

JEM 414 / JEM 440 MİNERAL TANIMA YÖNTEMLERİ DERSİ

1. HAFTA

Arş. Gör. Dr. Kıymet DENİZ

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

TANIM

- **Mineraller:**

tanımlanmış bir kimyasal bileşimi ve düzenli bir iç atomik yapısı olan, doğal ve homojen katı cisimler olup genellikle inorganik olarak meydana gelirler

- **Kayaçlar ise mineral topluluklarıdır**

Çeşitli minerallerin veya tek türdeki bir mineralin çok sayıda birikmesi ve bir araya gelmesi ile

Örneğin:

granit, bazalt

MİNERALERİN ÖZELLİKLERİ

□Doğal olarak bulunurlar

laboratuvarlarda sentetik olarak üretilen karşılıklarına ise *sentetik* ön eki eklenir

□Homojen katı cisimlerdir

Homojen

mineralin fiziksel olarak daha basit kimyasal bileşenlere ayrılmayan katı bir malzeme olduğunu

Katı

terimi gaz ve sıvıları kapsamadığını belirtir

Su mineral değildir

H₂O buz halinde mineral

Civa, *katı* olmayan tek mineraldir

□ Tanımlanmış kimyasal bileşim

Mineralin belirli bir kimyasal formül ile ifade edilebileceğini belirtir

kuars SiO_2

□ Düzenli iç atomik yapı

Atom veya iyonların düzenli bir geometrik desen halinde düzenlendiği bir iç yapısal ağı

belirtir

Volkanik cam, limonit, allofan, doğal *amorf*

Su ve civa gibi iç düzeni olmayan maddeler ile diğer amorf maddeler *mineraloid*

□ Genel olarak inorganik proseslerle meydana gelirler

Mineralin tanımındaki diğer koşulları karşılayan bazı organik faaliyet ürünü bileşikler de mineral kapsamında yer almaktadırlar.

Bu nedenle, inorganik teriminin önünde genel ön ekinin kullanılması daha uygundur

Mollusk kabuklarının CaCO_3 meydana gelmesi

İstiridye kabuğu ile inci

organik mineral oluşumuna ait örneklerdir

opal (amorf SiO_2)

magnetit (Fe_3O_4), mangan oksitler

pirit (FeS_2) ve elementer **S**

Organizmaların çökelttiği minerallere ait diğer örnekler

İnsan bedeninin ürettiği

apatit [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$] gibi kemik ve dişlerin temel bir minerali ile

kalsiyum fosfat, kalsiyum okzalat ve magnezyum fosfat

bileşimlerindeki **böbrek taşları**

- Petrol ve kömür'e sıkça mineral yakıtlar denir
Bu maddeler mineral kapsamının dışında kalırlar
- Doğal olarak oluşan bu maddelerin ne düzenli bir atomik düzeni ne de belirli bir kimyasal bileşimleri vardır
- Uygun jeolojik ortamlarda kömür yatakları yüksek sıcaklıktan etkilenir, uçucu hidrokarbonlar çıkar ve geride kalan karbon kristalleşerek grafit minerali meydana gelir

KRİSTALOGRAFİ: DIŞ FORM

- ❑ Kristalen katıların büyüme prensiplerini, dış biçimlerini ve iç yapısını inceleyen mineraloji dalına *kristalografi* denir
- ❑ Bir kaç istisna dışında mineraller, kristalli katılar için karakteristik olan “düzenli iç yapı” gösterirler.
- ❑ **Kristal, büyük bir aralıkta üç boyutlu iç düzeni olan homojen katı bir cisimdir**
- ❑ Günümüzde *kristal* terimi, düzgün dış yüzeylerin olup olmadığına bağlı kalmaksızın düzenli iç yapı gösteren katı maddeleri ifade etmek için kullanılır

- ❑ **Kristalen** terimi, kristal yapısında atomların düzenli dizilimini göstermek için kullanılmaktadır.
- ❑ Uygun koşullarda mineraller düzgün yüzeylerle çevrelenirler ve böylece kristal adı verilen düzgün geometrik formlar meydana gelir.

Bir ek almaksızın geleneksel anlamda *kristal* terimi:

Genellikle düzgün düzlemsel yüzeylerle çevrili olan düzgün geometrik katıları ifade etmektedir

- Sadece mikroskop altında tayin edilebilecek kadar ince taneli agregatlar halinde olan
kristalen malzemeye *mikrokristalen*
- X-ışını difraksiyon yöntemleriyle incelenebilecek kadar ince kristalitlerden meydana gelenler için de *kriptokristalen* terimi kullanılır
- Bazı maddeler ise herhangi bir iç atomik düzenleme göstermezler.
Bu maddelere *amorft*
Doğal olarak bulunan amorf maddelere *mineraloid* denir

KRİSTALLEŞME

Kristaller:

- **Çözeltilerden**
- **Ergiyiklerden**
- **Buharlardan** meydana gelirler

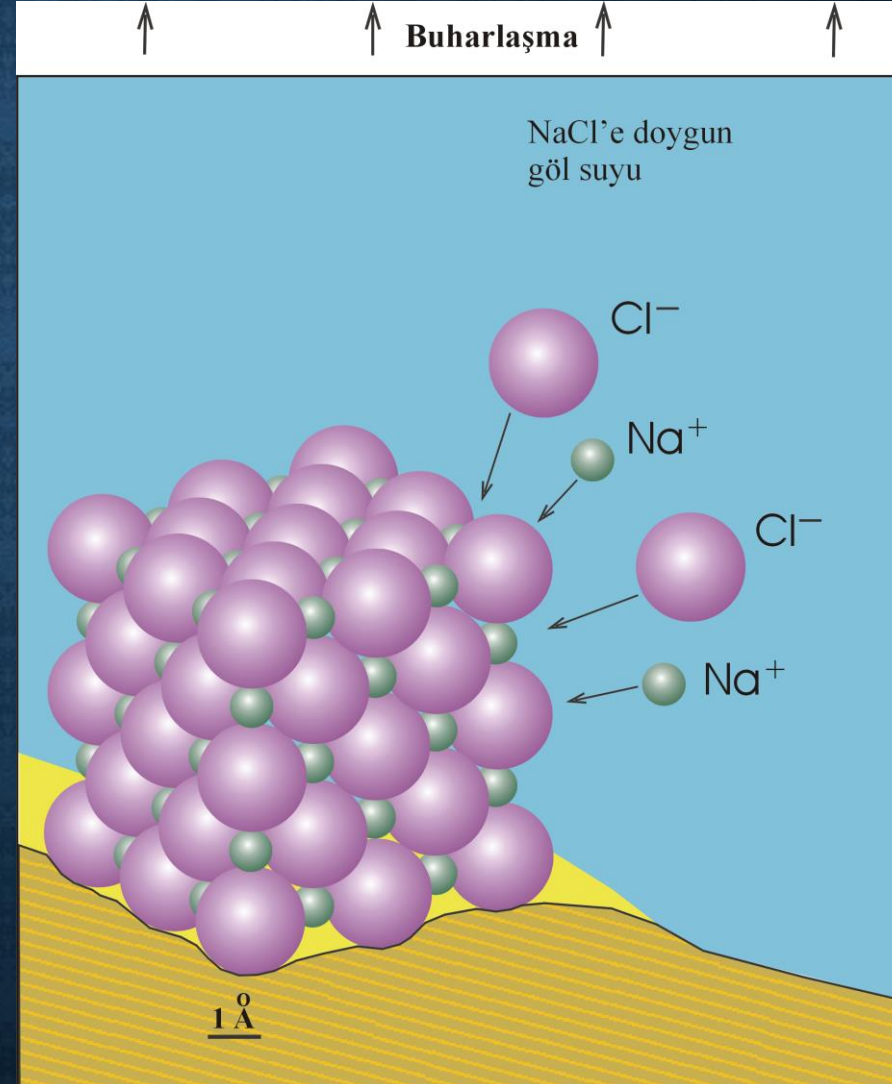
Bu ortamlarda atomlar düzensiz olarak yer alırlar ve gelişigüzel bir dağılım gösterirler.

