

# BÖLÜM VII MİNERALLERİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

# MİNERALLERİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

## I) Skaler özellikler

- Yoğunluk (özgül ağırlık)

## II) Vektörel özellikler

- Işık Enerjisi ile etkileşim(Optik özellikler)

- Renk

- Parlaklık

- Luminesans

- Çizgi rengi

- Mekanik enerji ile etkileşim

- Dilinim

- Ayrılma

- Çatlak

- Kırılma

- Sertlik

- Magnetik enerji ile etkileşim

- Elektrik enerjisi ile etkileşim

- İletkenlik

- Piroelektirisite

- Piezoelektirisite

Minerallerin fiziksel özellikleri ile kristal yapıları ve kimyasal bileşimleri, özellikle kimyasal bağlar arasında sıkı bir ilişki vardır. Fiziksel özellikler kendi başına çok önemlidir. Çünkü kullanımları fiziksel özelliklerinden kaynaklanır. Ayrıca mineralde ilk gözlenen şey makro fiziksel özelliklerdir. Bazı fiziksel özellikler kristal simetrisi, yapısı ve simetrileri daha önce tartışıldı. Kristalin ışımaya, mekanik, elektrik, magnetik enerji ile etkileşimi, kimyasal bileşimi ve kristal yapısına bağlı olarak fiziksel özellikler ortaya çıkar.

**I) SKALER ÖZELLİKLER:** Özellik mineralin doğrultusundan bağımsız olup, değişmez.

**Yoğunluk(Özgül ağırlık):** Yoğunluk ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ), özgül ağırlık ise birimsizdir.

Özgül ağırlık:

- Atomik ağırlığa,
- Bağ uzunluğuna veya paketlenme indeksine
- Kimyasal bağ türüne
- Basınç ve sıcaklığa bağlıdır.

<u>Mineral</u>	<u>Bileşim</u>	<u>Özgül Ağ.</u>	<u>Katyonun At.Ağ.</u>
Aragonit	$\text{CaCO}_3$	2.93	40.08
Strantiyonit	$\text{SrCO}_3$	3.78	87.63
Viterit	$\text{BaCO}_3$	4.31	137.36
<u>Serusit</u>	<u><math>\text{PbCO}_3</math></u>	<u>6.58</u>	<u>207.21</u>

Eş yapılı minerallerde atomik ağırlığa bağlı.

Bağ Uzunluğu ile ilgili, yahutta paketlenme indeksine bağlı.

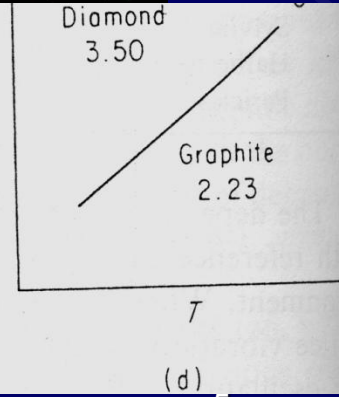
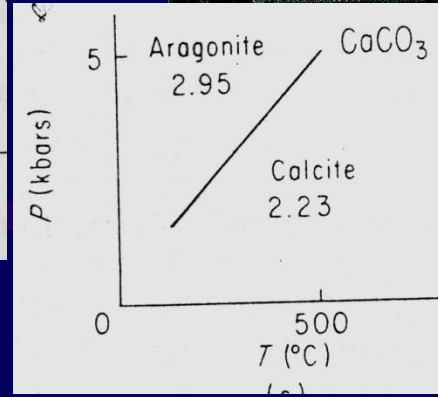
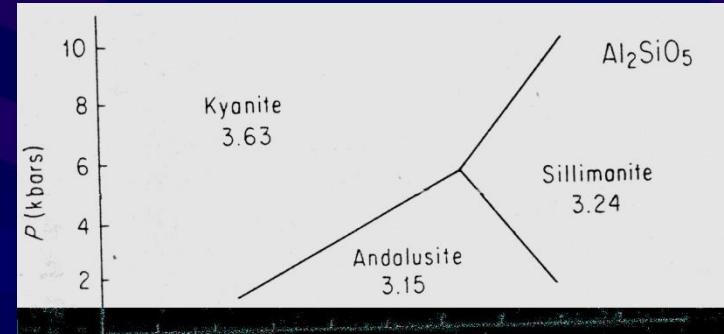
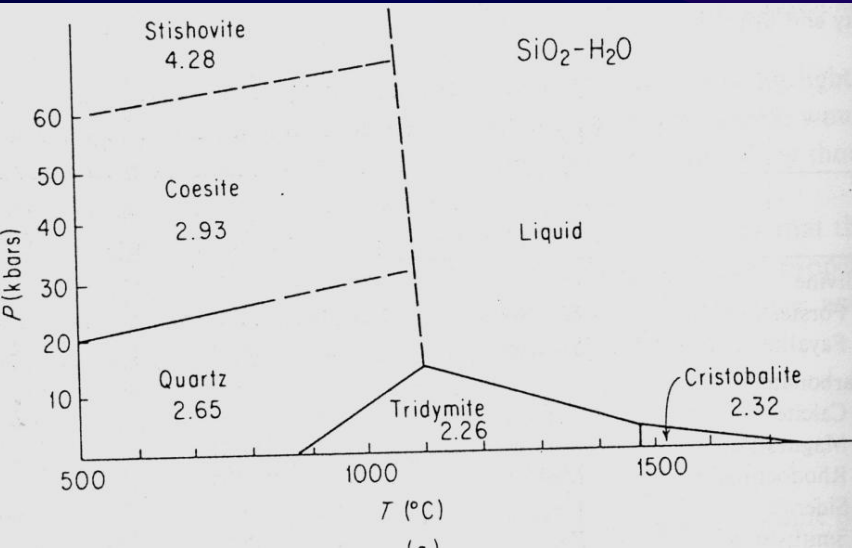
Paketlenme indeksi=iyonların hacmi/birim hücrenin hacmi x 10

## Özgül Ağ.      Paketlenme İndeksi

	Rutil	4.25	6.6 ↑
TiO <sub>2</sub>	Brokit	4.14	6.4 ↑
	Anatas	3.90	6.3 ↑

Kimyasal bağ türü: Kovalent bağ en yüksek, van Der Waals bağı en düşük özgül ağırlığı verir.

Basınç ve sıcaklık: Bir çok polimorf mineral farklı basınç ve sıcaklık oluştukları için özgül ağırlıkları farklı olacaktır.



## II) VEKTÖREL ÖZELLİKLER (Özellikler doğrultu ile değişir):

1) Işık enerjisi ile kristalin maddenin etkileşimi sonucu ortaya çıkan özellik.

Işığın 2 karakteri vardır. Bunlardan birisi ışığın enerji yüklü fotonlardan oluşmasıdır. Enerji yüklü parçacıklar kristalin madde ile etkileşince renk, parlaklık, lüminesans gibi fiziksel özellikler tanımlanır. Işık görünür bölgedeki ışık ışınlarının enerjisi 1.6-0.32 Ev arasındadır Işığın diğer özelliği ise onun dalga hareketi yapmasıdır. . Dalga boyu ise  $3200-7000\text{Å}$  Dalga hareketi ile ise yansıma, kırılma ve girişim olayları gibi olaylar açıklanır. Işığın foton olarak davrandığı durumda kristalin madde ile etkileşimi sonucu ortaya çıkan fiziksel özellikler burada verilecektir.



