



SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM

Anyagtudományi és Technológiai Tanszék



Anyagszerkezet és –vizsgálat

NGB_AJ021_1

Dr. Hargitai Hajnalka

hargitai@sze.hu

www.sze.hu/~hargitai

B 403. (L3-16)

(Csizmazia Ferencné dr. előadásanyagai alapján)



Oktatási rend

Előadások – heti 2 óra

Tantermi gyakorlat – adott időpontokban

2012. 09. 17.	Tantermi gyakorlat
2012. 09. 24	Tantermi gyakorlat
2012. 10. 01.	Laborbeugró ZH (KÖTELEZŐ!)
2012. 10. 29.	I. ZH (fakultatív)
2012. 11. 05.	Tantermi gyakorlat
2012. 11. 12.	Tantermi gyakorlat
2012. 12. 03.	II. ZH (fakultatív)



Laborgyakorlat



októbertől 09-től november 13-ig
L3/17 (laborép.)

A három gyakorlat összevontan, egymás után lesz megtartva.
tehát 1 alkalom/fő

Előzetesen jelentkezni kell, **FELIRATKOZÁS** szept 12-től a labor előtt.



Laboratóriumi gyakorlatok

L3/17 anyagvizsgáló-laboratóriumban

1. Szakítóvizsgálat

2. Keménységmérés

3. Mikroszkópos vizsgálatok (ötvözetlen acélok és öntöttvasak vizsgálata, az Fe-Fe₃C diagram elemzése)

- A **labor helye** az E előadó jobb oldali bejáratának folyosóján a „mosdós” keresztfolyosó után az első ajtó balra.)
- **Kizárólag a szorgalmi időszakban** teljesíthetők
- A gyakorlatok elmulasztása, aláírás megtagadást eredményez. Az aláírás megtagadása nem pótolható.



Tárgyi követelmények

A laboratóriumi gyakorlaton történő részvétel feltétele:

A beugró zh min. 50%-os teljesítése.

Aláírás

- a laboratóriumi gyakorlatok teljesítése

Vizsga követelmények

- aláírás megléte

- Írásbeli vizsga legalább 40%-os teljesítése



Megajánlott jegy

- A szorgalmi időszakban a két fakultatív zh eredményei alapján.
- A megajánlott vizsgajegy feltétele: **mindkét zh eredmény minimum 40% -os teljesítése,**
- **minimális pontszám a két zh eredmény alapján min. 56 pont (max. 100 pont).**
- Értékelés: 56-70 (közepes), 71-85 (jó), 86-100 (jeles)



Irodalom a felkészüléshez



Kötelező irodalom:

Csizmazia Ferencné dr.: **Anyagismeret**, SZIF-UNIVERSITAS Kft. Kiadó és Üzletág, Győr, 1999.

Csizmazia Ferencné dr.: **Anyagvizsgálat** elektronikus jegyzet SZE Elektronikus jegyzettár

Csizmazia Ferencné dr.: **Fémtan** multimédiás jegyzet SZE elektronikus jegyzettár

Ajánlott irodalom:

Bagyinszki Gyula - Kovács Mihály: **Gépipari alapanyagok és félkészgyártmányok. ANYAGISMERET.** Tankönyvmester Kiadó Budapest, 2001.

Bagyinszki Gyula - Kovács Mihály: **Gépipari alapanyagok és félkészgyártmányok. GYÁRTÁSISMERET,** Tankönyvmester Kiadó, Budapest 2002.

Komócsin Mihály: **Gépipari anyagismeret** COCOM Kiadó Kft. Miskolc 2002.



Az anyag



Az anyagot az ember nyeri ki a természetből és alakítja olyanná, ami az igényeknek leginkább megfelel.

50-60 ezer féle anyag:

- 80% kerámia, kő, homok...
- 14% polimer (ennek 90%-a természetes)
- 6% fém (ennek 94%-a vasötvözet)



