

JFM 221 MİNERALOJİ VE PETROGRAFİ DERSİ

2. HAFTA

Arş. Gör. Dr. Kıymet DENİZ

Bu ders notlarının hazırlanmasında Mefail Yenişol'un sunumlarından ve Mineraloji kitabından yararlanılmıştır.

FİZİKSEL ÖZELLİKLER

KRİSTAL HABİTUS VE AGREGATLARI

- Birey kristallerin habitus (biçimleri) ve birlikte büyüme tarzları, mineralleri tanımada önemli ölçüde yardım sağlar
- Kristaller tek başlarına bulunurken;
ideal biçimleri dışında; iğnemsisi (kıl, saç / ip gibi) / düzleşmiş, uzamış ve bıçaksı biçimlerde bulunabilirler
- Kristaller; birbirlerine çok yakın ve birbirinin gelişmesine engel olacak tarzda da büyümüş olabilirler;
Göze çarpan düz yüzeyleri bulunmayan kristal yığılması veya topluluklarına ***kristal agregatı*** denir
- Kristal agegatları, doğada iyi gelişen kristallere göre daha yaygın ve bol olarak bulunurlar

Belirgin ve ayrı kristaller:

- *İğnemsî*. Narin, iğnemsî kristaller
- *Kılcal*. Saç / ipe benzer kristaller
- *Bıçaksî*. Bıçak gibi uzamış ve yassılaştırmış kristaller

Belirgin ve grup halinde bulunan kristaller:

- *Dendritik*. Bazen bitkiye benzeyen ve ıraksayan dallı görünüşlü
- *Ağ biçimli*. Kafese benzeyen görünüşlü kesişen ince kristal grupları
- *Işınsal*. Işınsal kristal grupları
- *Druz*. Küçük kristallerle kaplanmış bir yüzey

Birey kristallerden meydana gelen paralel veya ışınsal gruplar:

- **Sütunsal.** İri, sütun biçimli bireylerden oluşan gruplar
- **Bıçaksı.** Çok sayıda yassılaştırmış keskin kristallerden oluşur
- **Lifsi.** Işınsal veya paralel narin liflerden oluşan agregat
- **Yıldızlı.** Işınsal olarak dizilmiş bireylerden oluşan yıldıza benzeyen / yuvarlak gruplar
- **Küresel.** Işınsal dizilmiş bireylerden oluşan küçük, küresel / yarı küresel gruplar
- **Salkımimsi.** Bir üzüm salkımını andıran küresel yapılar
- **Böbreğimsi.** Işınsal olarak dizilmiş bireylerden oluşan yuvarlak, böbrek biçimli bir kütle
- **Kolloform.** Işınsal bireylerden oluşan böbreğimsi ve salkımimsi

Pul ve lamellerden meydana gelen mineral agregatları:

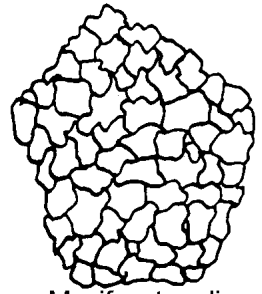
- *Yapraklı.* Katmanlara ve yapraklara kolay ayrılabilen
- *Mikamsı.* Yapraklımsı gibi ancak çok ince levhalara ayrılabilen
- *Lamelli / yassılaşımiş.* Birbirinin üstüne gelen yapışık ve levhamsı bireyli
- *Tüysü.* Tüye benzeyen veya ıraksayan ince pullu agregat

Eş boyutlu tanelerden meydana gelen agregat:

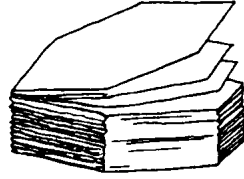
taneli / granüler

Diğer terimler:

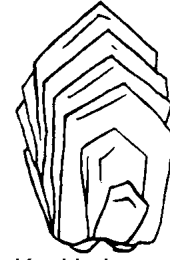
- *Stalaktitik.* İç içe girmiş silindir / koniler. Sularının mağara tavanından damlamasıyla oluşurlar
- *Konsantrik.* Az çok küresel olan katmanların üst üste ortak bir merkez etrafında yer alması
- *Pizolitik.* Fasulye boyutundaki yuvarlak taneler
- *Öolitik.* Küçük balık yumurtasına benzeyen agregat
- *Bantlı.* Farklı renk / dokulu ince mineral bantlarından oluşmuş
- *Masif.* Belirgin bir yapı göstermeyen, düzensiz ve sıkı malzemedен oluşan agregat
- *Amigdoloidal.* Badem biçimli nodüller içeren kayaçlar
- *Jeod.* İçi tümüyle mineral ile doldurulmamış kayaç boşluğu
- *Konkresyon.* Bir çekirdeğin etrafında çökeltme ile oluşmuş kütleler



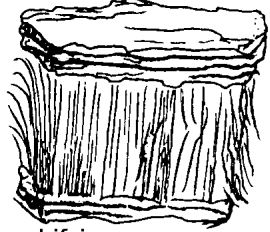
Masif ve taneli
(mermer)



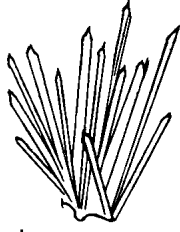
Yapraksı dilinimli
(mika)



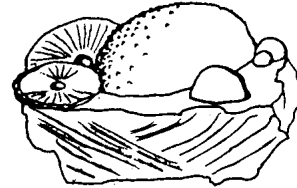
Keskin kenarlı
bıçaksı (Stibinit)



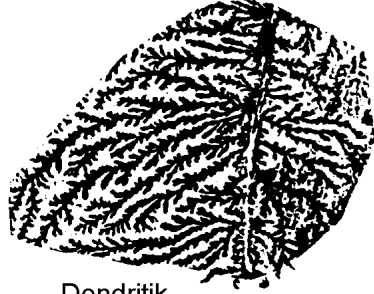
Lifsi
(Asbest)



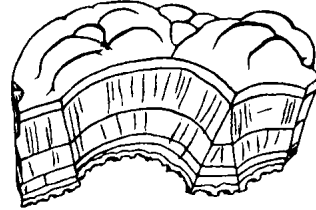
İğnemsı, ışınsı
(Millerit)



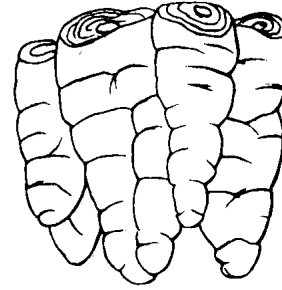
İşınsı ve küremsı
(Vauclit)



Dendritik
(Pirölüsit)

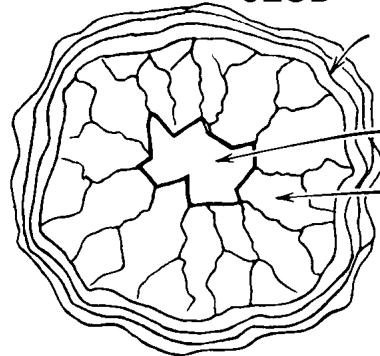


Salkımsı
(Hematit)



(Sarkit diki)

JEOD

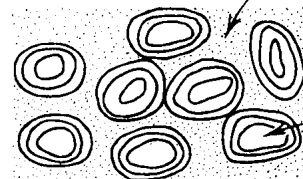


Kalsedon'dan oluşan
iççe geçmiş bantlar

Açıklık

Boşluğu
çevreleyen
iri kristaller.