**Renk:** Renk bir mineralde gözlenen ilk özelliktir.

Renk= Gelen ışın-Soğurulan ışın= Geçen ışın

Eğer hiç soğurma yoksa mineral renksizdir. Renklenme foton enerjisinin soğurmasıyla ilgilidir. Soğurmanın her türlü renklerle sonuçlanır. Mineralojik olarak üç tür renkleme vardır:

- İdyokromatik renklenme: Renklenmeye neden olan yani absorpsiyon yapan ajan mineralin bileşiminde ana bileşen olarak vardır. Örneğin Altının sarı rengi Au elementinin kendi elektronik yapısındadır. Forsteritin zeytin yeşili rengi formülündeki Mg' un d orbitalinde ki elektronların beyaz ışıktaki yeşilin kapsadığı enerji dışındaki bütün fotonları soğurmalarından kaynaklanır. Bu tür renklenmede mineral her zaman aynı rengi gösterir.



**TABLE 5-2 Idiochromatic Coloration by Transition Metals**

Chromophore	Color	Mineral	Composition
Ce	Yellow	Parisite	$(\text{Ce}, \text{La})_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_3\text{F}_2$
Cr	Red	Phoenicochroite	$\text{Pb}_2\text{O}(\text{CrO}_4)$
	Orange	Crocoite	$\text{PbCrO}_4$
	Green	Uvarovite	$\text{Ca}_3\text{Cr}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$
Co	Pink	Erythrite	$\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
		Roselite	$\text{Ca}_2(\text{Co}, \text{Mg})(\text{AsO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
		Sphaerocobaltite	$\text{CoCO}_3$
Cu	Red	Cuprite	$\text{Cu}_2\text{O}$
	Green	Dioptase	$\text{CuSiO}_2(\text{OH})_2$
		Malachite	$\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$
	Blue	Azurite	$\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$
		Chrysocolla	$(\text{Cu}, \text{Al})_2\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
		Turquoise	$\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Fe	Red	Almandine	$\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$
		Ludlockite	$(\text{Fe}, \text{Pb})\text{As}_2\text{O}_6$
	Yellow	Cacoxenite	$\text{Fe}_9(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_{15} \cdot 18\text{H}_2\text{O}$
		Goethite	$\text{FeO}(\text{OH})$
	Green	Olivine	$(\text{Mg}, \text{Fe})\text{Si}_2\text{O}_4$
		Epidote	$\text{Ca}_2(\text{Al}, \text{Fe})_3\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$
Mn	Blue	Lazulite	$(\text{Mg}, \text{Fe})\text{Al}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$
	Pink	Rhodochrosite	$\text{MnCO}_3$
		Rhodonite	$(\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Ca})\text{SiO}_3$
	Orange	Spessartine	$\text{Mn}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$
	Yellow	Ganophyllite	$\text{NaMn}_3(\text{OH})_4(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}$
	Ni	Green	Bunsenite
U	Orange	Curite	$\text{Pb}_2\text{U}_5\text{O}_{17} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
	Yellow	Autunite	$\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10\text{--}12\text{H}_2\text{O}$
		Carnotite	$\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

**-Allokromatik renklenme:** Renk yapan ajan mineralin ana bileşeninde bulunmaz kristalleşme sırasında veya daha sonra yer almıştır.

Allokromatik minerallerde renklenmeye neden olan iyonlar ve oluşturdukları renkler.

CHROMOPHORES IN ALLOCHROMATIC MINERALS

<i>Chromophore</i>	<i>Color</i>	<i>Examples</i>
$Fe^{2+}$	Green	Microcline
$Fe^{3+}$	Pink to red	Calcite, quartz, microcline, kyanite
	Greenish yellow	Corundum
$Cr^{3+}$	Red	Corundum (synthetic ruby), alexandrite
	Green	Beryl (emerald), alexandrite
$Ti^{3+}$	Blue	Corundum (synthetic sapphire), kyanite
	Pink	Synthetic corundum
$Ni^{2+}$	Yellow	Synthetic corundum
$V^{3+}$	Green	Synthetic corundum
$Fe^{3+} + Fe^{2+}$	Blue	Corundum (sapphire)
	Yellowish green	Corundum
$Ti^{3+} + Fe^{2+}$	Blue	Corundum (synthetic sapphire)

**TABLE 5-3 Allochromatic Coloration by Transition Metals**





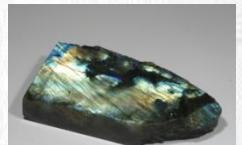
Chromophore	Color	Mineral	Composition
Cr	Red	Corundum (ruby)	$Al_2O_3$
		Spinel	$MgAl_2O_4$
		Topaz	$Al_2SiO_4(F,OH)_2$
	Green	Grossular	$Ca_3Al_2Si_3O_{12}$
		Spodumene (hiddenite)	$LiAlSi_2O_6$
		Beryl (emerald)	$Be_3Al_2Si_6O_{18}$
		Elbaite	$Na(Li,Al)_3Al_6Si_6O_{18}(OH)_4$
Green-red	Jadeite	$Na(Al,Fe)Si_2O_6$	
	Chrysoberyl (alexandrite)	$BeAl_2O_4$	
Co	Blue	Spodumene	$LiAlSi_2O_6$
Fe	Yellow	Chrysoberyl	$BeAl_2O_4$
		Quartz (citrine)	$SiO_2$
		Vesuvianite	$Ca_{10}Mg_2Al_4(SiO_4)_5(Si_2O_7)_2(OH)_4$
	Green	Orthoclase	$KAlSi_3O_8$
		Beryl (aquamarine)	$Be_3Al_2Si_6O_{18}$
		Elbaite	$Na(Li,Al)_3Al_6Si_6O_{18}(OH)_4$
		Pink	Beryl (morganite)
Spodumene (kunzite)	$LiAlSi_2O_6$		
Elbaite	$Na(Li,Al)_3Al_6Si_6O_{18}(OH)_4$		
V	Green-yellow	Andalusite	$Al_2SiO_5$
		Apophyllite	$KCa_4Si_8O_{20}(F,OH) \cdot 8H_2O$
	Green	Grossular	$Ca_3Al_2Si_3O_{12}$
		Beryl (emerald)	$Be_3Al_2Si_6O_{18}$
Pb	Green	Microcline (amazonite)	$KAlSi_3O_8$

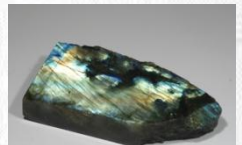


-Püsödokromatik renklenme: Renklenme foton

enerjisinin soğurulması değil ışığın dalga karakterine bağlı olarak yansıma, kırılma ve girişiminden kaynaklanır. Burada renk bakılan yöne göre değişir ve mineralde bulunan mikron kalınlığındaki ince yansıtıcı tabakalardan oluşur. Bu tabakalardan yansıyan ışık ışınlarının girişimi sonucu , ışığın geliş yönüne bağlı olarak renkler gözlenir.

