik gogorrena da	C	1.500

Esfoliazioa

- (a) Cleavage in one direction
Cleavage plane
Micas—biotite and muscovite
- (b) Cleavage in two directions at right angles
Potassium feldspars, plagioclase feldspars
- (c) Cleavage in three directions at right angles
Halite, galena
- (d) Cleavage in three directions, not at right angles
Calcite, dolomite
- (e) Cleavage in four directions
Fluorite, diamond
- (f) Cleavage in six directions
Sphalerite
- © 2006 Brooks/Cole - Thomson



Apurketa



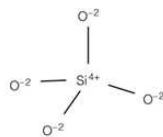
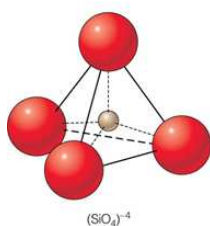
Pisu espezifikoa;
Ezaugarri optikoak



Bestelakoak:
Eferbeszentzia,
magnetismoa



SILIKATOAK



		Formula of negatively charged ion group	Example
(b)	Isolated tetrahedra	$(\text{SiO}_4)^{4-}$	Olivine
(c)	Continuous chains of tetrahedra	$(\text{SiO}_3)^{2-}$ $(\text{Si}_4\text{O}_{11})^{6-}$	Pyroxene group (augite) Amphibole group (hornblende)
(d)	Continuous sheets	$(\text{Si}_4\text{O}_{10})^{4-}$	Micas (muscovite)
(e)	Three-dimensional networks	Too complex to be shown by a simple two-dimensional drawing $(\text{SiO}_2)^0$ $(\text{Si}_3\text{Al}\text{O}_8)^{-1}$ $(\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_6)^{-2}$	Quartz Orthoclase feldspars Plagioclase feldspars

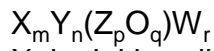
Neso-

Ino-

Filo-

Tekto-

+ Sorosilikatoak + Ziklosilikatoak



X: katioi handiak (Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , e.a.)

Y: katioi ertainak (Mn^{2+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Ti^{4+} , e.a.)

Z: Si^{4+} (batzutan Al^{3+})

O: O^{2-}

W: talde anioiak (OH^- , F^- , e.a.).



Important Rock-Forming Minerals

Mineral	Primary Occurrence
Ferromagnesian silicates	
Olivine	Igneous, and metamorphic rocks
Pyroxene group	
Augite most common	Igneous, and metamorphic rocks
Amphibole group	
Hornblende most common	Igneous, metamorphic rocks
Biotite	All rock types
Nonferromagnesian silicates	
Quartz	All rock types
Potassium feldspar group	
Orthoclase, microcline	All rock types
Plagioclase feldspar group	All rock types
Muscovite	All rock types
Clay mineral group	Soils, sedimentary rocks, and some metamorphic rocks
Carbonates	
Calcite	Sedimentary rocks
Dolomite	Sedimentary rocks
Sulfates	
Anhydrite	Sedimentary rocks
Gypsum	Sedimentary rocks
Halides	
Halite	Sedimentary rocks