Kuars ve hematit
çimentosu



Oolit

Oolitik
(Oolitik demir cevheri)

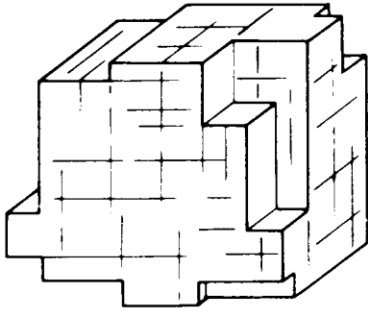
DİLİNİM, YARILMA VE KIRILMA

Dilinim

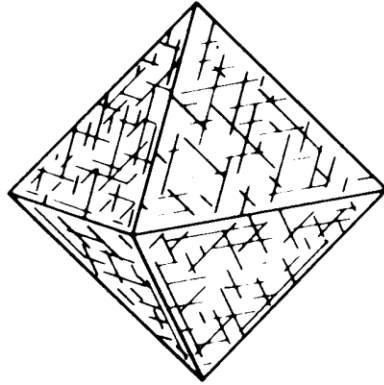
Minerallerin atomik düzlemlerine paralel olarak gösterdikleri düz yüzeyli levhalara ayrılma eğilimine dilinim denir

- İç yapıya bağlı ve sadece atomik düzlemlere paralel olur
 - bir grup paralel atomik düzlem arasındaki zayıf bağlardan
 - daha büyük kafes mesafesinden
 - her ikisinden de kaynaklanabilir
- **Tek yönde** (mika), **iki yönde** (ortoklas) / **üç yönde** (galenit)

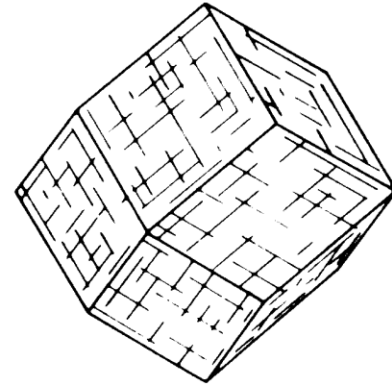
Bazı minerallerde dilinim yoktur (kuars)



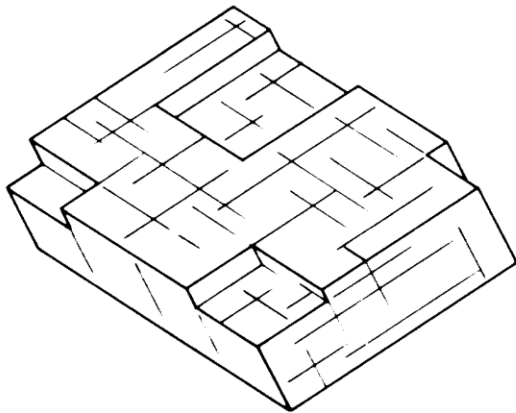
(a)



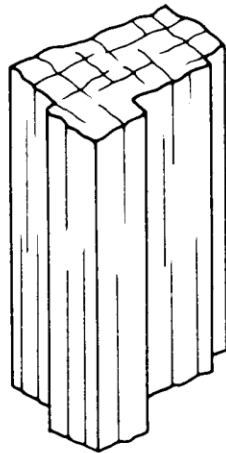
(b)



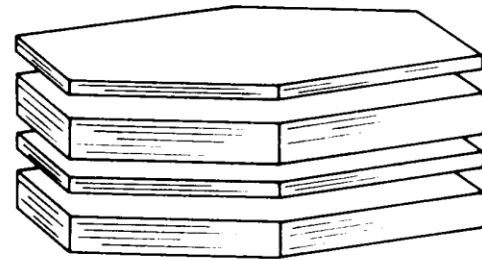
(c)



(d)



(e)



(f)

- Dilinimi tanımlarken, kalitesini ve kristalografik yönlerini de vermek gereklidir

- **Dilinimin kalitesi:**

mükemmel, iyi ve zayıf

- **Dilinimin yönü:**

Kübik {001}, oktaedral {111}, romboedral {101},
prizmatik {110}, pinakoidal {001}

YARILMA

Minerallerde zayıf yapısal düzlemler boyunca görülen ayrılmaya yarılma denir

- Bu zayıflıklar; basınç, ikizlenme / eksolüsyonun sonucu kristal düzlemlerine paraleldir ve dilinimi andırırlar

magnetit

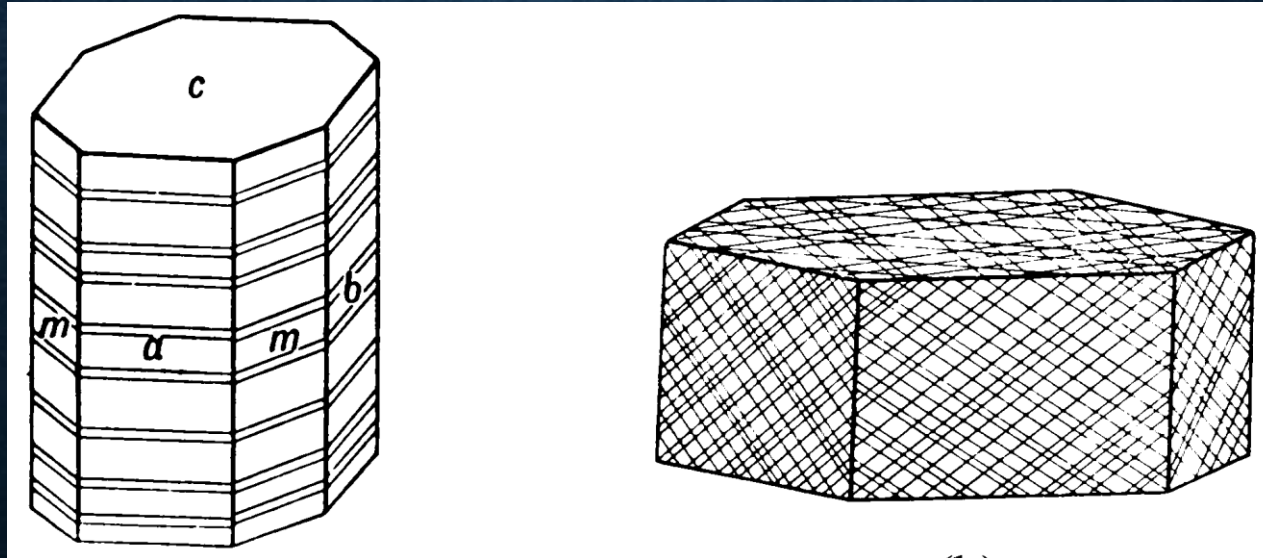
oktaedral yarılma

piroksenler

bazal yarılma

korund

romboedral yarılma



KIRILMA

Bir mineralin dilinim ve yarıлма yüzeyleri dışında kalan yüzeyler boyunca ayrılmasına kırılma denir

- Bazı minerallerde bağlar tüm yönlerde ~ aynı dayanımda
Kopma ve ayrılma belirli kristal yönlerini izlemez