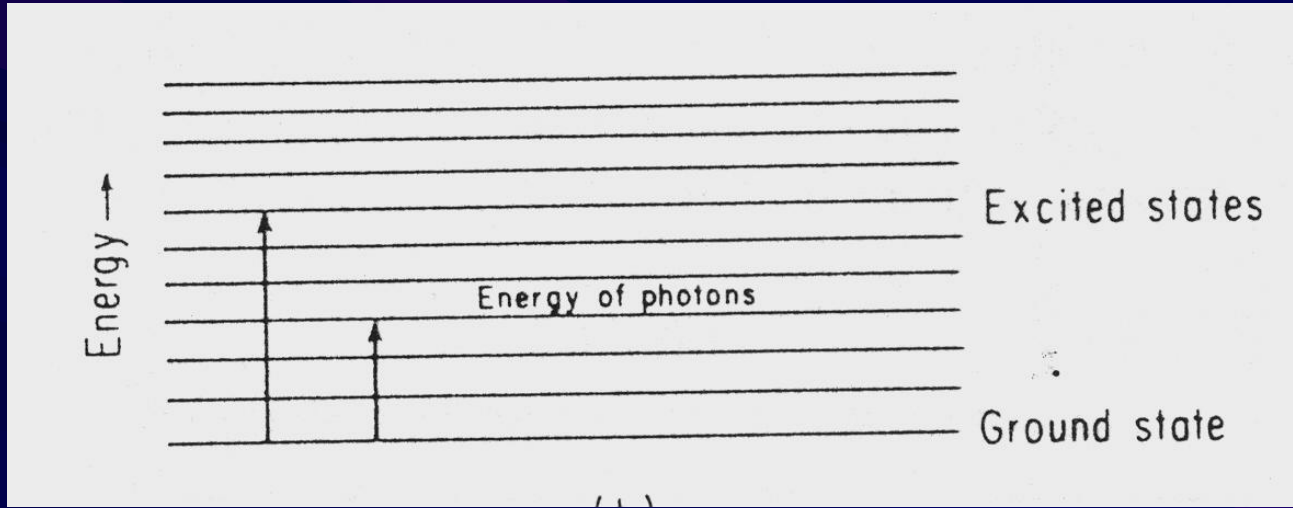
**TABLE 5-4 Structural Colors in Minerals**

Cause	Effect	Examples
Dispersion	Fire	Gems cut from diamond, rutil zircon
Scattering	Chatoyancy	Quartz (cat's eye, tiger eye) ← 
	Asterism	Chrysoberyl (Oriental cat's eye) Corundum (star sapphire and ruby) Garnet
	Aventurescence	Quartz (sagenite, blue quartz) Oligoclase (sunstone) →  Quartz (aventurine) Enstatite altered to serpentine (Schiller)
	Adularescence	Orthoclase (adularia) → 
	Pearly luster	Opal (milky) Aragonite (pearl) Talc Brucite Apophyllite Asbestiform minerals
Interference	Iridescence → 	Gypsum (satin spar) Chalcopyrite Columbite Bornite (peacock ore)
		Quartz (iris)
		Opal (precious)
Diffraction	Fire	Labradorite → 
	Labradorescence	



**Parlaklık:** Parlaklık yansıyan ışık altında mineral yüzeyinin genel görünümüdür. Bu özellik mineralin kimyası hakkında da bilgi verir.

**Metalik parlaklık:** Bütün metalik bağ gösteren minerallerde gözlenir. Galen, altın ve pirit metalik parlaklık gösterir.

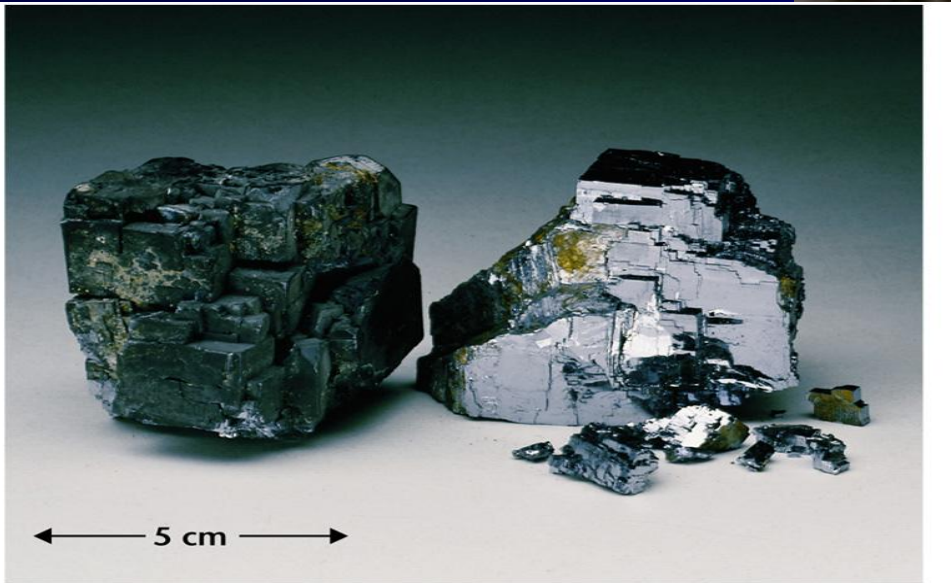


1.6 eV-0.32eV

Metalik parlaklıkta bir çok uyarılmış seviye vardır. Bu seviyeler bütün görünür bölgedeki fotonları enerjilerini kapsar. Böylece bütün fotonlar absorbe edilir ve hiç birisi geçemez.



Galen



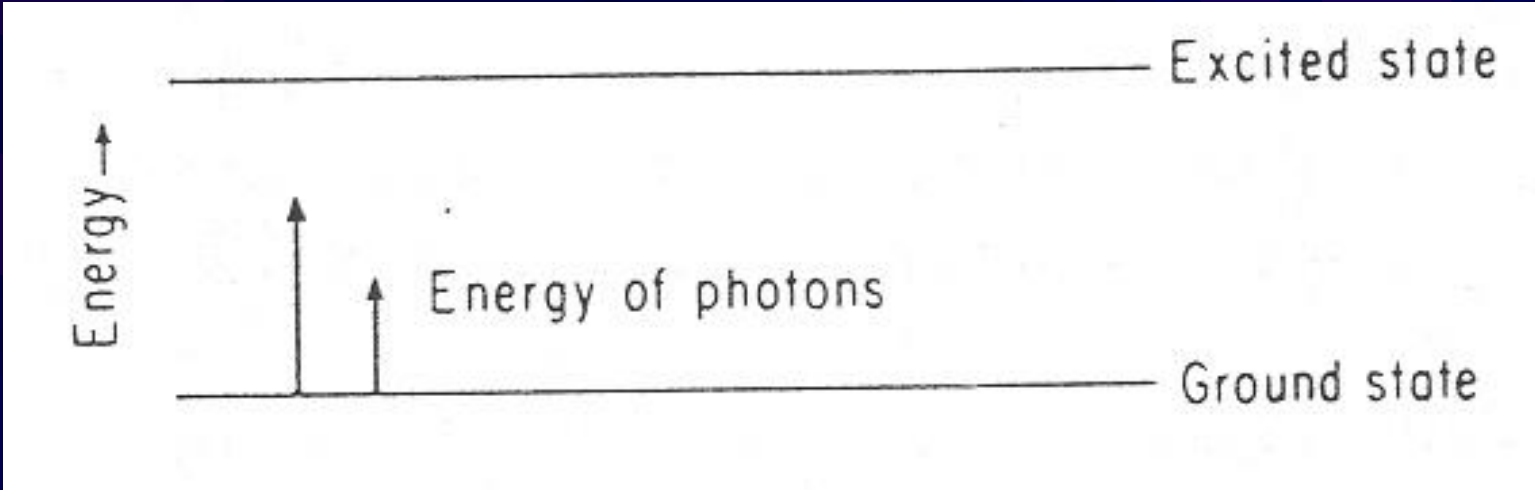
pirit

Yarı metalik: Tam metalik olmayan ve diğer bağlarla birlikte olan minerallerde gözlenir. Sfalarit, zinober, kromit gibi



sfalarit

**Metalik olmayan parlaklık**: Bunlar aynı zamanda renksiz olan minerallerdir. İyonik ve kovalent bağlı minerallerde gözlenir.