Sıcaklık, basınç ve konsantrasyon'daki değişmelerle atomlar birbirine eklenerek düzenli bir dizilim kazanırlar

ÇÖZELTİDEN KRİSTALLEŞME

NaCl çözeltisinden kristal oluşumu:

- **Buharlaşma etkisiyle bu çözeltinin birim hacimindeki Na^+ ve Cl^- konsantrasyonu gittikçe artar.**
Sonuçta kalan tuzun tümü çözeltide taşınamaz hale gelir ve katı tuz çökelmeye başlar.
- **Suyun buharlaşması çok yavaş olursa, Na ve Cl iyonlarının gruplaşmasıyla karakteristik biçimler ve ortak yönlenmeler gösteren bir / birkaç kristal**
- **Buharlaşma hızlı olursa, çok sayıda kristalleşme merkezleri ortaya çıkar. Sonuçta genellikle çok sayıda küçük ve düzensiz yönlenmiş kristaller meydana gelir.**



ERGİYİKTEN KRİSTALLEŞME

Suyun donmasıyla meydana gelen buz oluşumu

Sıcaklık yeteri kadar azalırsa, sıvı haldeyken her yönde hareket edebilen H_2O molekülleri, belirli bir düzende düzenlenerek katı ve kristalen bir kütle meydana getirirler. BUZ

Magma ergiyiğinden magmatik kayaçların oluşumları

Soğuyan bir magmadan kristal büyümesi, birbiriyle çatışan iki etkinin sonucudur:

Termal titreşimler

potansiyel mineral çekirdeklerini bozmaya yöneliktir

Çekim güçleri

atomları veya iyonları bir arada toplamayı sağlar

Sıcaklık düştükçe, birincisinin etkisi kaybolur ve çekim güçleri ana etken haline gelir

BUHARLARDAN KRİSTALLEŞME

- Daha seyrek olan bir durumdur

Buharın soğumasıyla birbirlerinden ayrı olan atom ve iyonlar daha yakın duruma gelip kristalen bir katı meydana getirirler

örnekler;

kar oluşumu

fümerollerin çevresinde kükürt kristalleşmesi

KOLLOİDAL ÇÖZELTİLER

- Bazı eriyiklerde maddeler, gerçek çözeltilerde olduğu gibi **iyon veya atom** halinde bulunmazlar.
- Bu eriyiklerdeki tanecikler çözünmüş halde olmayıp bunları eriten bir sıvı içinde atom ve iyonlardan daha iri taneler halinde bulunurlar.
 - *Kolloidal eriyik veya sol* denilen bu eriyiklerde bulunan tanecikler (+) ve (-) yüklüdür.
 - Zıt yüklü bu parçacıklar içeren solların pıhtılaşmasıyla önce **jel** meydana gelir, daha sonra jeli'n kurumasiyla katı ve amorf mineral oluşur.
 - İzotrop özellikte olan bu maddeler düzgün geometrik yüzeyli şekiller göstermezler.

KRİSTAL BÜYÜMESİ

- İyi gelişmiş kristallerin çoğu, bir kayacın boşluğu gibi açık bir hacimde **çözelti veya ergiyikten** kimyasal çökellemeyle meydana gelirler.
- Çözelti / ergiyikteki çeşitli iyonlar bir araya gelerek, kristalen bir katının ilk düzenli yapısını oluşturan bir **çekirdek** meydana getirirler.
- Kristal büyümesindeki ilk aşama bir çekirdeğin oluşumudur. Bu çekirdeğin (veya tohum) oluşumundan sonra da **kristal büyümesi** meydana gelir.

- Çekirdeklerinin yüzey alanları, hacimlerine oranla çok büyüktür.

Yüzey alanları çok büyük olan bu çekirdekler (veya mineral kırıntıları), büyük kristallerden daha kolay çözünebilirler

- Bir kristalin varlığını sürdürebilmesi için, yüzey enerjisini (yüzey alanı / hacim), dolayısıyla çözünürlüğünü azaltacak kadar hızlı büyümesi gerekir.
- Birbirini izleyen iyon katmanlarının hızlı çökmesi ile çekirdek kritik bir boyuta ulaştığı zaman, artık büyük bir kristal olarak varlığını sürdürme şansı yükselir.

KRİSTAL MORFOLOJİSİ

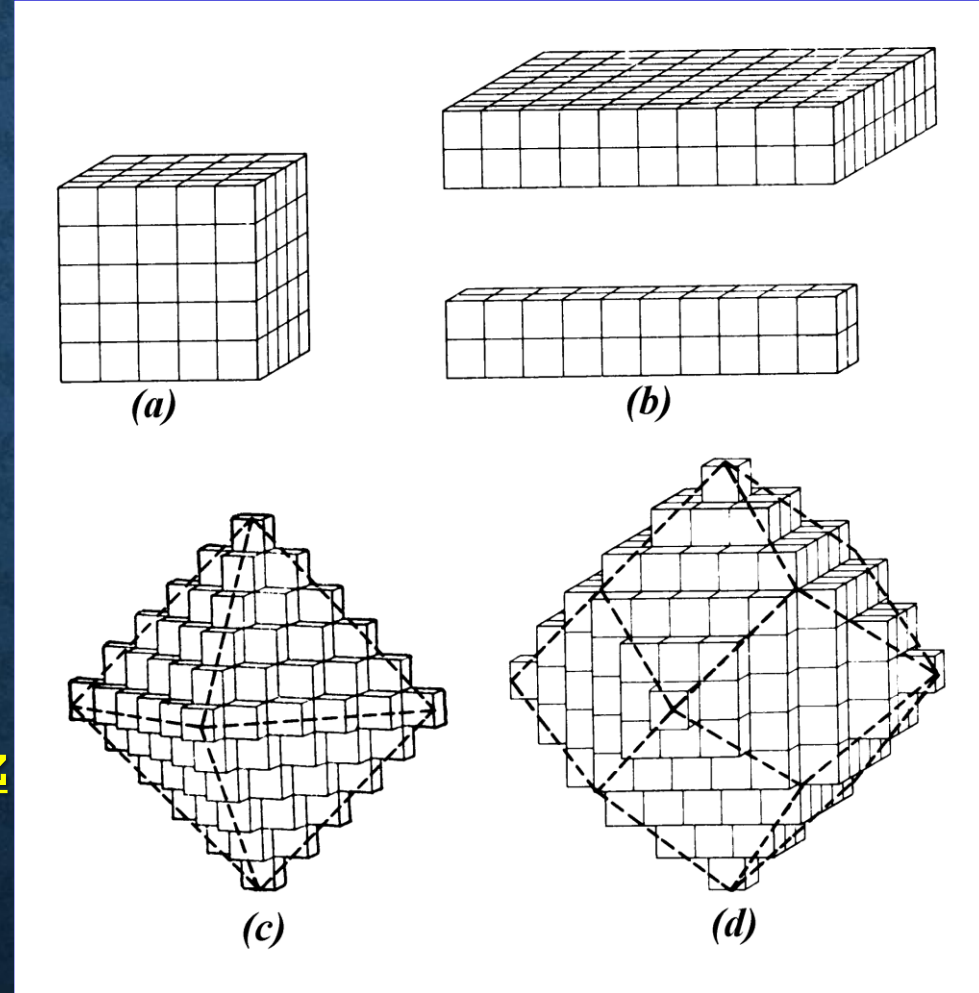
- Bir “**birim yapının**” üç boyutta tekrarlanmasıyla bir kristal meydana gelir. Bu nedenle bir kristal yüzeyi, bu birim yapıların biçimi ve kristalin büyüme koşulları ile ilgilidir.