Konkoidal (midye kabuğı biçimli): cam ve kuars

Lifsel ve kıymıklı: Lifli minerallerde, asbest

Çengelli: Dişli ve keskin kenarlı yüzey, metaller

Pürüzlü / düzensiz: Pürüzlü / düzensiz yüzey

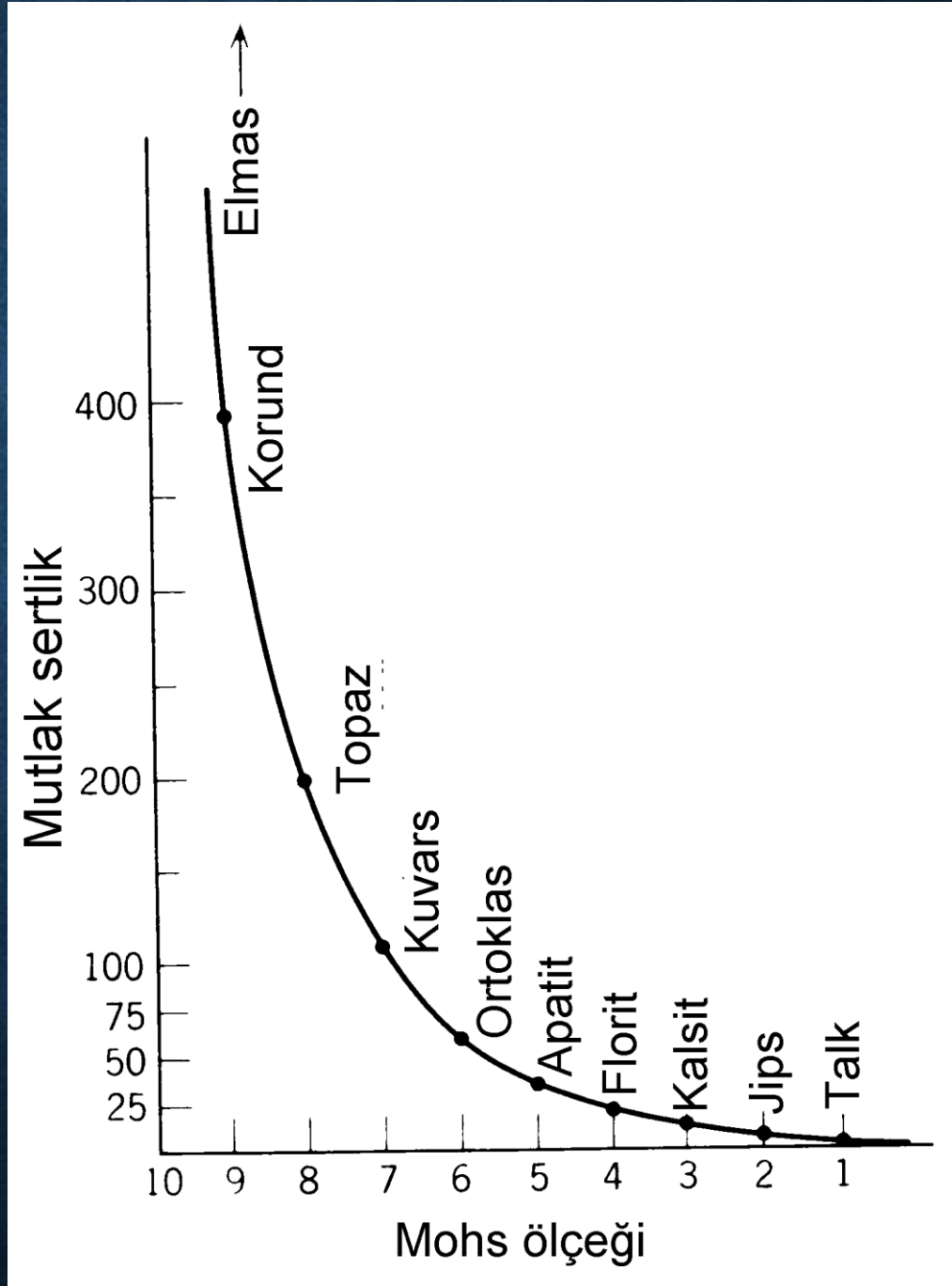
SERTLİK

Bir mineralin düzgün bir yüzeyinin çizilmeye karşı gösterdiği dirence sertlik denir

- Metalik bağlı kristallerde çizilme, bir oyuk meydana getirir
- İyonik ve kovalent bağlı gevrek mineraller çizilmeye mikro boyutta kırılarak tepki verirler

MOHS CETVELİ (SKALASI) / SERTLİK CETVELİ

- 1 Talk
- 2 Jips
- 3 Kalsit
- 4 Florit
- 5 Apatit
- 6 Ortoklas
- 7 Kuvars
- 8 Topaz
- 9 Korund
- 10 Elmas



- **Sertliğini bulmak için;** mineralin cetveldeki minerallerden hangisini çizdiği, hangisini de çizemediği ortaya konur
 - Bazen bir mineral daha az sert olabilir ve diğer mineralin üzerine kırıntılarını bırakır
 - Bozuşma ile bazı minerallerin yüzeyleri daha az sert olan bir malzemeye değişmiş olabilir
- **Sertlik testi numunenin taze yüzeyinde yapılır**
 - **Toz, taneli / kıymıklı** olan mineraller, daha az sert olanlar tarafından çizilebilirler

Bunun için sertlik testini terslemek gerekir

A minerali **B**; **B** minerali de **A** ile çizilir

- Mohs Cetvelindeki minerallerden başka;

tırnak, bakır para, cep çakısı ve cam

da sertlik hakkında bilgi verir

- Sertlik vektöryel bir özelliktir

- Bir çok mineralde yönler arasındaki sertlik farkı çok az

Kyanit: sertliği uzunluğu boyunca **5**, dik yönde **7**

Kalsit: sertlik tüm yüzeylerde **3**, {0001} yüzeyinde **2**

ESNEKLİK

Bir mineralin, kırılma, öğütülme, bükülme veya yırtılmaya karşı gösterdiği dirence esneklik denir

Gevrek: kolayca kırılan ve toz haline gelebilme

Halit

Dövülebilme: levha haline gelebilme

Çekilebilme: tel haline çekilebilme

Kesilebilme: yonga çıkartılarak kesilebilme

Metaller

Bükülebilme: Kuvvet kaldırıldıktan sonra eski haline dönemeyecek tarzda bükülme / eğilme

Klorit ve talk

Elastiklik: Kuvvet kaldırıldıktan sonra eski haline gelebilen bükülme / eğilme yeteneği

Mikalar

ÖZGÜL AĞIRLIK

*Bir cismin belli bir hacimdeki ağırlığının,
4°C sıcaklıkta aynı hacimdeki suyun ağırlığına olan
oranına özgül ağırlık denir*

- Bir kristalen maddenin özgül ağırlığı (**Ö.A.**):
atomların türüne
atomların paketlenme tarzına
bağlıdır

Mineral	Bileşim	Atom ağı.	Ö.A.
Aragonit	CaCO_3	40.08	22.94
Stronsiyanit	SrCO_3	87.62	3.78
Viterit	BaCO_3	137.34	4.31
Serüzit	PbCO_3	207.19	6.58

- Paketlenme tarzının özgül ağırlığa olan etkisi,
en iyi polimorfik bileşiklerde görülür