Metalik olmayan parlaklıkta görünür bölgedeki fotonların enerjileri duraylı ve en yakın uyarılma seviyesinden daha düşüktür.



elmas



kaolinit





Opal(yağlımsı)



amber(reçinemsı)



Jips(ipeğimsı)



Muskovit(incimsı)



Kuvars(camsı)



Jadeit(mumsu)

**Lüminesans (Işıldama):** Bu özellik karanlıkta gözlenir. Kristalin madde tarafından ışık enerjisi depolanır ve sonra karanlıkta yayılır. **Elektromanyetik spektra\*** içerisindeki bir foton , dış halkadaki bir elektronu daha yüksek enerji seviyesine uyararak yükseltir. Bu elektron duraylı seviyeye düşmeden önce ara bir seviyeye düşer. Bu arada eğer herhangi bir enerji boşluğu görünür bölgede ise lüminesans oluşur. Absorb edilen enerjiden daha düşük enerjide ancak daha büyük dalga boyunda yayılır ve renklidir. Burada kristalin akkor hale geçmesi gibi bir durum yoktur.

\***Elektromanyetik ışınım, elektromanyetik dalga ya da elektromıknatıssal ışın** (genellikle EM radyasyon veya EMI olarak kısaltılır) bir vakum veya maddede kendi kendine yayılan dalgalar formunu alan bir olgudur. Elektromanyetik dalgalar, yüklü bir parçacığın ivmeli hareketi sonucu oluşan, birbirine dik elektrik ve manyetik alan bileşeni bulunan ve bu iki alanın oluşturduğu düzleme dik doğrultuda yayılan, yayılmaları için ortam gerekmeyen, boşlukta c ışık hızı ile yayılan enine dalgalardır.

Işıldama ile görünür ışık yayılması (fotolüminesans) olayının gerçekleşme süresine (elektronun temel enerji düzeyine geri dönmesi için geçen süre) göre sınıflandırılması ise aşağıdaki gibidir :

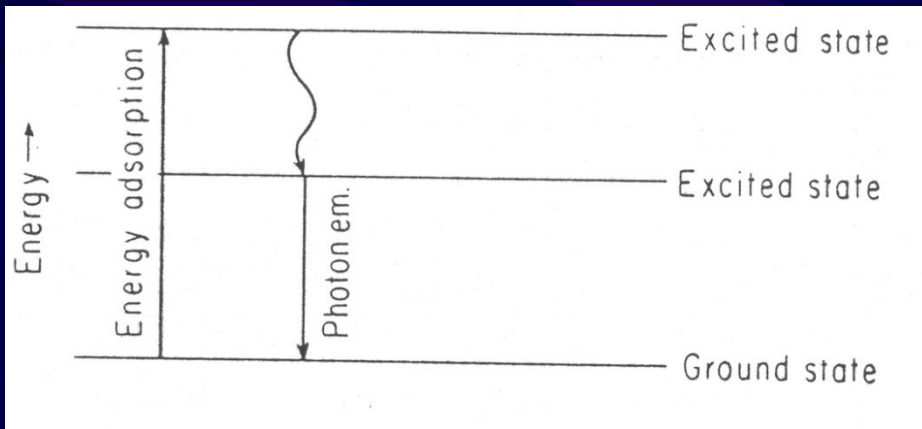
•Yayılan enerji, aktive eden ışık enerjisi verildiği surece yayılırsa **fuloresans (fluro ışıldama)** adını alır.

•Eğer, aktive eden enerji kesilse bile renkli ışık karanlıkta yayılıyorsa, **fosforesans (fosfor ışıldama)** adını alır.

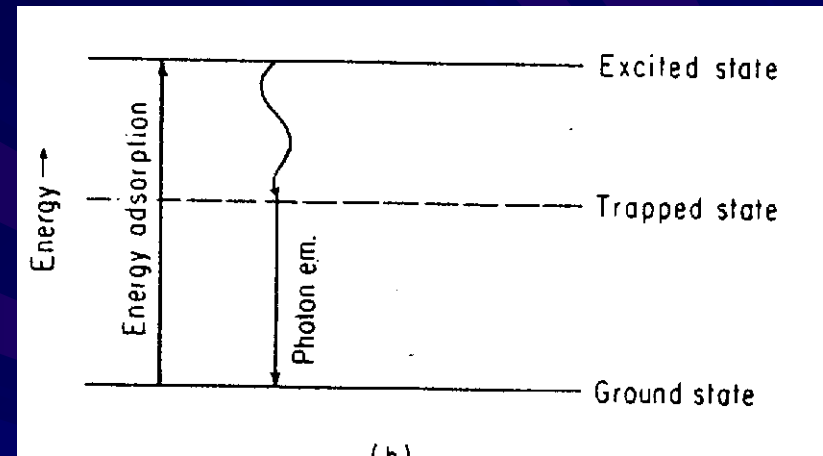
\* **Termolüminesans (ışıl ışıldama)** ise ısı verilirse depoladığı renkli ışığı yayar.