Bunlar; sıcaklık, basınç, çözeltilinin tabiatı, akma yönü ve serbest büyüme için gerekli olan açık hacmin varlığı gibi dış koşullardır

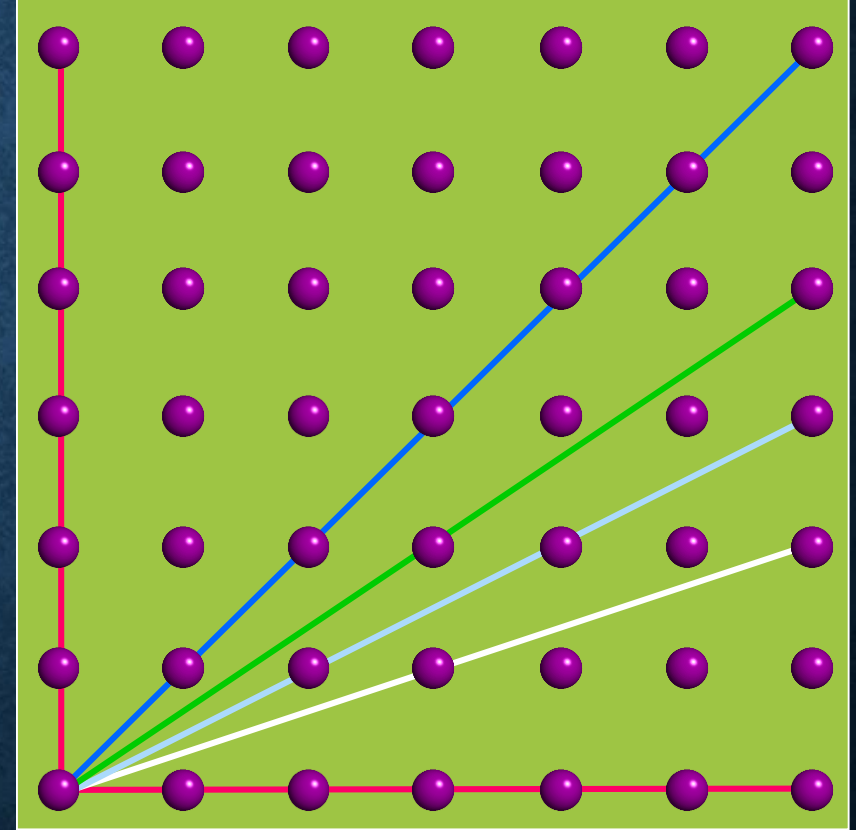
Kübik bir birim hücre, her kenarda n sayıda yer alacak tarzda üç boyutta tekrarlanacak olursa, n^3 biriminden meydana gelen daha büyük bir küb oluşur.

Bu tarzdaki düzenli bir tekrarlanma ile çarpık küb, oktaeder veya rombusludodekaeder meydana gelebilir.

Birim hücre boyutlarının \AA düzeyinde olması nedeniyle şekildeki basamaklar gözle görülmez ve kristal, düzgün ve düzlemsel yüzeylerle çevrelenmiş olarak görünür.

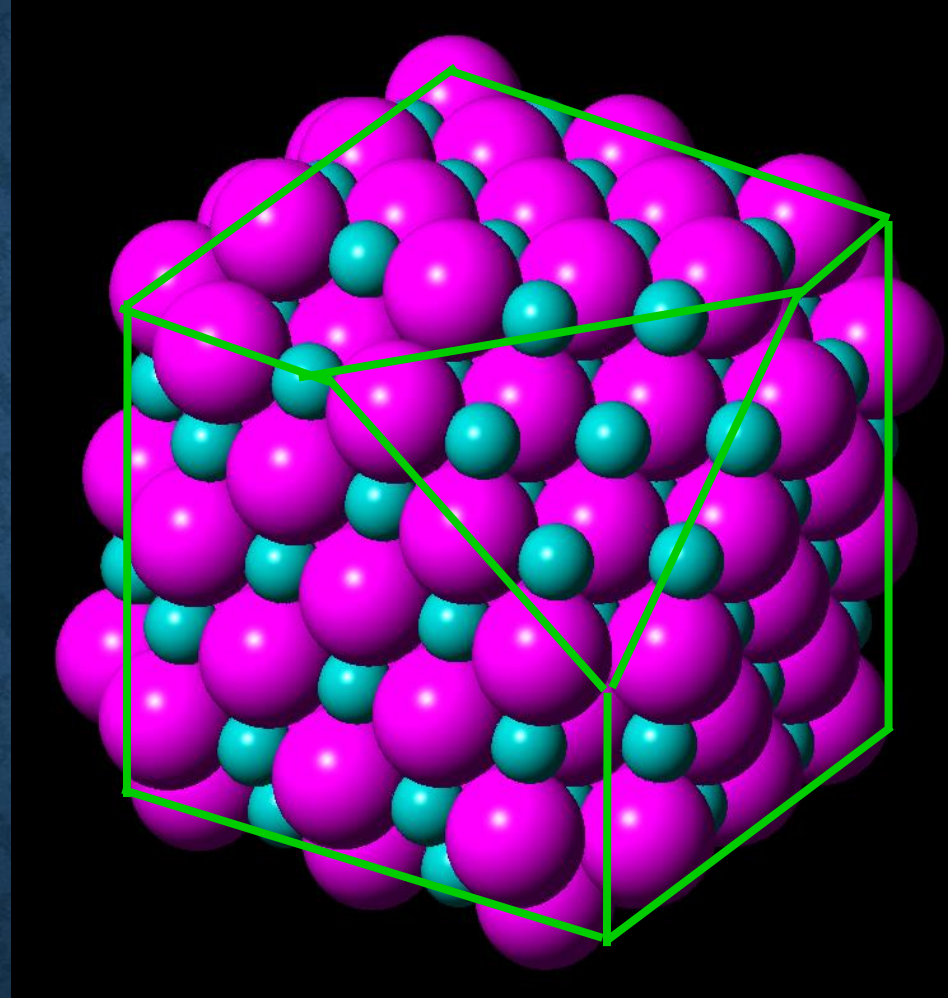


- Belirli bir iç yapı için, sınırlı sayıdaki yüzey bir kristali çevreler ancak bunlardan birkaçı belirgin durumda olur.
- Kristal yüzeyleri, kafes noktalarının yüksek yoğunlukta yer aldığı kafes düzlemlerine paralel olarak daha kolay gelişir.
- Gözlenen belirli bir yüzeyin frekansı, kafesle kesişen nokta sayısı ile orantılıdır.
- En belirgin yüzey, en çok noktayı kapsayacak konumda bulunur Bu kurala *Bravais Yasası* adı verilir.



Kristallerin düzenli iç yapıları olmasına karşın, iç yapıları farklı düzlem ve yönlerde farklı atomik ortamlar gösterirler.

Farklı kristal düzlemleri ve yönleri boyunca yer alan bu farklı atomik düzenlenme vektöryel özellikleri meydana getirir.



- Bu özelliklerin büyüklükleri yönlere bağlıdır.

Bu nedenle vektöryel özellikler değişik kristalografik yönlerde farklılık gösterir.

- Bazı vektöryel özellikler kristallerin farklı yönleri arasında kesiksiz değişim gösterirler.

Sertlik

Elektrik ve ısı iletkenliği

Isıyla genleşme

Kristalden geçen ışığın hızı

sürekli vektöryel özellikler'dir.

Süreksiz vektöryel özellikler

Kristalin sadece belirli düzlem ve yönlerinde görülür. Bu özellikler kristalografik yönler arasında ara değerler göstermezler.

büyüme oranı

çözünme oranı

dilinim

X-ışını difraksiyonu

- **İç yapılarındaki düzensizlik nedeniyle amorf maddelerin özellikleri her yönde aynıdır.**

KRISTAL BIÇIMI (HABITUS)

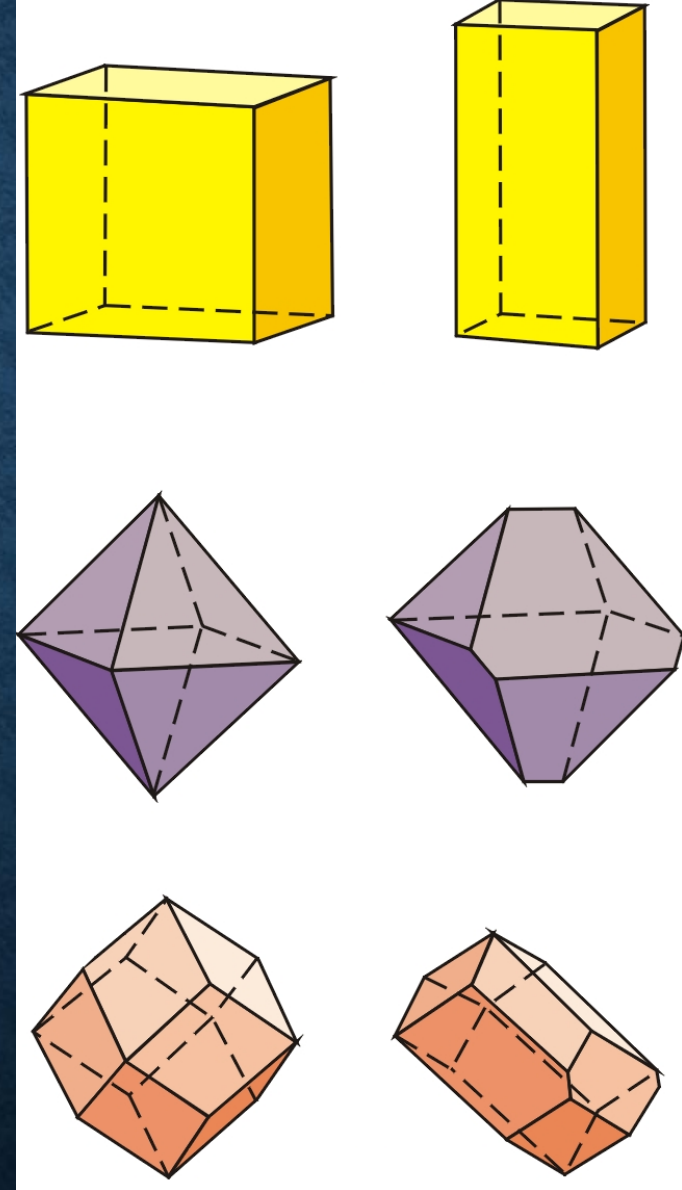
- Kübik, oktaedral ve prizmatik gibi terimlerle ifade edilir ve **kristallerin genel biçimlerini** belirtmek için kullanılır.