Elmas (C) yakın paketlenme

Ö.A. = 3.5

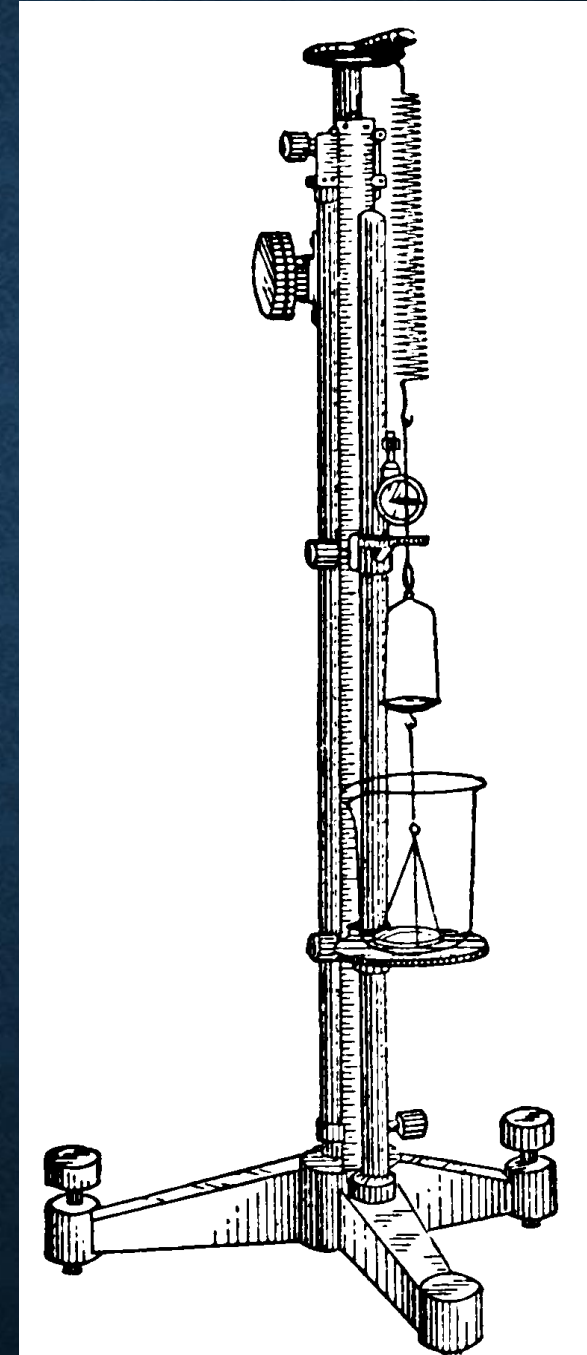
Grafit (C) gevşek paketlenme

Ö.A. = 2.23

ÖZGÜL AĞIRLIĞIN TAYİNİ

- **Ö.A.** hassas olarak ölçülebilmesi için:
Homojen, saf, sıkı (kompakt)
(hava filmi, kırık ve boşluk içermemesi)
- Normal mineralojik amaçlı bir **Ö.A.** için
~1 cm³ numune yeterli

$$\text{Ö.A.} = \frac{A_h}{A_h - A_s}$$



PİKNOMETR

E

- Yeterli büyüklükte bir parça elde edilemezse **Ö.A.** mineralin tozundan / kırıntılarından **piknometre** ile hassas olarak tayin edilebilir

$$\text{Ö.A.} = \frac{(M - P)}{W + (M - P) - S}$$

P = boş piknometre ağırlığı

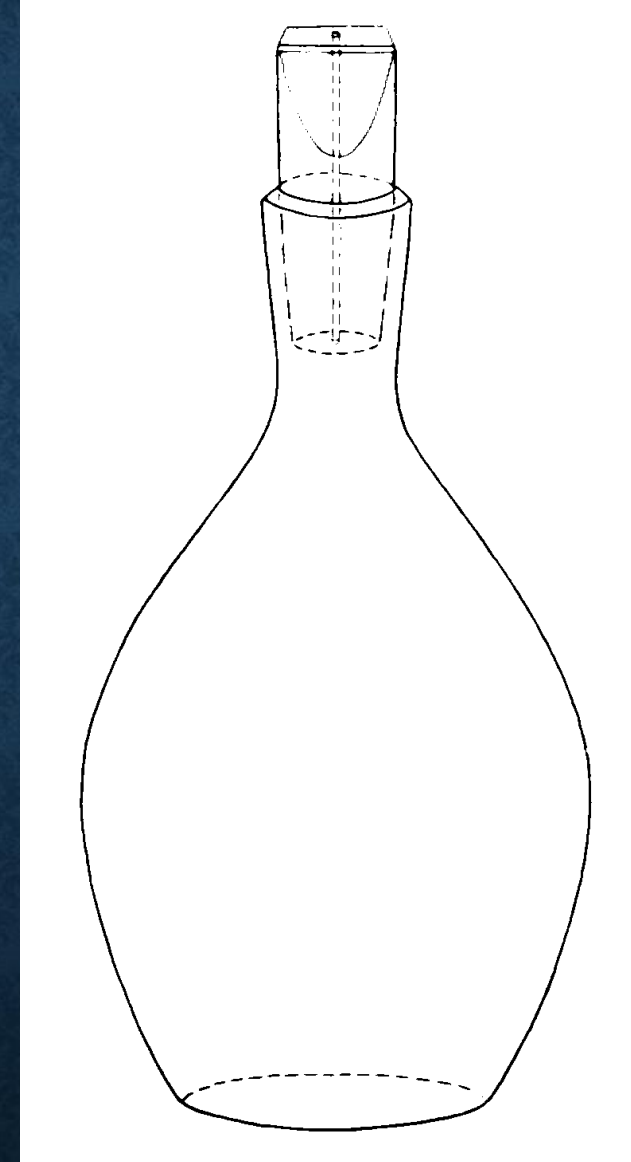
M = piknometre + numune ağırlığı

M - P = numune ağırlığı

W = piknometre + su ağırlığı

S = numune + piknometre + su ağırlığı

W + (M - P) - S = taşırılan su ağırlığı



AĞIR SIVILAR

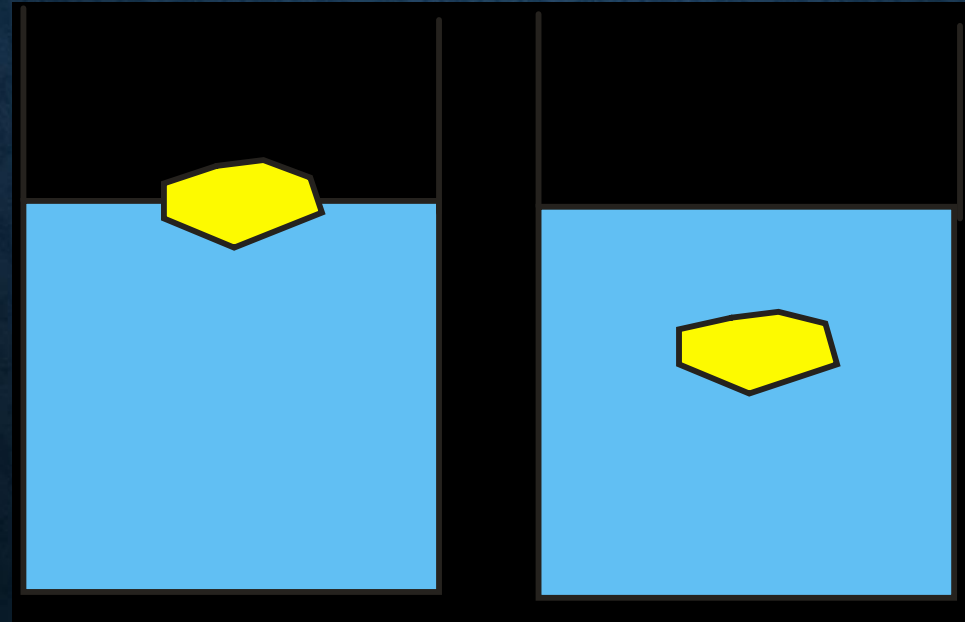
- **Ö.A.** tayin etmek için, **Ö.A. yüksek** çeşitli sıvılar kullanılır

Bromoform (Ö.A. = 2.89)

Metilen iyodür (Ö.A. = 3.33)

Aseton (Ö.A. = 0.79) (seyreltici)

- Sıvının **Ö.A.**, **Westfal terazisi** ile ölçülür



YOĞUNLUĞUN HESAPLANMASI

- Birim hücrenin hacmi, atomların türleri ve sayıları bilinirse, mineralin yoğunluğu hesaplanabilir

Örnek: **Aragonit** 'in (**CaCO₃**) formülünde

atomların oranı **1Ca : 1C : 3O** 'dir.