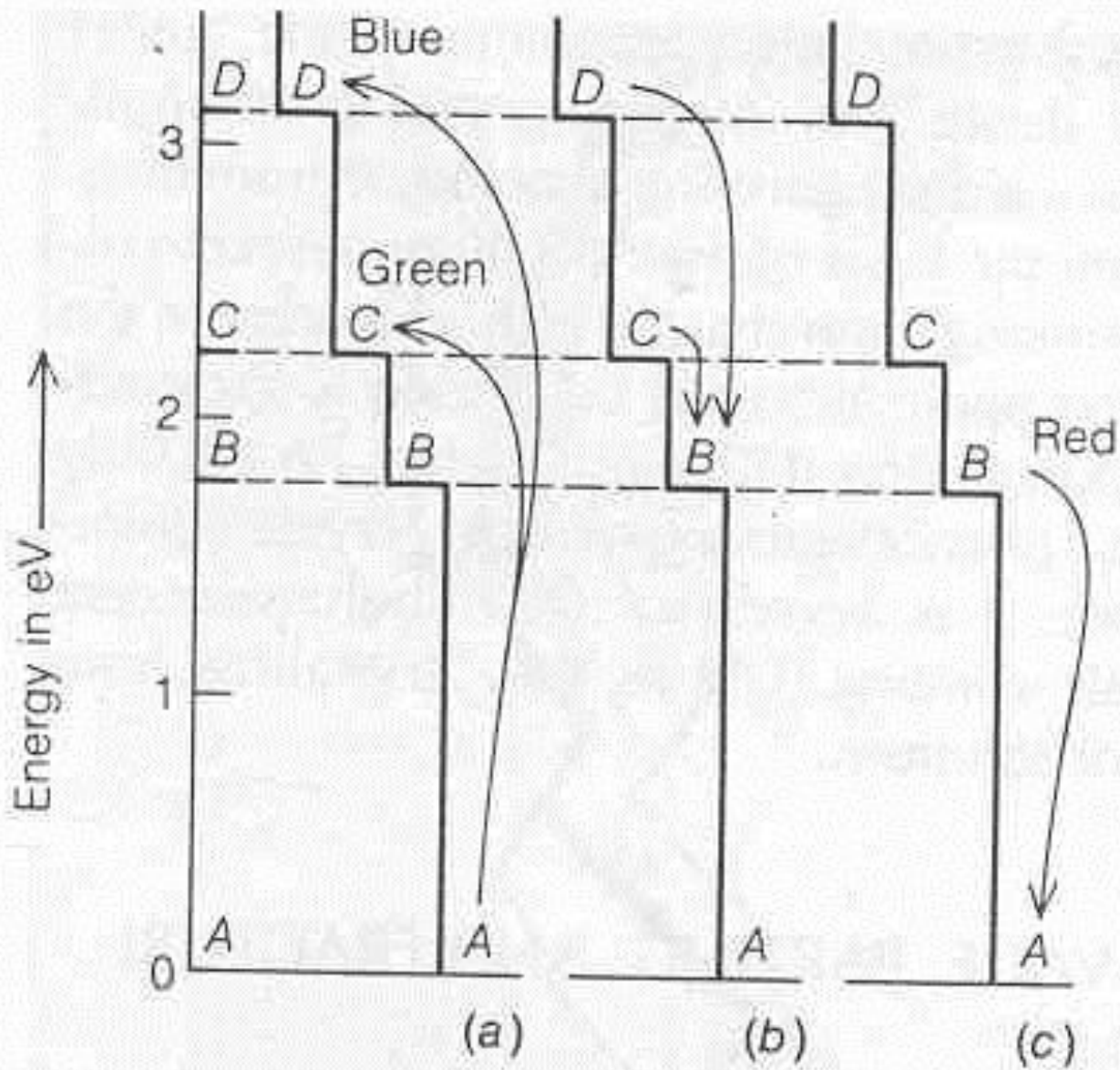


# Floresans



# Fosforesans





**Çizgi rengi:** Mineralin toz halindeki rengidir. Bu renk ışığın foton değil de dalga olarak davranışının ürünüdür. Piritin sırsız seramik üzerinde siyah çizgi rengi



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

**2) Mekanik enerji ile kristalin maddenin etkileşimi:**

**Dilinim(cleavage):** Bir kuvvet uygulandığında, atomik düzlemler yani kristalografik düzlemler boyunca ayrılmasıdır. Dilinim düzlemlerine paralel yoğun atom ve kuvvetli bağ vardır. Dik yönde ise atom yoğunluğu az, bağ zayıftır. Dilinim bir mineralin tamamında ve hepsinde gözlenir.

-Kimyasal bağların türüne,

-iyonik çapa

-bağların dağılımına (Tek bir bağın yapıda bazı yönlerde daha çok yoğunlaşmasından kaynaklanır. Feldispatlarda, florit ve halitte böyledir

-farklı bağ sayısına bağlıdır.

Bir yönde kuvvetli bir dilinim varsa, zayıf ve kuvvetli bağlar yapıda yer alıyor demektir(grafit) . Bir çok silikatta bu özellik vardır.

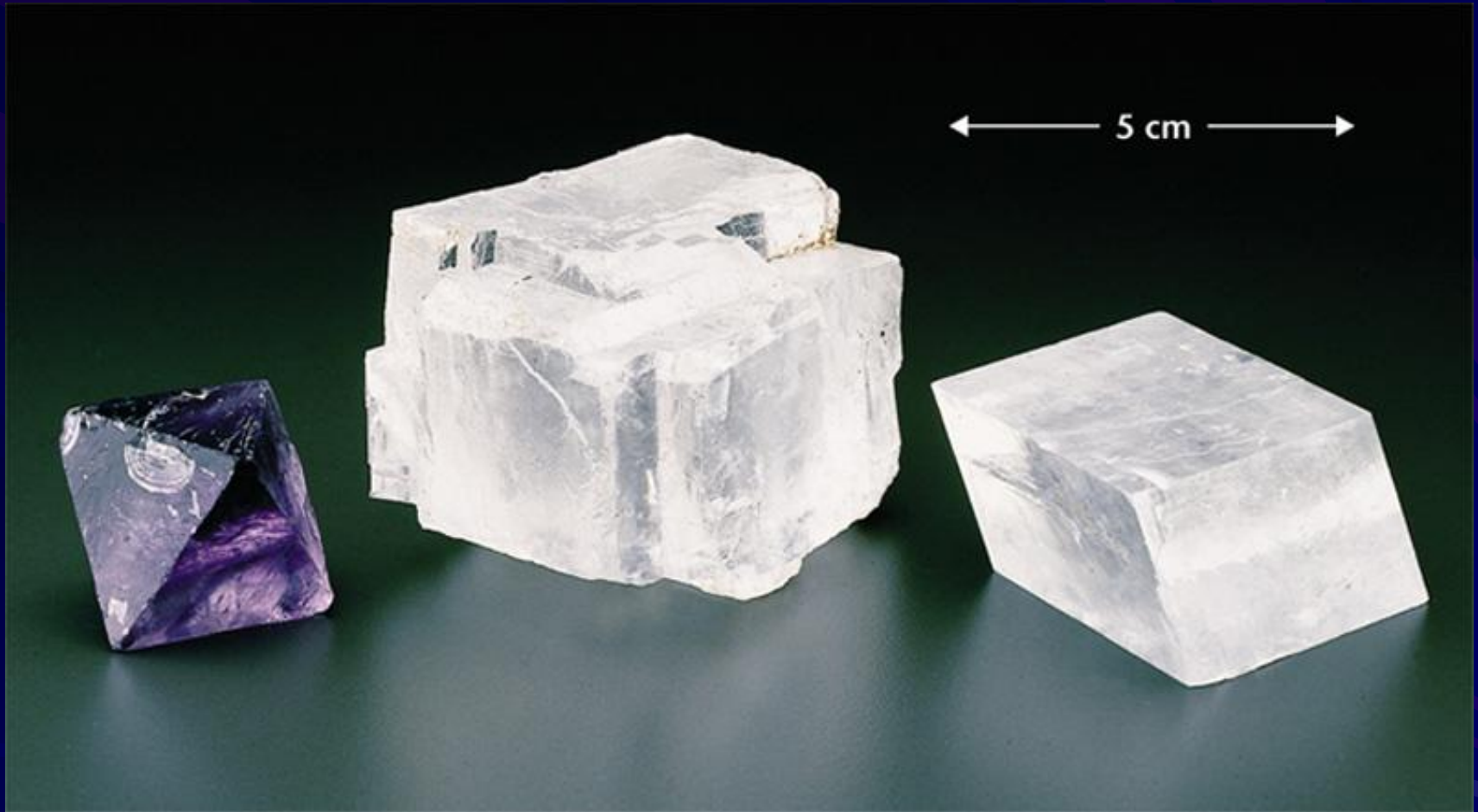
-.





Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Mika tek yönlü dilinim





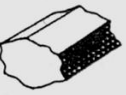

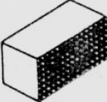
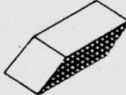

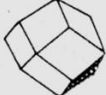





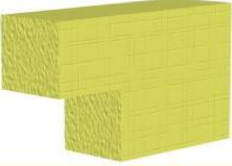
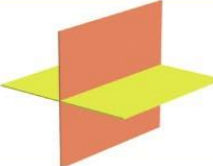













Fulorit

Halit

Kalsit



Number of cleavage directions	Characteristic fragment	Example
0		Quartz
1		Muscovite
2		Augite
		Orthoclase
2		Hornblende
		Holite
3		Anhydrite
		Calcite
4		Fluorite
6		Sphalerite

Number of Cleavage Directions	Sketch	Illustration of cleavage directions	Example
1			
2 at 90°			
2 not at 90°			
3 at 90°			
3 not at 90°			
4			

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

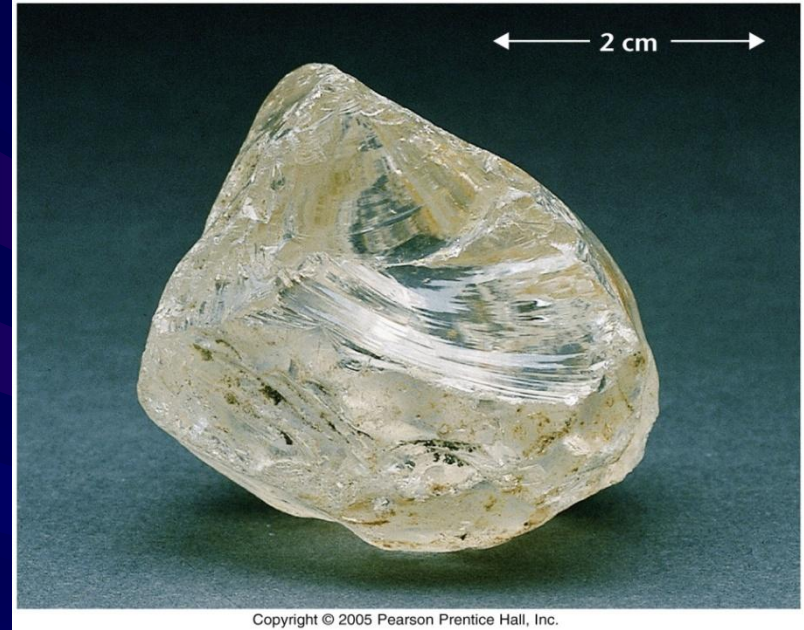
**Ayrılma (parting):** Mineral yapısal zayıflıklar boyunca ayrılır.Örneğin ikizlenme doğrultularında, ve eksolusyon düzlemleri boyunca ayrılma gösterir. Mineralin bazılarında vardır, bazılarında yoktur.



Piroksende c eksenine dik gözlenen ayrılma

**Çatlak (Fracture):** Bazı kristallerde, örneğin, kuvars, granat

ve olivin gibi bağ yapıları bütün doğrultularda aynıdır. Bu durumda mineral kuvvete daha fazla dayanamaz, çatlar ve kırılır. Bu düzensiz bir kırılmadır. Her zaman farklıdır, ancak kuvars örneğin konkoidal kırılır. İpliğimsi ve dişli yapıda veya düzensiz kırılan vardır.



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

**Kırılgenlik (Tenacity):** Mineralin kırılmaya karşı gösterdiği dirençtir. Yani, yırtılma, öğütülme ve parçalanma. Örneğin metalik bağlı olanlar tel, levha haline getirilebilirler ve rendelenebilirler. Bazıları elastik, bazıları da plastik özellik gösterir.

**Sertlik (Hardness):** Mekanik enerjiye karşı gösterilen dirençtir.

- Katyonun yüküne ( $Mg^{+2}O$ ; periklaz 6, NaCl; halit 2.5)
- Kimyasal bağın gücüne( kovalent ve iyonik bağlular sert olur)
- Kimyasal bağların dağılım yoğunluğuna(Kyanitte, farklı doğrultuda farklı sertlik, 7 ve 4)
- Anyon-katyon uzunluğuna veya iyonik boyuta ( NaCl (halit)  $1.10A^{\circ}$ , 2.5; KCl (silvin),  $1.46A^{\circ}$ , 2



Diamond — 10

Corundum — 9

Topaz — 8

Quartz — 7

Orthoclase — 6

Apatite — 5

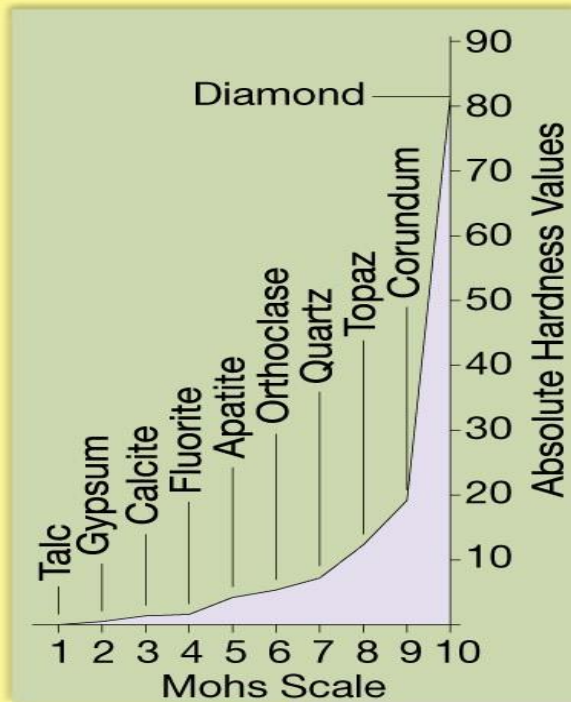
Fluorite — 4

Calcite — 3

Gypsum — 2

Talc — 1

INDEX  
MINERALS



Streak plate (6.5)

Glass (5.5)

Knife blade (5.1)

Wire nail (4.5)

Copper penny (3.5)