- Kristallerin biçimini büyüdükleri ortam koşulları denetler.

Bu nedenle bir kristalin biçimi yerden yere çeşitlilik gösterebilir.

- Kristaller çok ender olarak ideal geometrik biçimlerinde görünürler.

Fakat asimetric kristallerde bile yüzeylerinin görünüşünden, simetrinin ve yüzeyler arasındaki açının sabit olduğu gözlenir.



FİZİKSEL ÖZELLİKLER

KRİSTAL HABİTUS VE AGREGATLARI

- Birey kristallerin habitus (biçimleri) ve birlikte büyüme tarzları, mineralleri tanımda önemli ölçüde yardım sağlar
- Kristaller tek başlarına bulunurken;
ideal biçimleri dışında; **iğnemsî** (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 **yığışımı** 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:

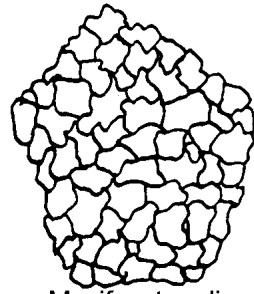
- *Yapraklı.* Katmanlara ve yapraklara kolay ayrılabilen
- *Mikamsı.* Yapraklımsı gibi ancak çok ince levhalara ayrılabilen
- *Lamelli / yassılaşımiş.* Birbirinin üstüne gelen yapışık ve levhamsı bireyli
- *Tüysü.* Tüye benzeyen veya ıraksayan ince pullu agregat

Eş boyutlu tanelerden meydana gelen agregat:

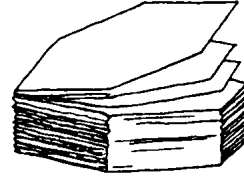
taneli / granüler

Diğer terimler:

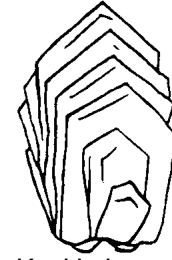
- *Stalaktitik.* İç içe girmiş silindir / koniler. Sularının mağara tavanından damlamasıyla oluşurlar
- *Konsantrik.* Az çok küresel olan katmanların üst üste ortak bir merkez etrafında yer alması
- *Pizolitik.* Fasulye boyutundaki yuvarlak taneler
- *Öolitik.* Küçük balık yumurtasına benzeyen agregat
- *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



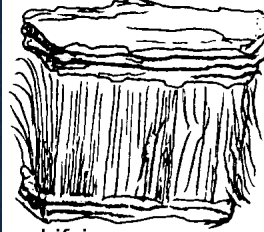
Masif ve taneli
(mermer)



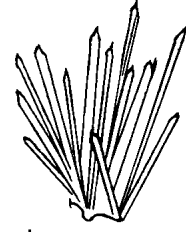
Yapraksı dilinimli
(mika)



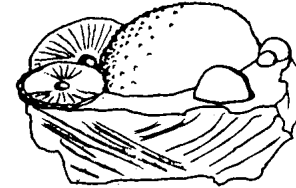
Keskin kenarlı
bıçaksı (Stibinit)



Lifsi
(Asbest)



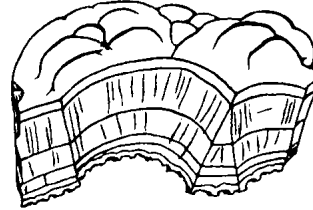
İğnemsı, ışınslı
(Millerit)



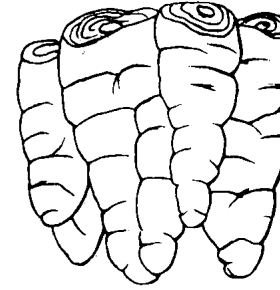
İşınslı ve küremsı
(Vavelit)



Dendritik
(Pirölüsit)

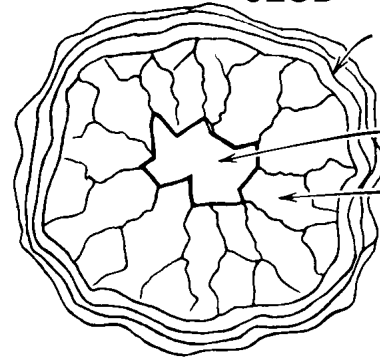


Salkımsı
(Hematit)



(Sarkıt dicit)

JEOD

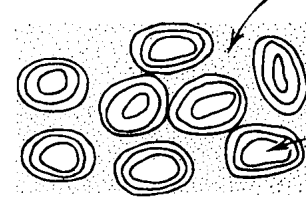


Kalsedon'dan oluşan
iççe geçmiş bantlar

Açıklık

Boşluğu
çevreleyen
iri kristaller.

Kuars ve hematit
çimentosu



Oolit

Oolitik
(Oolitik demir cevheri)

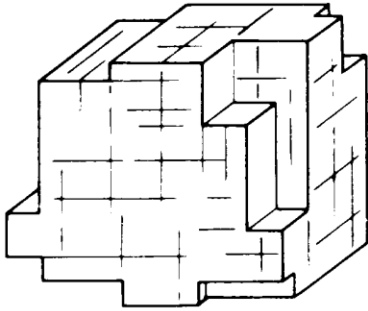
DİLİNİM, YARILMA VE KIRILMA

Dilinim

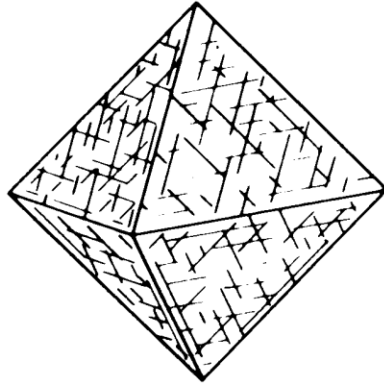
Minerallerin atomik düzlemlerine paralel olarak gösterdikleri düz yüzeyli levhalara ayrılma eğilimine dilinim denir

- 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)

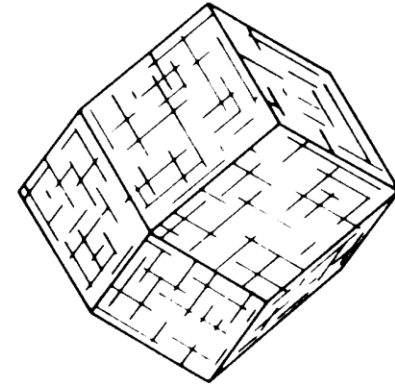
Bazı minerallerde dilinim yoktur (kuars)



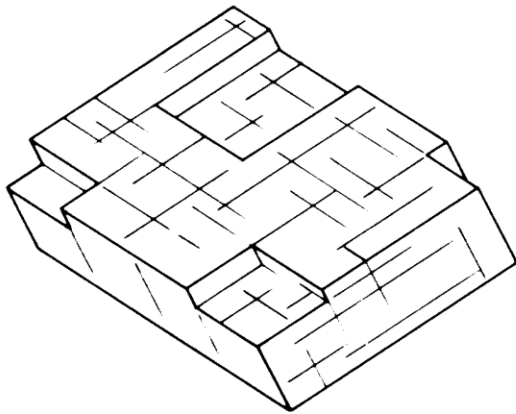
(a)