Her bir hücrede **4 birim formül** vardır (**Z = 4**)

Birim hücrede **4 Ca, 4 C** ve **12 O** bulunur

CaCO₃ 'ın molekül ağırlığı (**M**) **100.09**

Birim hücredeki 4 molekülün ağırlığı

$$4 \times 100.09 = 400.36$$

Dik açılı kristallerde birim hücrenin hacmi:

hücre boyutlarının çarpımından $V = a \times b \times c$

Dik açılı olmayan sistemlerde ise kenarlar arasındaki açılar da göz önüne alınması gerekir

Birim hücre boyutları;

$$a = 4.96 \text{ \AA}, b = 7.97 \text{ \AA}, c = 5.74 \text{ \AA} \text{ (rombusal)}$$

Birim hücrenin hacmi;

$$V = 226.91 \text{ \AA}^3$$

Hacmi cm^3 'e çevirmek için değer 10^{-24} ile çarpılır

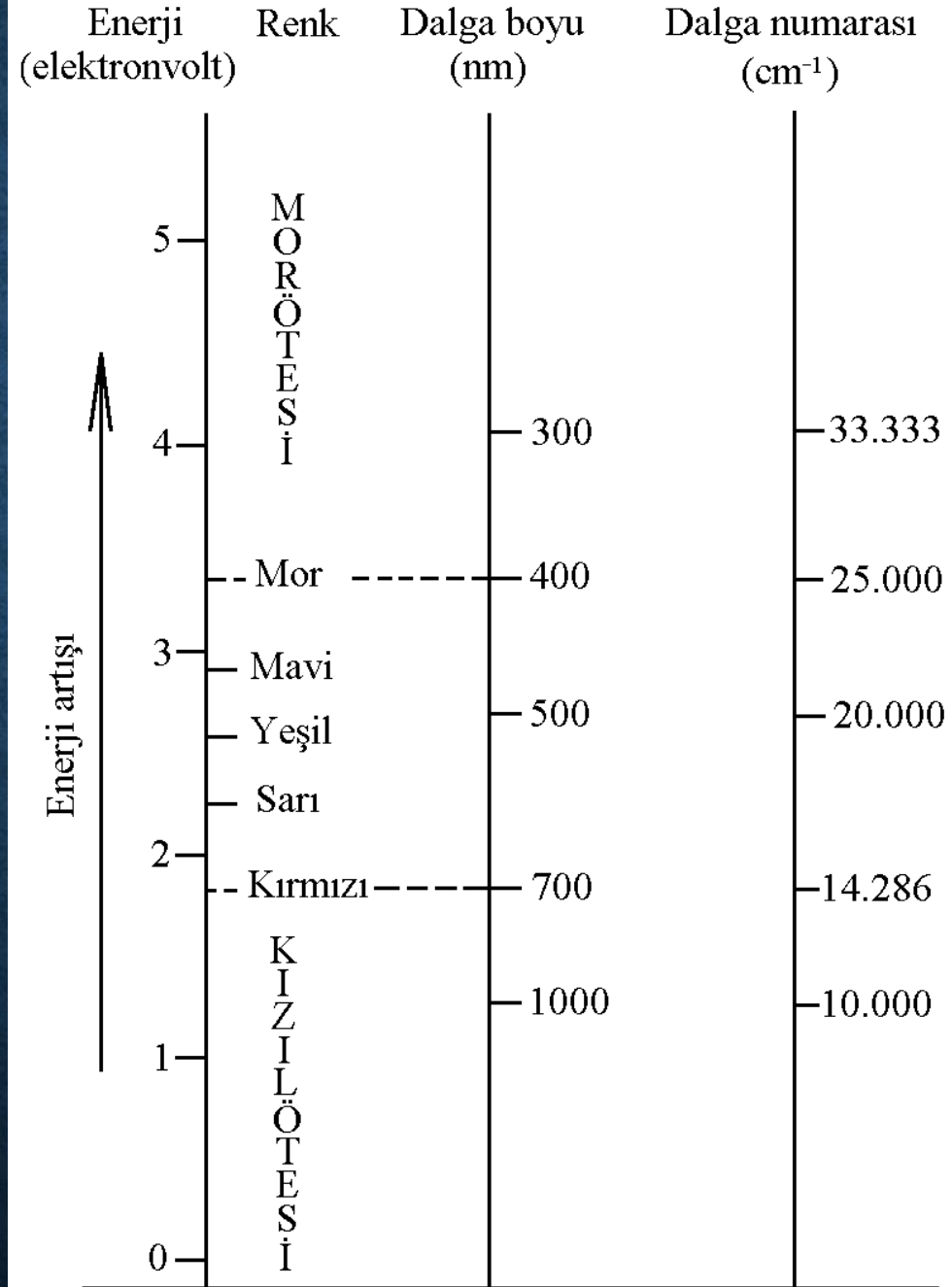
N , Avogadro sayısı

$$6.02338 \times 10^{23}$$

$$D = \frac{Z \times M}{6.02338 \times 10^{23} \times 226.91 \times 10^{-23}} = \frac{4 \times 100.09}{6.02338 \times 10^{23} \times 226.91 \times 10^{-23}} = 2.93 \text{ g/cm}^3 \quad N \times V$$

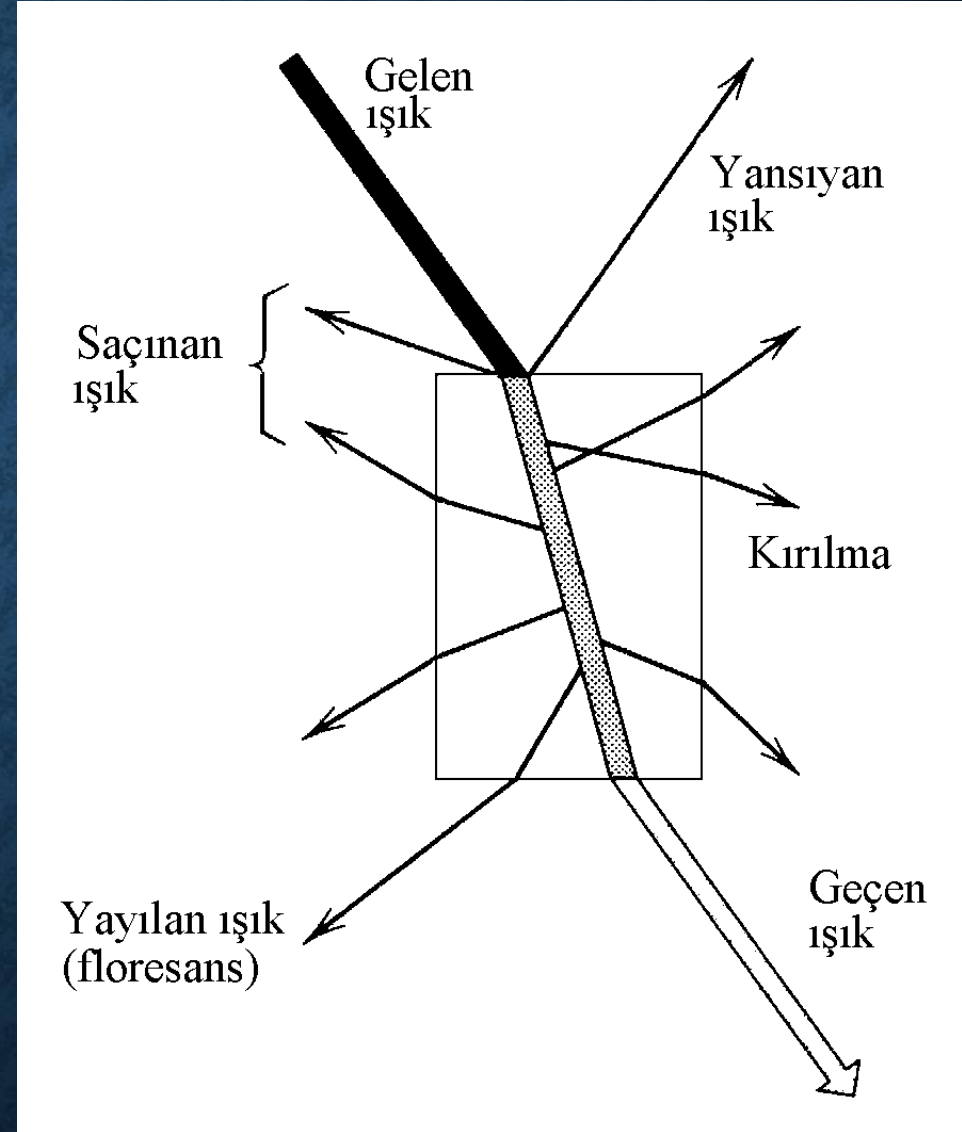
RENK

- Minerallerin fiziksel özellikleri arasında ilk ve en kolay gözlenen özelliğidir
- Bir çok mineralde karakteristik bir özellik ve minerali tanıtan kriterlerden biridir