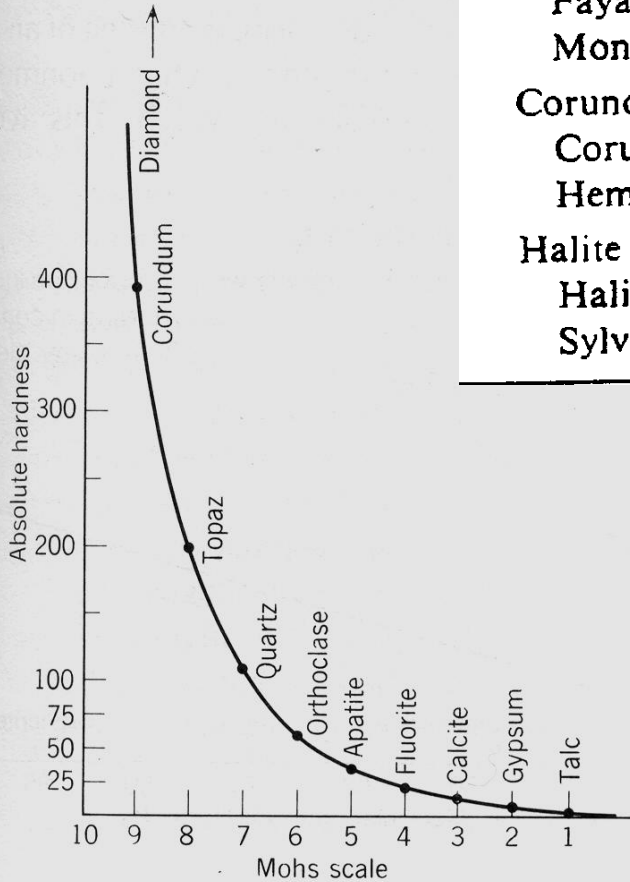
Fingernail (2.5)

COMMON  
OBJECTS



## DEPENDENCE OF HARDNESS ON IONIC RADIUS

	<i>Hardness</i>	<i>Ion</i>	<i>CN</i>	<i>Radius (Å)</i>
<b>Olivine structures</b>				
Forsterite, $Mg_2SiO_4$	7	Mg	VI	0.80
Fayalite, $Fe_2SiO_4$	$6\frac{1}{2}$	$Fe^{2+}$	VI	0.86
Monticellite, $CaMgSiO_4$	$5\frac{1}{2}$	Ca	VI	1.08
<b>Corundum structures</b>				
Corundum, $Al_2O_3$	9	Al	VI	0.61
Hematite, $Fe_2O_3$	6	$Fe^{3+}$	VI	0.73
<b>Halite structures</b>				
Halite, NaCl	$2\frac{1}{2}$	Na	VI	1.10
Sylvite, KCl	2	K	VI	1.46





### 3) Magnetik Enerji ile kristalin maddenin etkileşimi:

Doğada birkaç mineral doğal olarak magnetik özellik gösterir ve çekme özelliği gösterir. Örneğin, magnetit( $Fe_3O_4$ ), maghemit( $Fe_2O_3$ ). Bunlar serbest bırakıldıklarında uçları kuzeye yönelir. Bir kayanın içinde büyürken o ana ait kuzeye yönelirler.

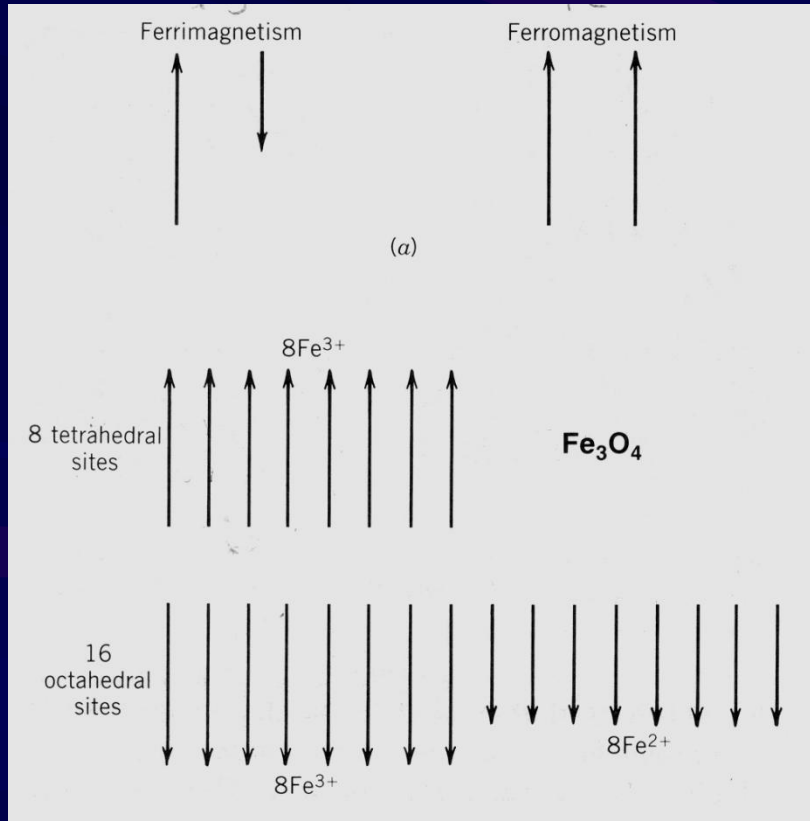
Aslında bütün mineraller magnetik alan içerisine girdiklerinde etkilenirler. Bunlar 5 grupta toplanırlar:

- **Diamagnetizm**: Burada çok zayıf bir itme gözlenir. Bütün minerallerde gözlenen ve belli yerlerde bulunan elektron bulutlarından kaynaklanır. Kalsit, albit, kuvars apatit.

- **Paramagnetizm**: Burada çok zayıf bir çekme gözlenir. 3d orbitallerinde paylaşılmayan elektron içeren Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni gibi geçiş elementlerinin bulunduğu minerallerde gözlenir. Bunlar kristal yapı ile birlikte bu hafif çekime neden olurlar.

**-Ferromagnetizm:** Çok kuvvetli bir çekim gösterir. Bunlar magnetik alan dışında bile magnetizma gösterirler. Her bir atom veya atom grupları belli yönde düzenlenirler ve kutuplaşırlar. Metalik Fe.

**-Ferrimagnetizm:** Magnetit( $Fe_3O_4$ ) bu özelliği gösterir.  $Fe^{+2}$  ve  $Fe^{+3}$  yapıda yer alır. Ancak,  $Fe^{+3}$  ler eşit sayıda olup yani çiftler oluşturup, sıfırlanırlar.  $Fe^{+2}$  ler ise böyle yapmadığı için mineral kuvvetle magnetik olur.



Ferri ve ferro magnetic kutup spinlerinin düzeni:

Ferrimagnetikte iyonik spinlerin şiddetleri eşit değil ve zıt yönde düzenlenmişler .

Ferromagnetiklerde ise spinler hem aynı siddette ve hemde aynı yönde düzenlenmişler.

Magnetteki( $Fe_3O_4$ ) spinlerin oktahedral ve tetrahedral kafes noktalarındaki yönleri

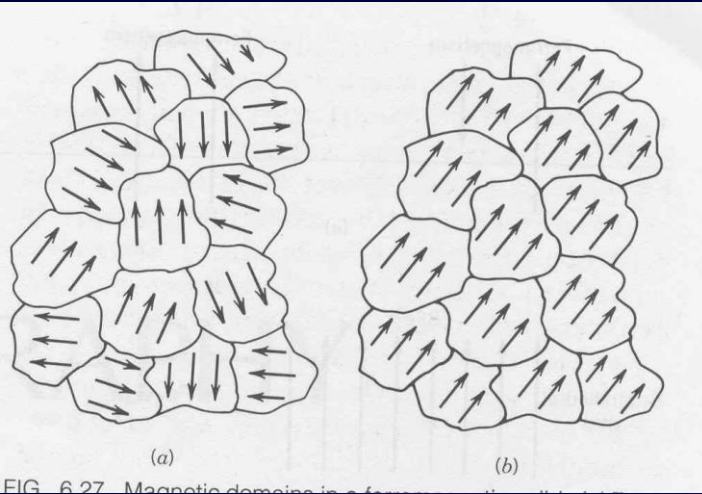


FIG. 6.27. Magnetic domains in a ferromagnetic material.