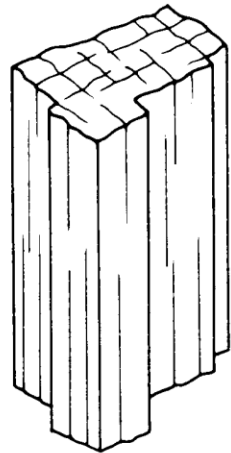
(b)



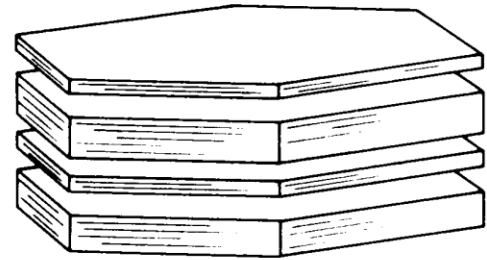
(c)



(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

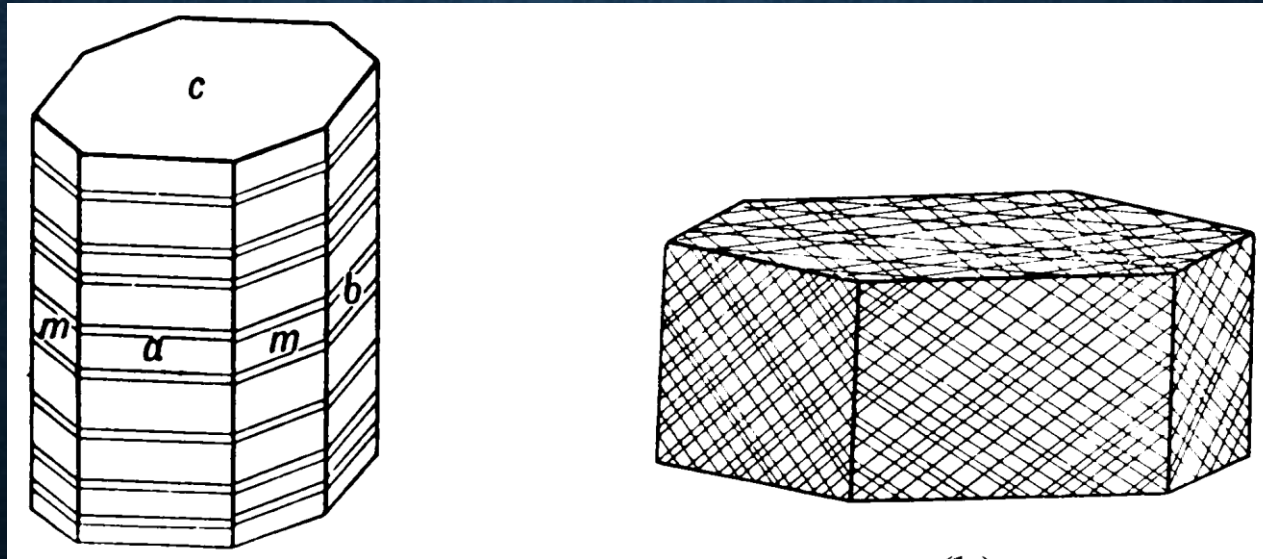
oktaedral yarılma

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 kabuğu biçimli): cam ve kuars

Lifsel ve kıymıklı: Lifli minerallerde, asbest

Çengelli: Dişli ve keskin kenarlı yüzey, metaller

Pürüzlü / düzensiz: Pürüzlü / düzensiz yüzey

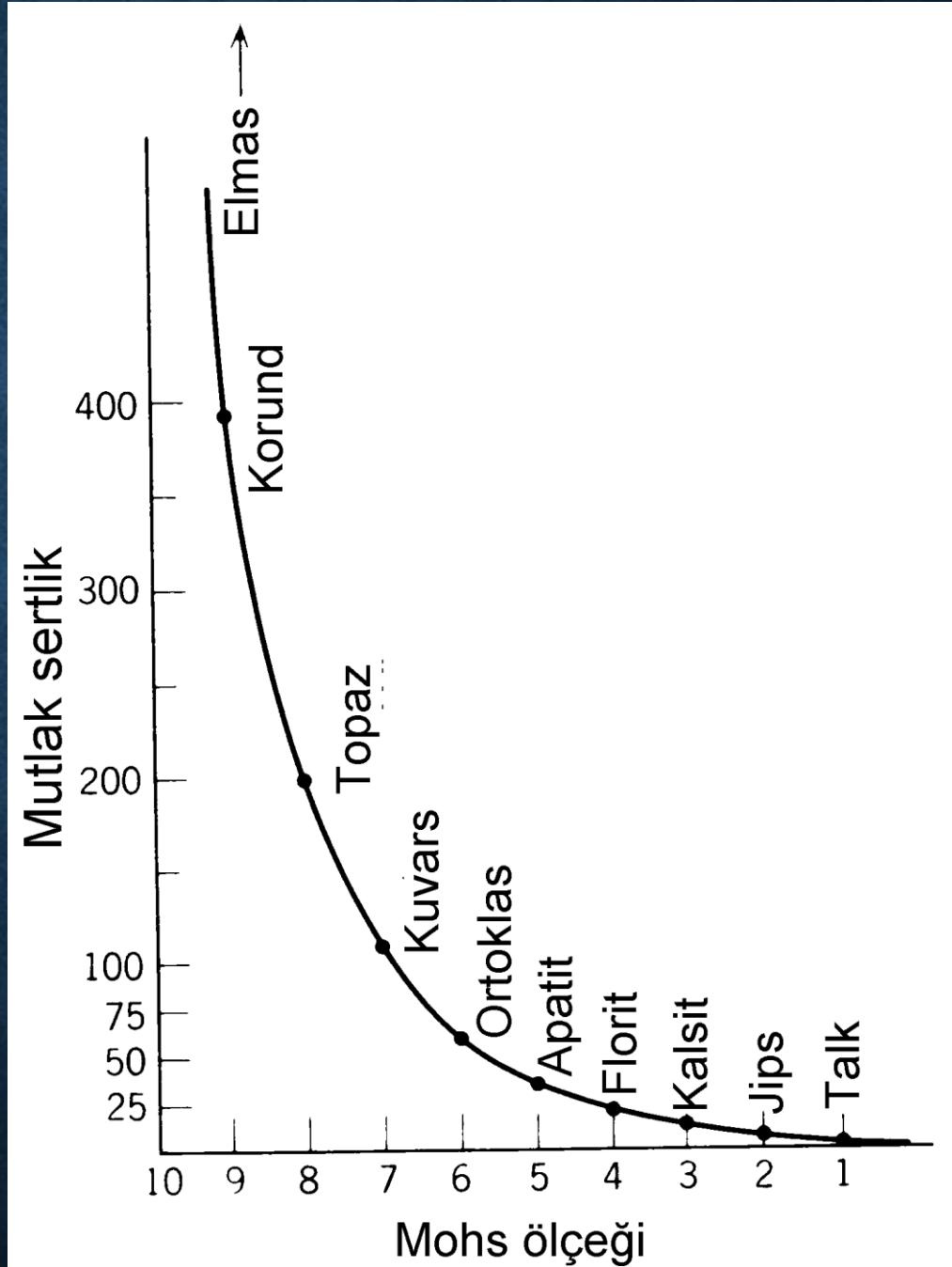
SERTLİK

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	Kuars
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