- Beyaz ışık mineralin yüzeyine çarptığı zaman; mineralden geçer, saçılır, yansır, kırılır / emilir
- Işığın saçılması ve yansıması, kısmen mineralin cila özelliği olarak algılanır
- Geçen ışık mineral tarafından emilmezse bu mineral yansıyan / geçen ışıkta renksiz görünür
- Mineralden geçen ışığın belirli dalga boyları emilebilir

Algılanan ışık, mineralden geçerek göze ulaşan geride kalan dalga boylarındaki ışınların bir kombinasyonudur



Elektronlarla ilgili olan ve minerallerin renkli görünmesine neden olan başlıca olaylar:

Kristal alan geçişleri

“**geçiş elementlerinde**” kısmen dolu olan 3d yörüngeleri arasındaki **elektron geçişleridir**

Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu gibi geçiş elementlerinin bulunduğu minerallerde meydana gelirler

Moleküler yörünge geçişleri

Bitişik iyonlar arasında ortak olarak kullanılan valans elektronların **ileri-geri geçişleri** ile meydana gelirler

Renk Merkezleri

Mineraldeki yapısal kusurlarda hapsedilen ve herhangi bir birey atoma bağı olmayan bir elektron, **renk** meydana getirebilir

Ayrıca bir elektronun eksik olması, yani bir deliğin varlığı da aynı etkiyi yapar

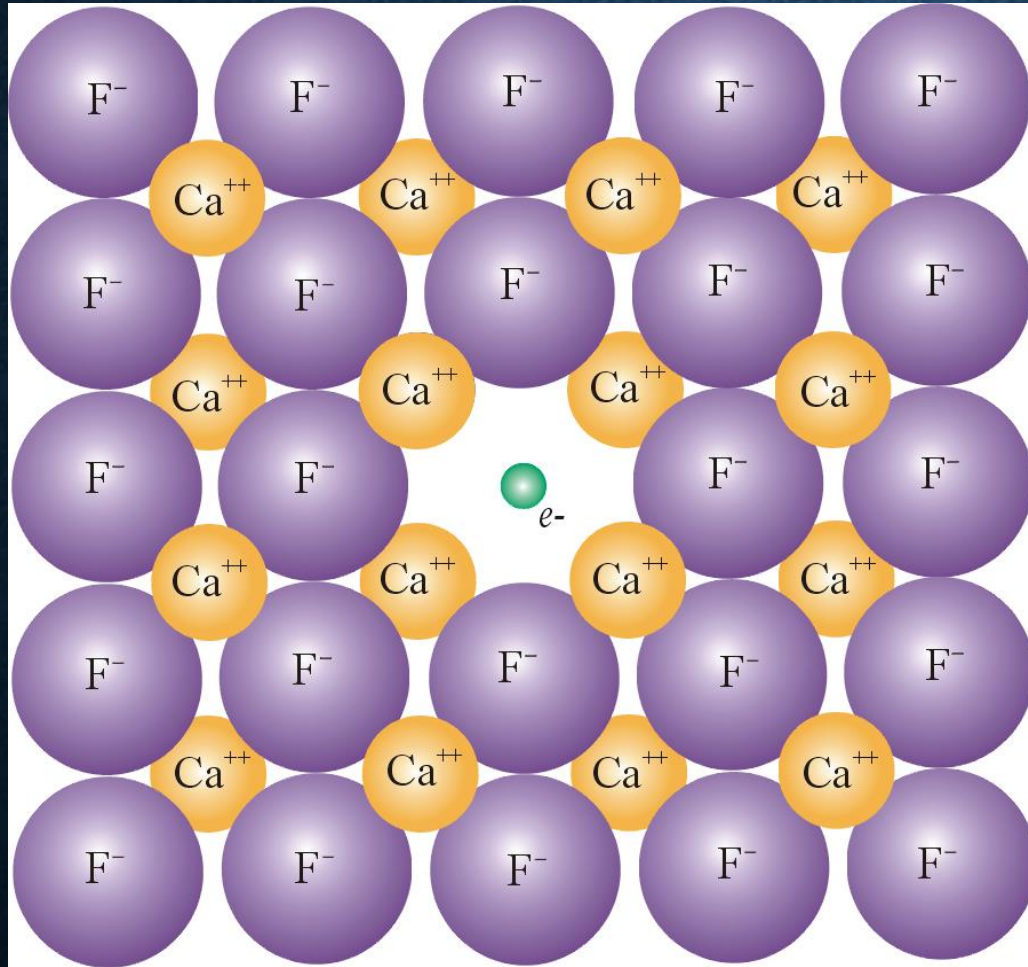
Bu tipteki yapısal özelliklere **renk merkezleri** denir

Mekanik olarak karışan safsızlıklar

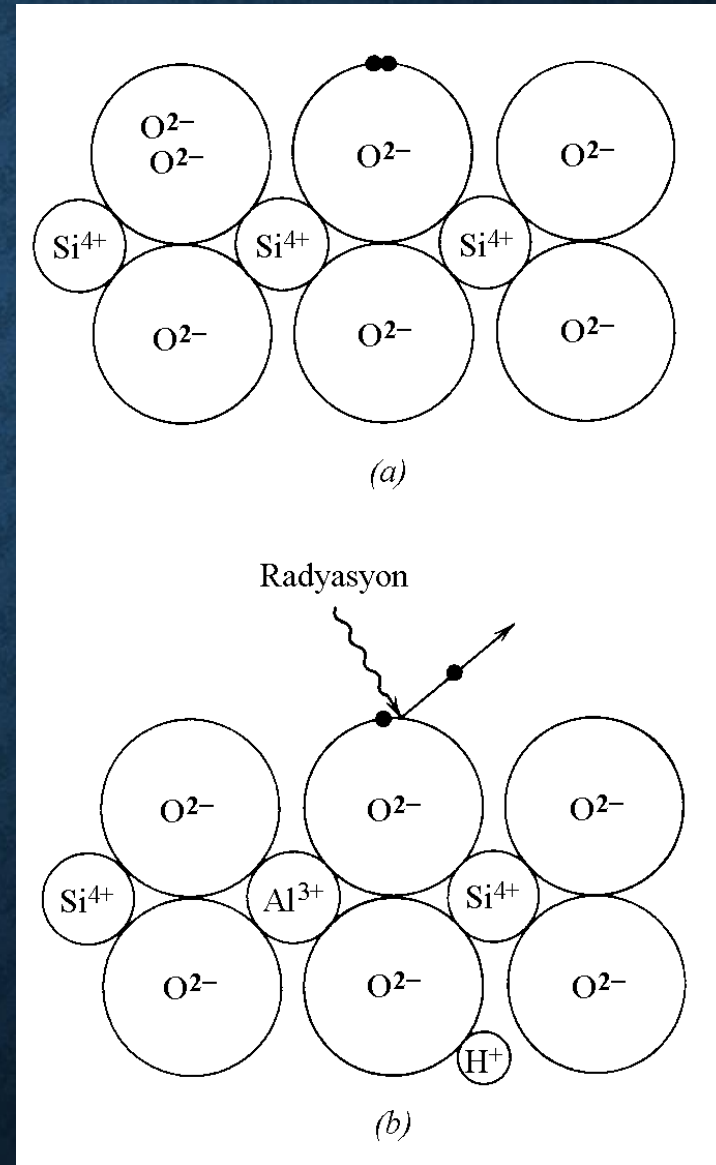
Bu safsızlıklar, aslında renksiz olan bir minerale çeşitli renkler kazandırabilirler.