Ferromagnetik bir katıda magnetik düzen:

- a) Normal düzen(magnetizma yok).
- b) Magnetik alana içerisindeki düzen(magnetizma kazanmış).

Elements	Ions	Spin Directions and Number of 3d Electrons for the Ions		Magnetic Moment				
Sc	Ti <sup>3+</sup> , V <sup>4+</sup>	↑	—	—	—	—	1	1μ <sub>B</sub>
Ti	Ti <sup>2+</sup> , V <sup>3+</sup>	↑	↑	—	—	—	2	2μ <sub>B</sub>
V	V <sup>2+</sup> , Cr <sup>3+</sup> , Mn <sup>4+</sup>	↑	↑	↑	—	—	3	3μ <sub>B</sub>
Cr	Cr <sup>2+</sup> , Mn <sup>3+</sup>	↑	↑	↑	↑	—	4	4μ <sub>B</sub>
Mn	Mn <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>	↑	↑	↑	↑	↑	5	5μ <sub>B</sub>
Fe	Fe <sup>2+</sup> , Co <sup>3+</sup>	↑↓	↑	↑	↑	↑	6	4μ <sub>B</sub>
Co	Co <sup>2+</sup>	↑↓	↑↓	↑	↑	↑	7	3μ <sub>B</sub>
Ni	Ni <sup>2+</sup>	↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑	8	2μ <sub>B</sub>
Cu	Cu <sup>2+</sup>	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑	9	1μ <sub>B</sub>
Zn	Zn <sup>2+</sup> , Cu <sup>+</sup>	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	10	0

Geçiş elementleri ve iyonlarının 3d deki elektronları, spin yönleri ve magnetik momentleri.

**Antimagnetizm:** Burada, magnetik momentler sıfırlanmıştır.

Magnetik özellik yoktur. Ferro magnetik domainler çift oluşturmuştur.

#### 4) Elektrik enerjisi ile etkileşim:

Elektiriksel özellik açısından mineraller iki gruba ayrılır.



-İletken olmayanlar -izolatörler (non conductors -insulators -dielectrics)

**Elektrik özellik ;** - bağ yapısıyla ilgilidir. Metalik bağlı olanlar tam iletkenlerdir. Bütün metalik element mineraller(Cu, Au, Fe, Pt, Ag gibi) Kovalent ve iyonik bağlı olanlar iletken değildirler. Elmas, Halit, vs. Yarı iletkenler de ise elektronik yapılarında enerji boşluğu bandı vardır ve çift bağ bulunur.



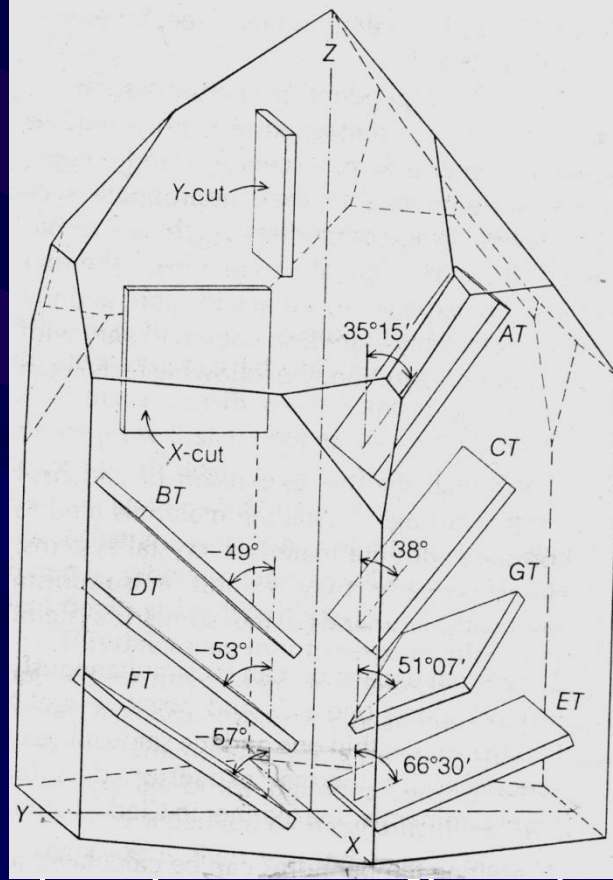
Elektriğin transfer edilebilmesi için yük taşıyıcıya gereksinim duyar. Metalik bağlı olanlarda serbest elektronlar bunu sağlar. Ancak kovalent ve iyonik bağlı olanlarda ise bazı hata veya kusurlar bu görevi üstlenir. Bu nedenle iletkenlik özelliğini artırmak için kristal yapısına hata dopingi yapılır.

-- Kristal hataları iletkenliğin nedenlerindedir. - Sıcaklık metalik bağlı olanlarda iletkenliği azaltırken, diğer bağlılarda kristal sınıfına bağlı olarak artırır. - Basınç da elektiriki iletkenliği artırır. Çok düşük sıcaklıkta alçak basınçta süper iletkenlik sağlanabilir.

**-Piezoelektrisite:** Bazı iletken olmayan maddeler yönlendirilmiş basınç altında iletkenlik özelliği kazanırlar. Burada kristal sınıfları çok önemlidir. Eğer bir mineralde simetri merkezi yoksa ve en azından bir polar döndürme eksenini varsa bu mineral basınç altında elektriki özellik kazanır.

Elektriklenmenin derecesi mineralin kristal sistemine ve kimyasına bağlı olarak değişir.

20 kristal sınıfı bu özellikleri taşır: **Simetri merkezi olmamalı ve en az bir polar eksen olmalı.** 1, 2, m, 2mm, 222, 3, 3m, 32, 4, -4, 4mm, -42m, 422, 6, -6, 6mm, -6m2, 622, 23, -43m, 432. Kuvars örnektir.



**Piroelektrisite:** Polar eksenin zıt taraflarında kutuplar oluşur ve ısıtılan mineraller elektriki özellik kazanır. Bunun için **bir tek polar eksen olmalı ve simetri merkezi olmamalıdır.** 1, 2, m, 2mm, 4, 4mm, 6, 6mm, 3, 3m.

# SONUÇLAR

- Minerallerde fiziksel özellikler skaler ve vektörel olmak üzere iki türdür.
- Yoğunluk(skaler) ve sertlik(vektörel) iki önemli sayısal olarak ölçülen özelliktir.
- Bütün fiziksel özellikler kristalin olan minerallerin mekanik, ışımaya , ısı, elektrik ve magnetik enerji ile olan etkileşimi sonucu ortaya çıkar.
- Kristalin olmanın arkasında kimyasal özellik ve bağ yapıları yer alır.
- Her fiziksel özellik mineralin kristalografik ve kimyasal boyutu ile tartışılmalıdır.