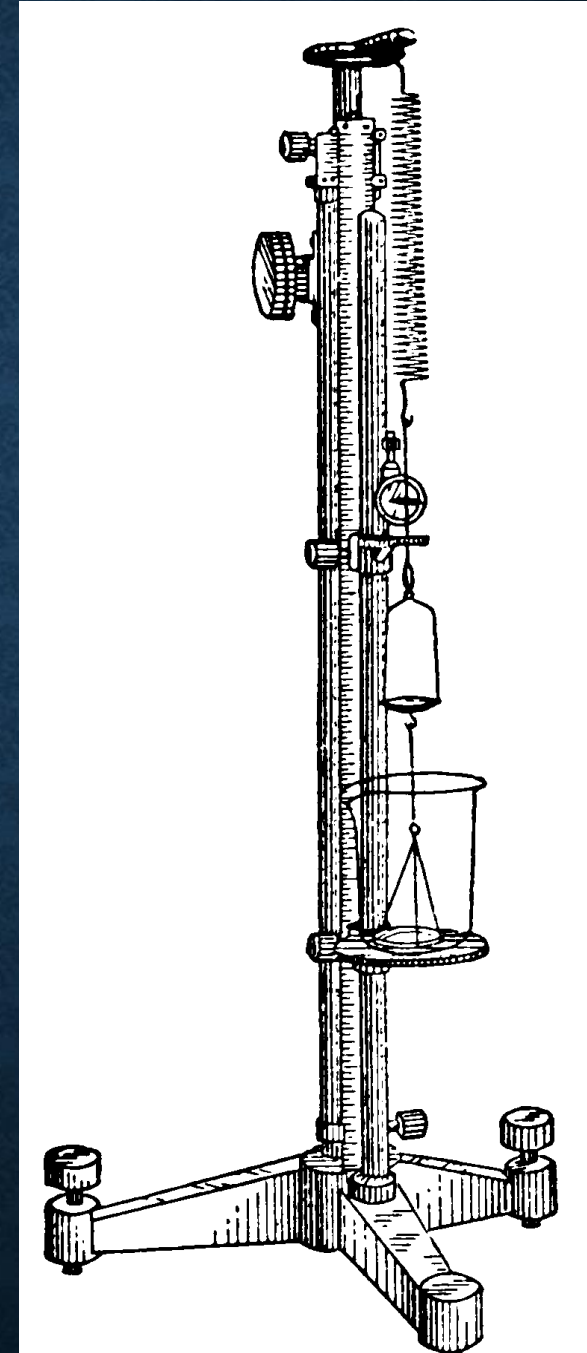
Grafit (C) gevşek paketlenme

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 / kırıntılarında **piknometre** ile hassas olarak tayin edilebilir

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

P = boş piknometre ağırlığı

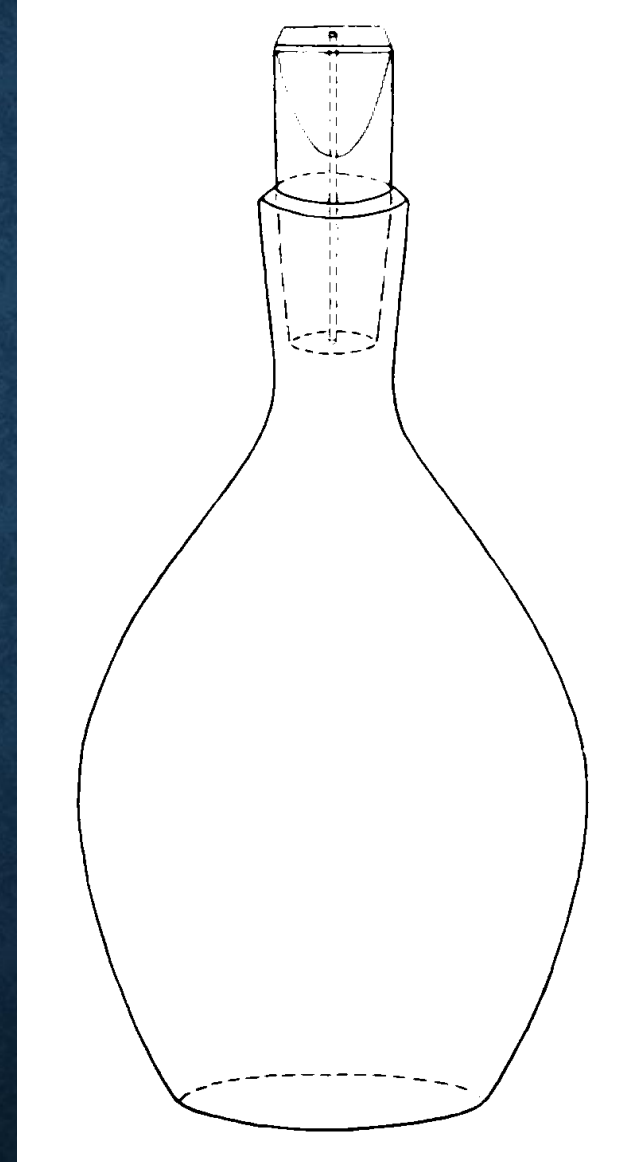
M = piknometre + numune ağırlığı

M - P = numune ağırlığı

W = piknometre + su ağırlığı

S = numune + piknometre + su ağırlığı

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



AĞIR SIVILAR

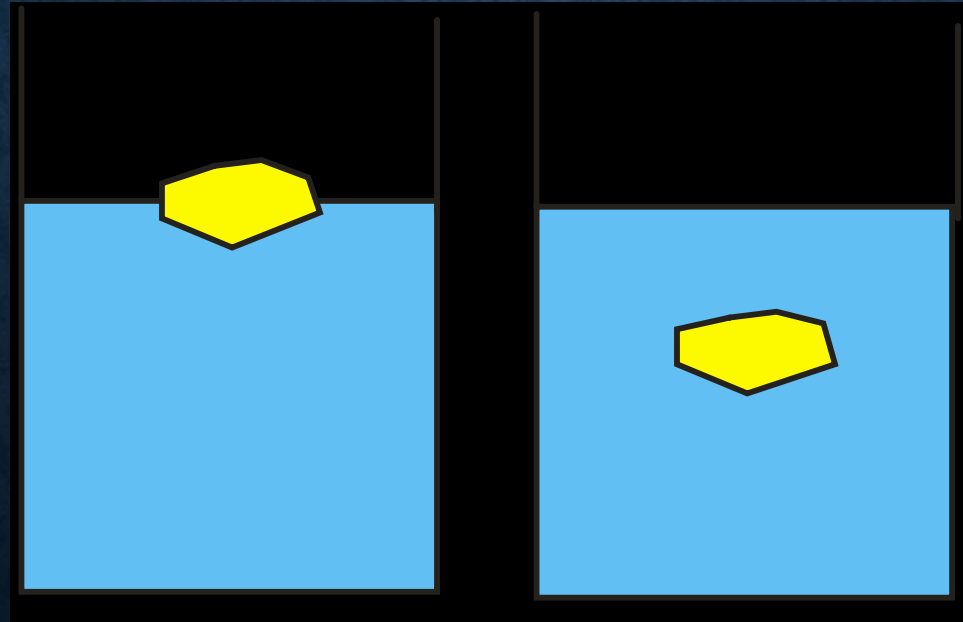
- **Ö.A.** tayin etmek için, **Ö.A. yüksek** çeşitli sıvılar kullanılır

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 'in 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 açıların 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