Klorit, mangan oksit, hematit

Florit



Kuars



ÇİZGİ RENGİ

Çok ince toz haline gelmiş bir mineralin gösterdiği renge çizgi rengi denir



- Bir mineral değişik renklerde olabilirse de, çizgi rengi genellikle sabittir ve mineralin tayini için önemli bir özelliktir
- Çizgi rengi, minerali sırlanmamış beyaz bir porselene sürtmekle tayin edilir

Levhanın sertliği ~ 7, daha sert olan minerallerin çizgi rengi için kullanılmaz

CİLA

Bir mineral yüzeyinin, yansıyan ışıktaki genel görünüşüne cila denir

Metalik cila:

Bir metalin parlak görünüşünü gösteren mineraller için kullanılır

Bu minerallerin ışığı geçirmeme özellikleri çok yüksek, koyu çizgi renklidir

Galenit, pirit, kalkopirit

Metalik olmayan cila:

Genellikle açık renkli mineraller, ışığı en azından ince kenarlarından geçirirler

Bu minerallerin çizgi renkleri yok / çok açık renklidir

Cam cila: Camda görülen cila. **Kuars, turmalin**

Reçine cila: **Sfalerit, kükürt**

Sedef cila: Dilinim yüzeylerinde görülür.
Apofillit, talk

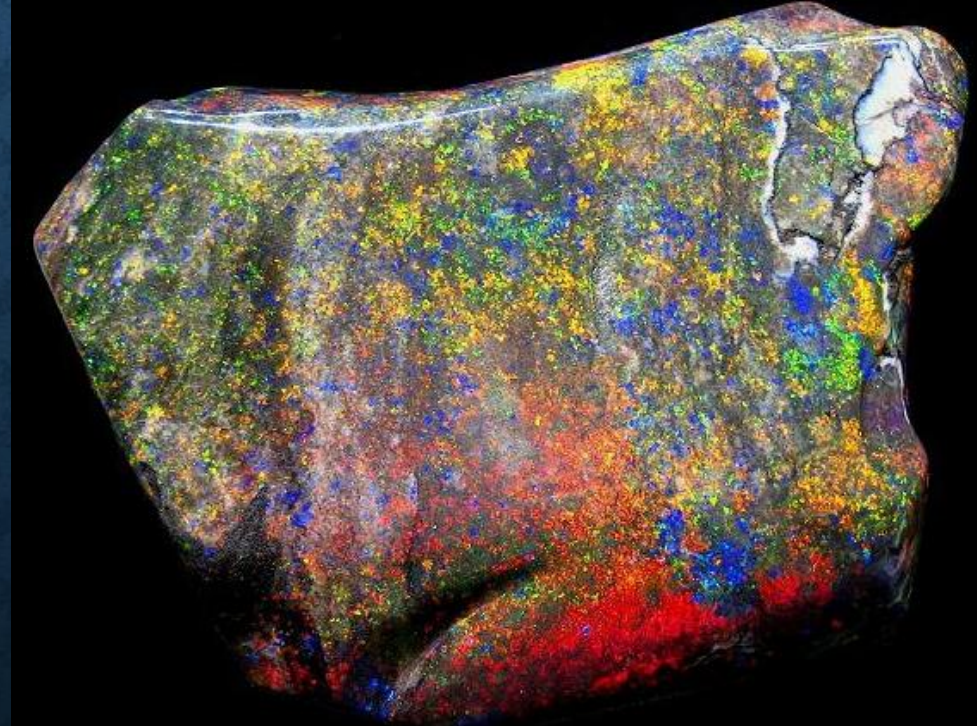
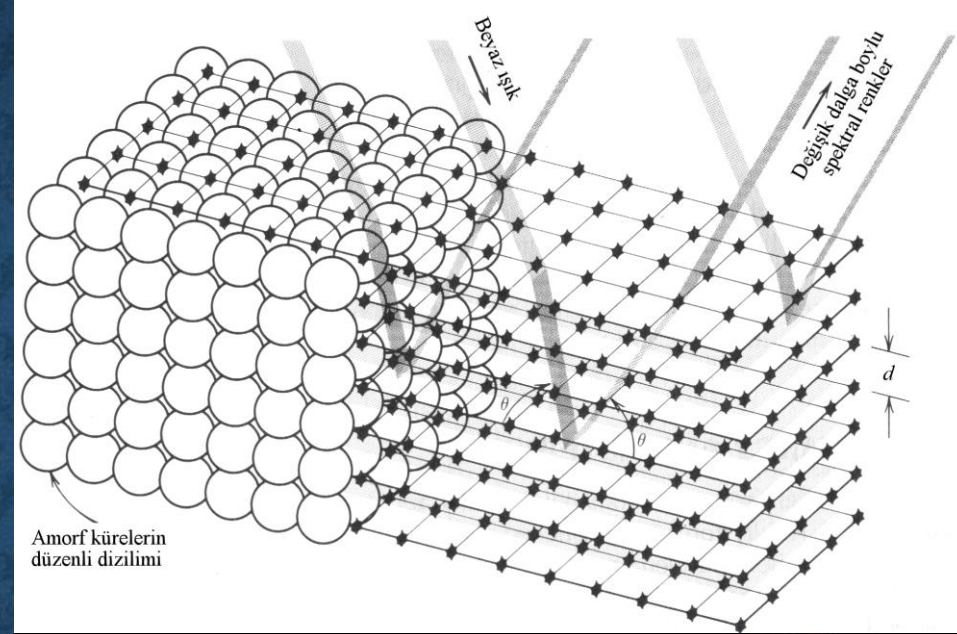
Yağ cila: İnce bir yağ katmanı ile kaplanmış gibi.
Nefelin, kuars

İpek cila: Işığın ince liflerden yansımaları ile.
Lifsel jips, malakit, krizotil

Elmas cila: Yüksek kırılma indisi ile ilgili.
Serüzit, anglezit, elmas

RENK OYUNU

- Işık bir mineralin yüzeyinde / içinde girişim yaparsa, gelen ışığın açısına bağlı olarak bir seri renk meydana gelir
- **Has opal** 'de beyaz veya koyu renkli bir zemin üzerinde meydana gelen çeşitli renklerin çarpıcı parlıtısına **renk oyunu** denir



İç menevişlilik

- Işığın, birbirine yakın konumlarda olan kırıklar, dilinim düzlemleri, ikiz lamelleri, eksolüsyon lamelleri / paralel yönlenmiş çok küçük kapantılar tarafından difraksiyona uğraması ile meydana gelir
Buna **şiller** / **labradoresans** da denir

Yüzey menevişliliği

- Oksidasyon veya değişme ile meydana gelen ince bir yüzeysel katmanda ışığın girişim yapması ve yansımaları ile meydana gelir

Hematit, bornit, limonit ve sfalerit

gibi metalik minerallerde

PLEOKROİZMA

Bazı mineraller ışığı farklı kristal eksenleri yönünde farklı miktarlarda emerler ve değişik yönlerde çeşitli renkler gösterirler

Bu özelliğe **çok renklilik** veya **pleokroizma** denir

Dikroizm: beril; bazis yönünden mavi,
yatay yönde yeşil

Trikroizm: kordierit; üç ayrı yönde,
mavimsi gri, sarı ve mor

KATOYANS VE ASTERİZM

Katoyans

- Bazı mineraller yansıyan ışıkta ipeğimsi bir görünüş gösterirler

Bu durum;

yakın paketlenme gösteren paralel liflerden
paralel düzenlenmiş kapantılardan

/ küçük boşluklardan kaynaklanır

- Bu mineraller bombeli bir biçimde kesilirlerse,
lif veya kapantıların uzandığı yöne dik olan
bir ışık şeridi meydana gelir

lifsel jips, kedigöz, kaplangöz, krosidolit

Asterizm

- Bazı kristallerde kapantılar, 120° açığı yapan üç kristal yönünde düzenirler
- **c** 'ye dik ve bombeli kesilen böyle bir mineral, her kapantı yönüne dik bir ışıktan oluşan 6 uçlu bir yıldız görünüşü kazanır (**üçlü katoyans**)

Yıldız yakut ve
yıldız safir



LÜMİNESANS

Bir mineralin, akkor hali ile doğrudan ilgili olmaksızın yaydığı her hangi bir ışığa lüminesans denir

- Bu durum, aktivatör denen safsızlıkları içeren minerallerde sıkça gözlenir ve çeşitli tarzlarda oluşabilir
- **Lüminesans,**
genellikle zayıftır ve sadece karanlıkta görülebilir

Floresans ve Fosforesans

- **Ultraviyole ışığı, X-ışınları veya katot ışınları altında tutulan bir mineralin ışık yaymasına floresans denir**
- **Işık yayma, uyarıcı etki yapan ışınların kesilmesinden sonra da devam ederse buna fosforesans adını alır**

Termolüminesans

Akkor halinden daha düşük sıcaklıklarda ısıtılan bir maddenin görünen ışık yaymasına termolüminesans denir

- Termolüminesans bir mineral **50-100°C** arasında ısıtılırsa, başlangıçta genellikle zayıf bir ışık yayar ve bu ışık genellikle **475°C** üzerinde kesilir

kalsit, apatit, skapolit, lepidolit ve bazı feldspatlar

Tribolüminesans

Öğütülen, çizilen veya ovalanan bir mineralin ışık yayma özelliğine tribolüminesans denir

- Bu özelliği gösteren minerallerin çoğu “metal olmayan mineraller” olup iyi dilinim gösterirler

florit, sfalerit, lepidolit

ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLER

- Kristallerin elektriksel iletkenlik göstermesi yapılarındaki bağ tipi ile ilgilidir
- **Tümüyle metalik bağlı** olan doğal elementlerin mineralleri *mükemmel iletken*dir
- **Metalik bağların kısmen** bulunduğu bazı sülfür mineralleri *yarı iletken*dir
- **İyonik / kovalent bağlı** mineraller *iletken değildir*
- **Küb sistemi dışında kalan** minerallerde iletkenlik, kristal yönlerine göre değişen vektöryel bir özelliktir

PIEZOELEKTRİKLİK

- 21 kristal sınıfında simetri merkezi yoktur

Bu kristallerde polar eksenler bulunur

- Polar eksenlerin uçlarına basınç uygulanırsa, elektronlar bu eksenin bir ucundan diğerine doğru akar.

Bir uçta - elektrik diğer uçta da + elektrik meydana gelir

Buna *piezoelektriklik* denir

- Bazı polar eksenli minerallerde meydana gelen yük saptanamayacak kadar küçüktür

Kuars: a_1, a_2, a_3 polar eksenlerdir

PIROELEKTRİKLİK

- Bir kristalde meydana gelen sıcaklık değişimleri ile polar bir eksenin zıt uçlarında + ve - yükler gelişir.

Bu özelliğe *piroelektriklik* denir.

- Tek polar eksenli olan 10 sınıfın kristalleri, “gerçek” veya birincil piroelektriklik gösterirler

Turmalin: Bir polar ekseni (c) vardır

- **Kuars** gibi polar eksenli olan bazı kristaller de sıcaklıkla piroelektriklik gösterebilirler
- Polarizlenme, farklı ısı genişmesinden kaynaklanan deformasyon sunucunda meydana gelir

~**100°C** dolayında ısıtılan kuars soğurken,

birbirleri ile ardalananan üç prizma kenarında + **yük**
diğer kenarlarında ise - **yük** gelişir.

Buna *ikincil piroelektrik polarizasyonu* denir

MAGNETİK ÖZELLİKLER

- Magnetik özellik bazı elementlerin atomik özelliklerden kaynaklanır

Atom ve moleküllerin magnetik özellikleri

elektronlarının kendi eksenleri etrafında dönmeleri ile ilgilidir

Diamagnetik

Bu maddelerde birbirine göre zıt yönlerde dönen aynı sayıda elektron vardır

Aynı yörüngede yer alan iki elektron, zıt yönlerde döner ve birinin kutubu yukarı diğeri ise aşağıya doğrudur

Yapıları bu türdeki atomlardan meydana gelen maddelere ***diamagnetik*** denir

Mıknatıs tarafından çekilmezler, elektron düzenleri asal gazlara benzer / ***d yörüngeleri*** tamamen doludur

Kalsit (CaCO_3), ***albit*** ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), ***kuars*** (SiO_2)

apatit [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$]

Paramagnetik

- Magnetik moment meydana getiren en önemli elementler, 3d yörüngelerinde bağlantıya katılmayan elektronları bulunan, ilk geçiş element serisindeki **Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni ve Cu**
- Bu elementlerdeki magnetik moment eşleşmemiş elektronların dönme yönleri ve sayılarıyla ilgilidir
- Bileşimlerinde elektronları eşleşmemiş olan bu katyonların yer alması nedeniyle;
magnetik dipolleri düzensiz yapıda olan minerallere ***paramagnetik*** denir

- Bu mineraller bir magnetik alana konulursa, küçük dipoller dıştaki magnetik alana uygun olarak dizilirler

Yapıda meydana gelen termal hareketler, bazı dipollerin düzenlenmesini bozma eğilimi gösterir ve

dipollerin çok azı dıştaki magnetik alana uygun
olarak dizilir

- Bu nedenle paramagnetik bir mineralin bir dış magnetik alandan etkilenmesi çok zayıftır ve mıknatıslanması kalıcı değildir

Olivin $[(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4]$, ***ojit*** $[(\text{Ca,Na})(\text{Mg,Fe,Al})(\text{Al,Si})_2\text{O}_6]$

Ferromagnetik

- Magnetik dipoller paramagnetik maddelerde düzensiz yönelme gösterirler
- Ferromagnetik minerallerde;
birbirine yakın olan komşu atomların yörüngeleri üzerlendiği için dipoller dizilim gösterirler
- Metalik **Fe** 'de, dipol momentleri iyi dizilim gösteren çok sayıda paramagnetik atomun bulunduğu alanlar vardır
Normal durumda bu alanlar düzensiz yönelimlidir ve net magnetik etkileri 0 'dır
- Magnetik alana konulursa, bu alanlar dış magnetik alana uyumlu olarak dizilirler;
kalıcı ve kuvvetli mıknatıs özelliği kazanırlar

Ferrimagnetizm

Bu özellikte olan maddelerin iyonlarında

dönme momenti antiparalel 'dir

(kutupları zıt yönde olacak tarzda paralel)

- Ferrimagnetik maddelerde antiparalel dönme momentleri eşit değildir ve bu maddelerde

kalıcı magnetik alanlar vardır

Magnetit–ulvöspinel serisi (**Fe_3O_4 – Fe_2TiO_4**),

Hematit–ilmenit serisi (**Fe_2O_3 – FeTiO_3**)

Pirrotin (**Fe_{1-x}S**)

MİNERALLERİN ISI ÖZELLİKLERİ

- Isı da bir dalga hareketidir. Bu nedenle minerallerde absorpsiyon, yansıma gibi davranışlar gösterir ve mineralin izotrop ve anizotrop özellikleri ile uyuşur
- Minerallerin bir kısmı ısıyı iletir, diğer bir kısmı ise iletmez