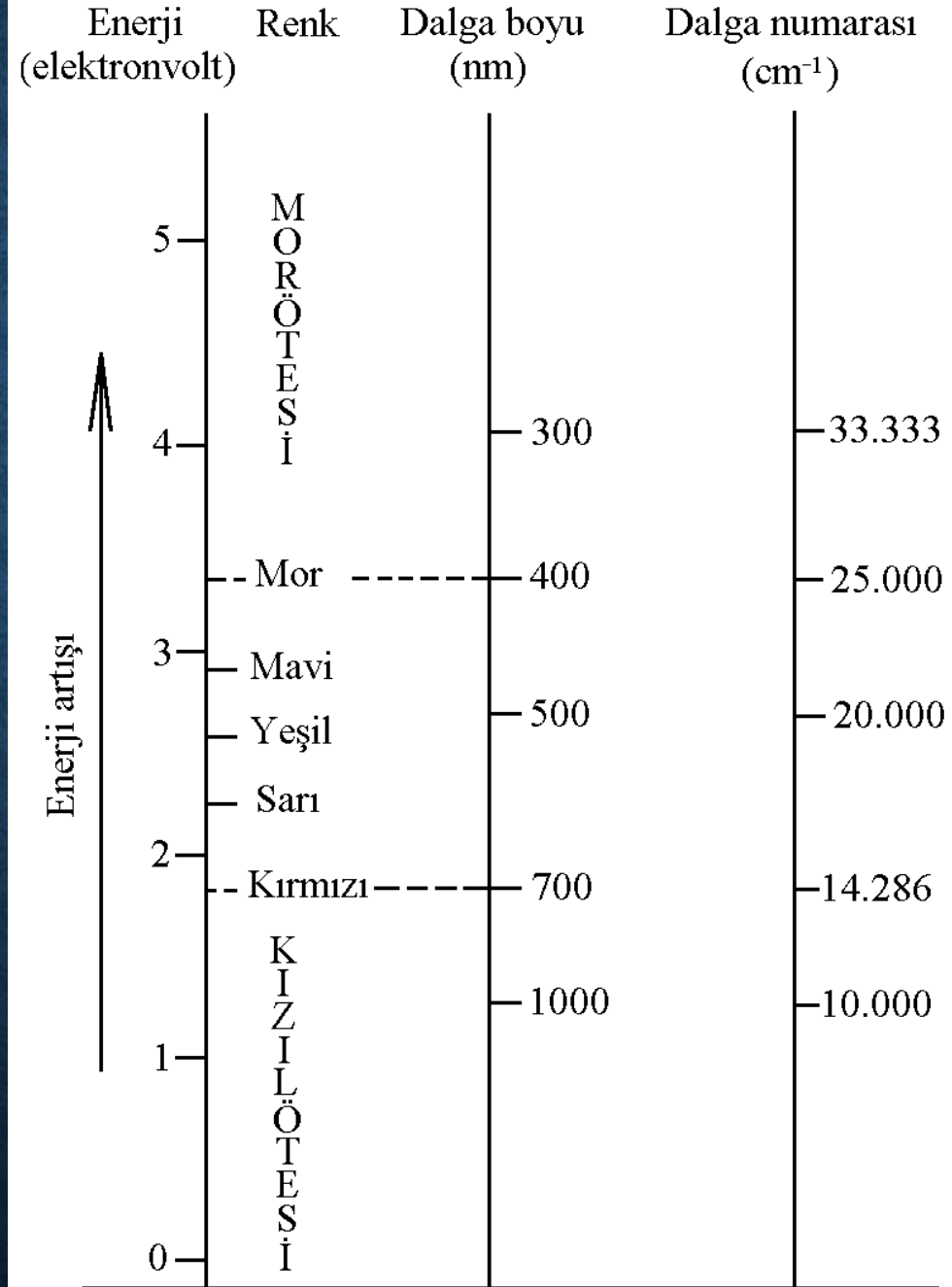
N , Avogadro sayısı

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

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

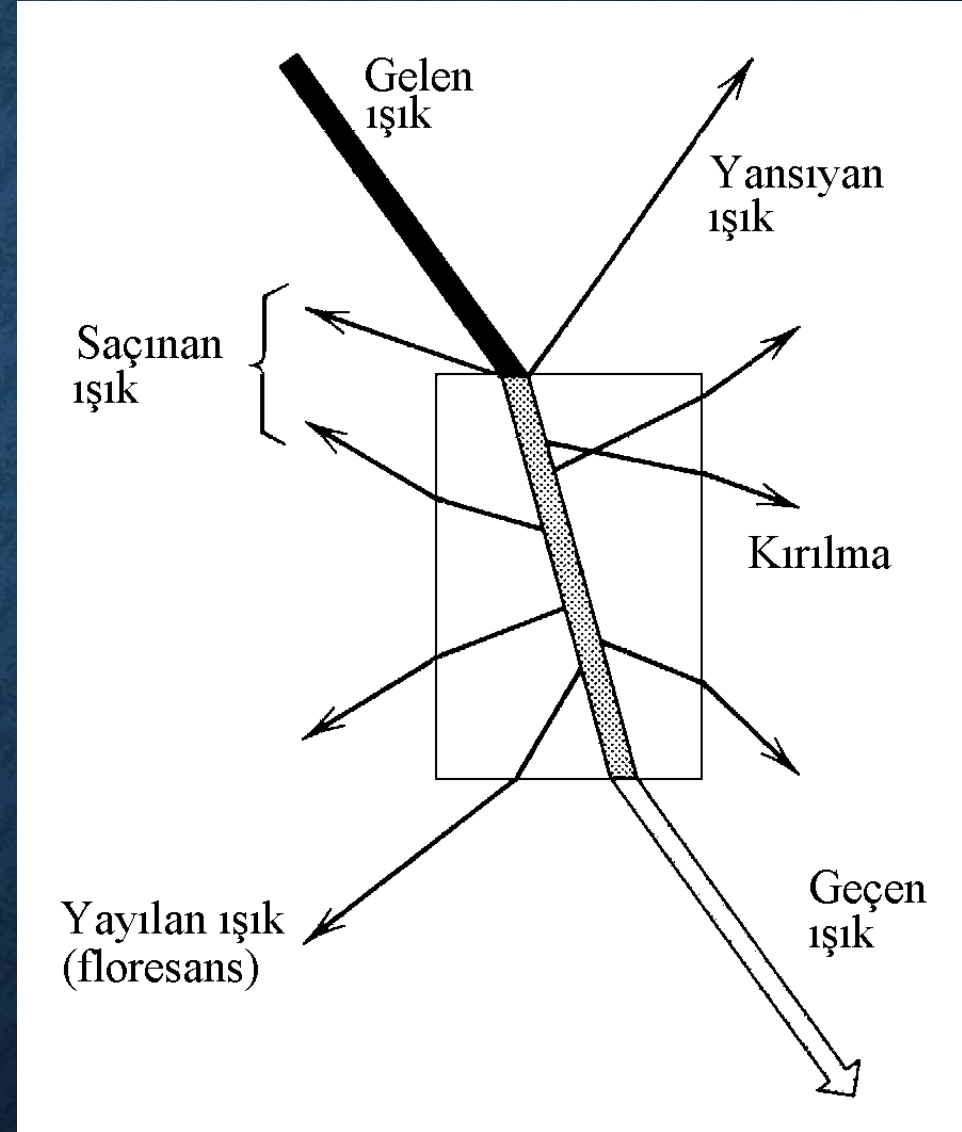
RENK

- 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

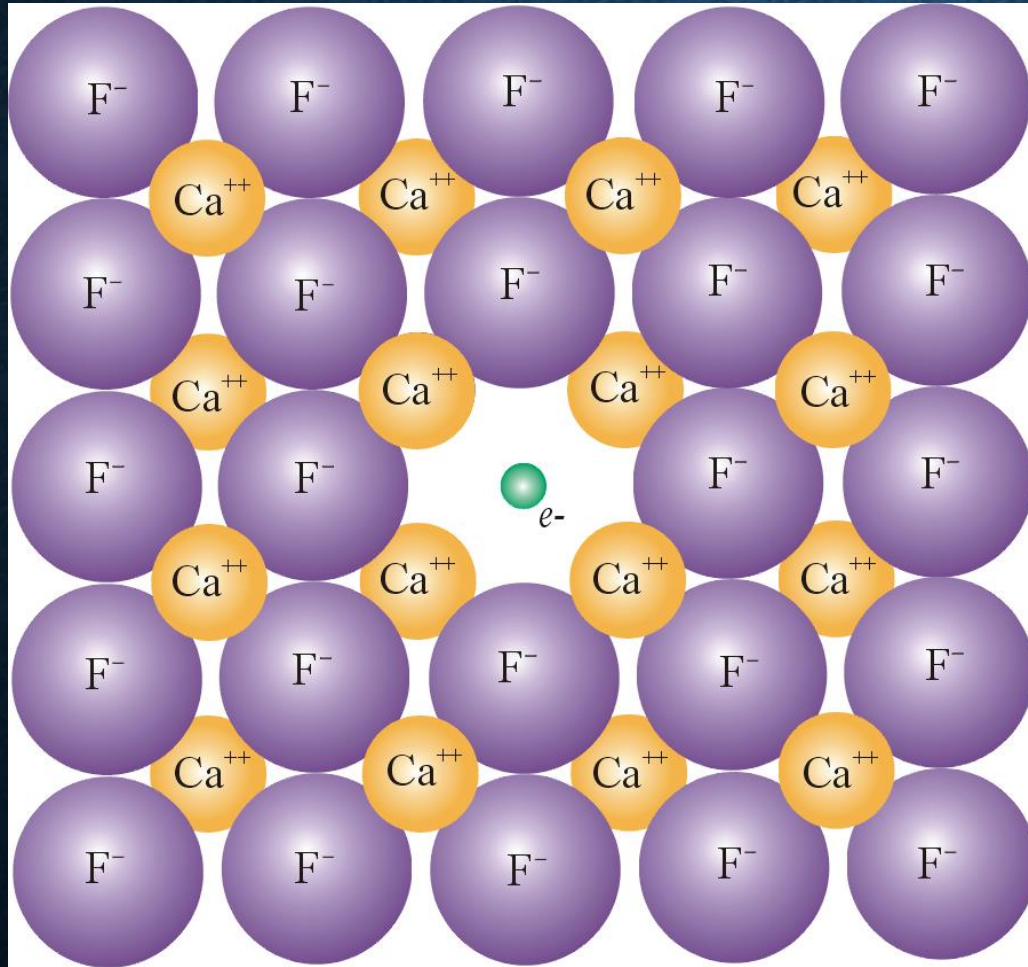
Bu tipteki yapısal özelliklere **renk merkezleri** denir

Mekanik olarak karışan safsızlıklar

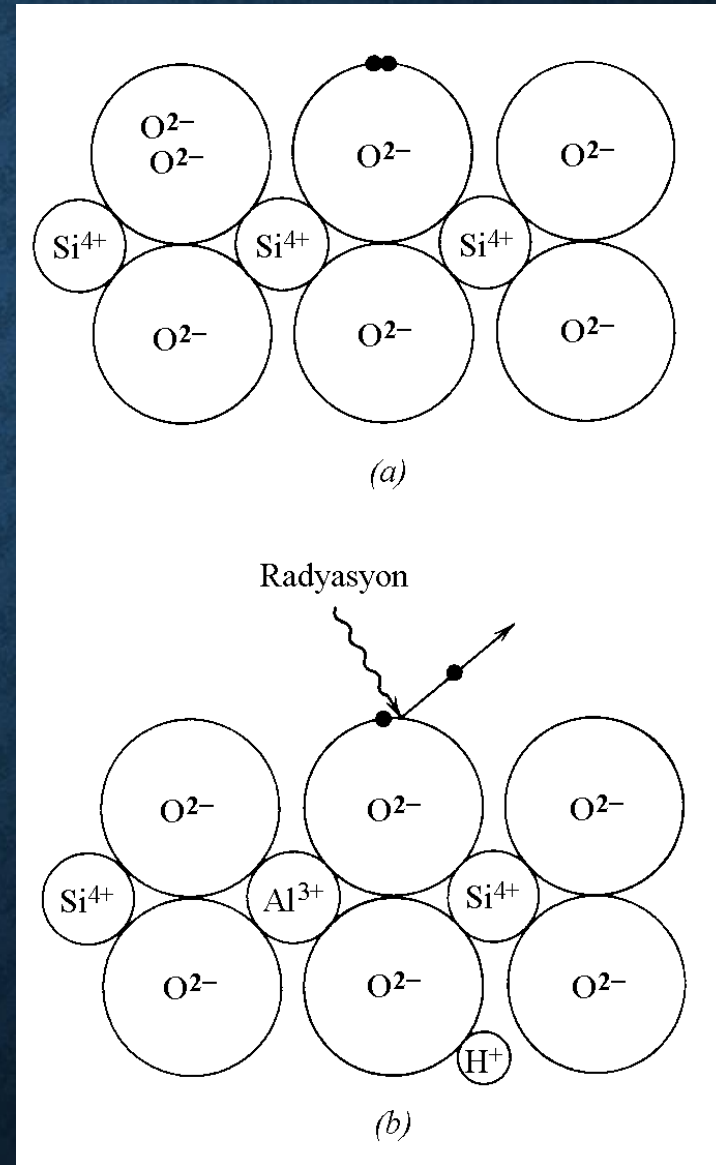
Bu safsızlıklar, aslında renksiz olan bir minerale çeşitli renkler kazandırabilirler.

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

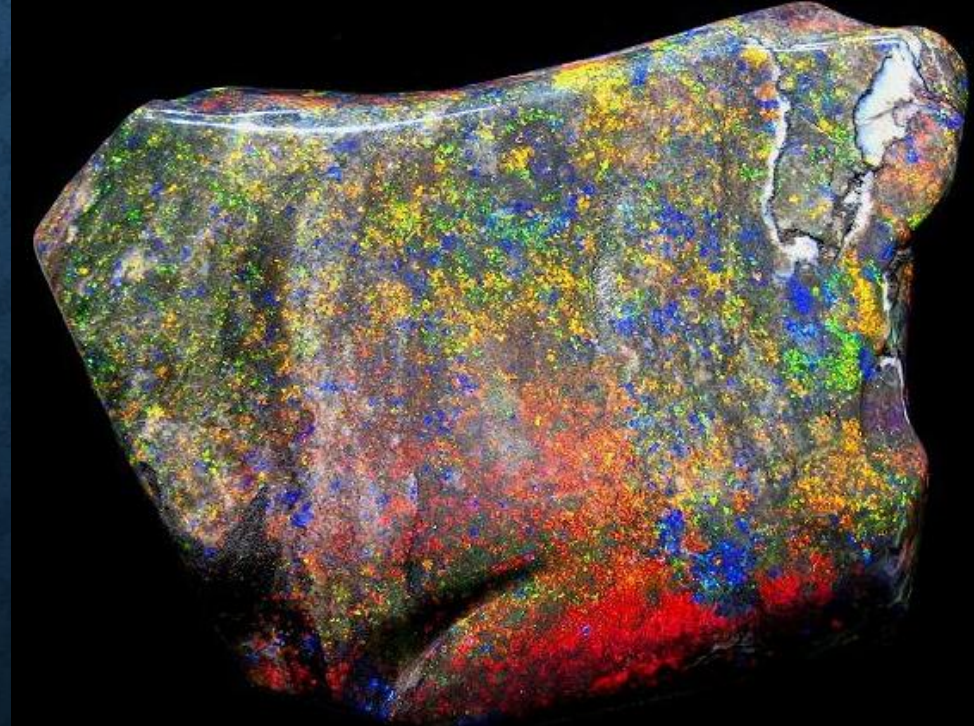
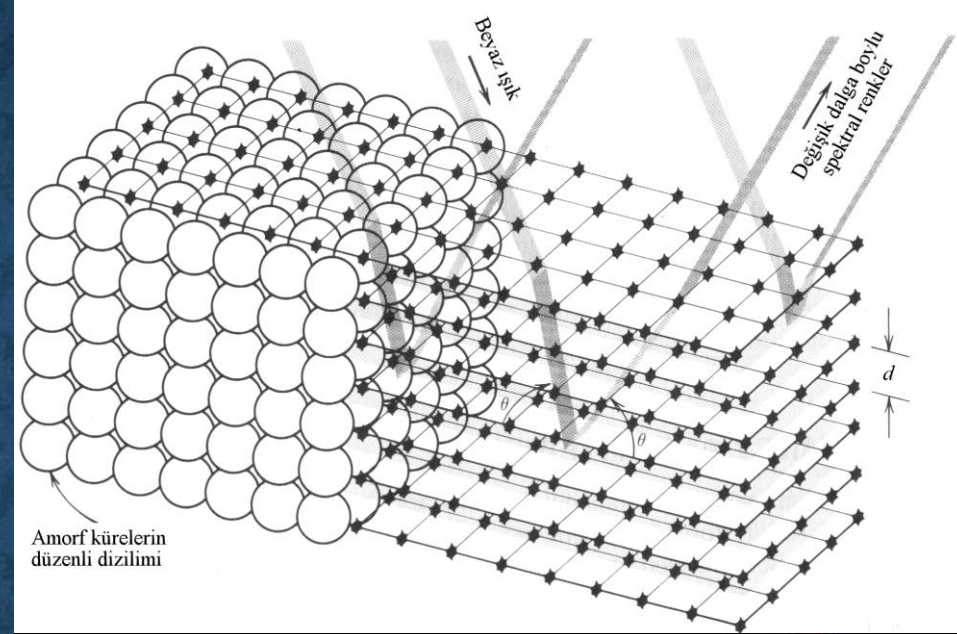
Yağ cila: İnce bir yağ katmanı ile kaplanmış gibi.
Nefelin, kuars

İpek cila: Işığın ince liflerden yansıması 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 parlaltısına **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 yüzeyel 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 iletkendir*
- Metalik bağların kısmen bulunduğu bazı sülfür mineralleri *yarı iletkendir*
- İyonik / kovalent bağlı mineraller *iletken değildir*
- Küb sistemi dışında kalan minerallerde iletkenlik, kristal yönlerine göre değişen vektöryel bir özelliktir

PIEZOELEKTRİK

- **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

PIROELEKTRİK LİK

- 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 eksenini (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 $[(Mg,Fe)_2SiO_4]$, **ojit** $[(Ca,Na)(Mg,Fe,Al)(Al,Si)_2O_6]$

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 ($\text{Fe}_3\text{O}_4\text{–Fe}_2\text{TiO}_4$),

Hematit–ilmenit serisi ($\text{Fe}_2\text{O}_3\text{–FeTiO}_3$)

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