Az anyagok csoportosítása



**Pl. halmazállapot, eredet, alkotórészek elrendezése alapján,
fizikai és kémiai tulajdonságok alapján**

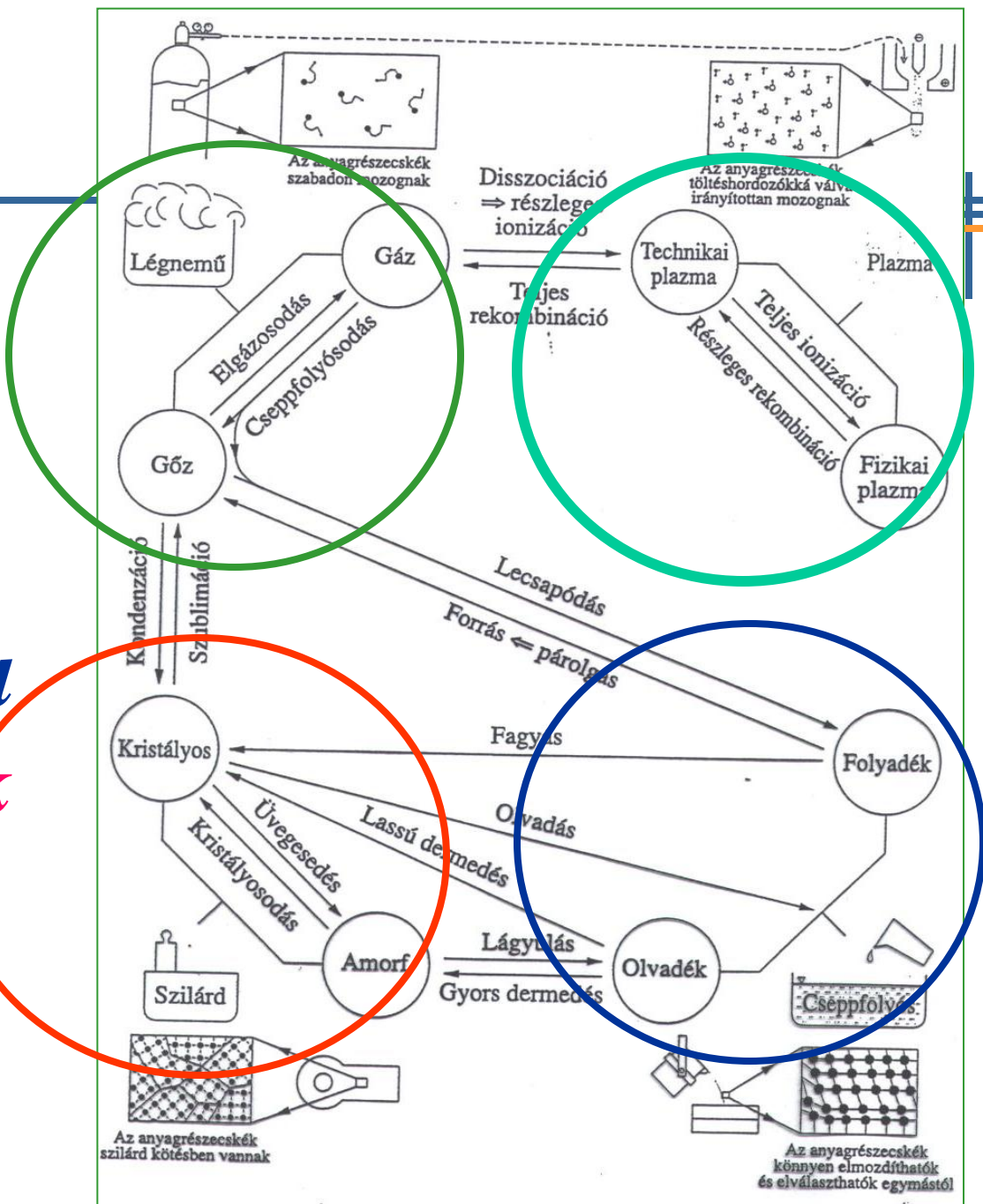
➤ **Halmazállapot szerint**

- **szilárd,**
- **folyékony,**
- **légnemű és**
- **plazma**



Az anyagok csoportosítása

Halmazállapotok





Az anyagok csoportosítása



- **Eredet szerint**
 - **szerves anyagok, polimerek**
 - természetes eredetűek pl. gumi, fa, bőr stb.
 - mesterségesen előállított műanyagok
 - **szervetlen**
 - fémek, kerámiák

(szerves és szervetlen anyagok kombinálása:
Kompozitok)



Az anyagok csoportosítása



Rendezettség:

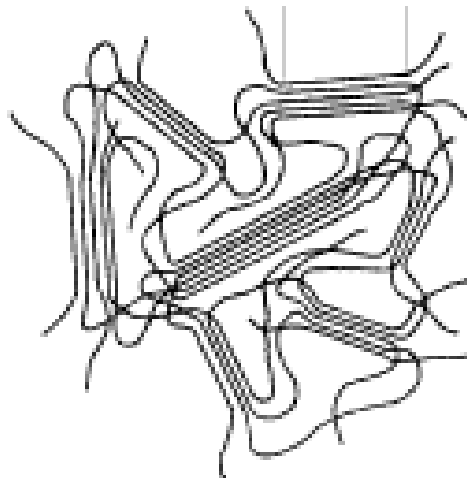
Kristályos: hosszútávú atomos rendezettség, szabályos elrendeződés (pl. fémek)



Amorf: rövidtávú atomos rendezettség, szabálytalan (pl. üveg)



Részben kristályos:
pl. műanyagok





Ipari anyagok, szerkezeti anyagok



Ipari anyagoknak vagy szerkezeti anyagoknak a technikailag hasznos tulajdonságú anyagokat nevezzük.

Az ipari anyagok lehetnek:

- **Fémek**
- **Kerámiák**
- **Polimerek**
- **Kompozitok (összetett, társított anyagok)**



Autó karosszéria anyagok (fémek)



- acél



- alumínium





Autó karosszéria anyagok (nem fémes anyagok)



- Kompozit





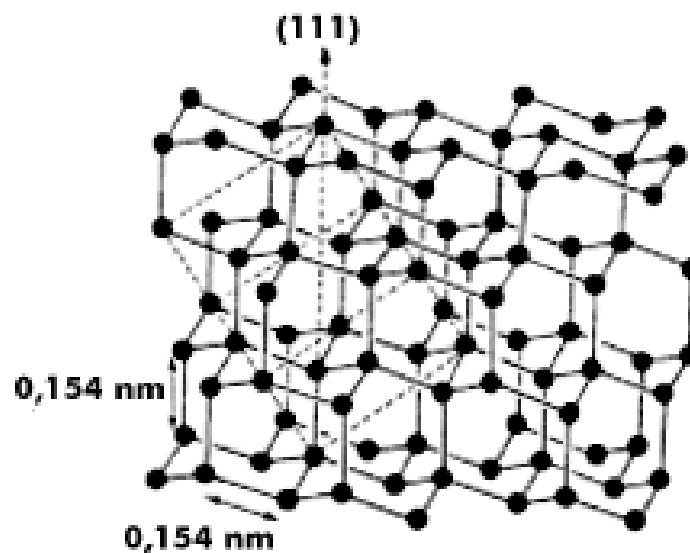
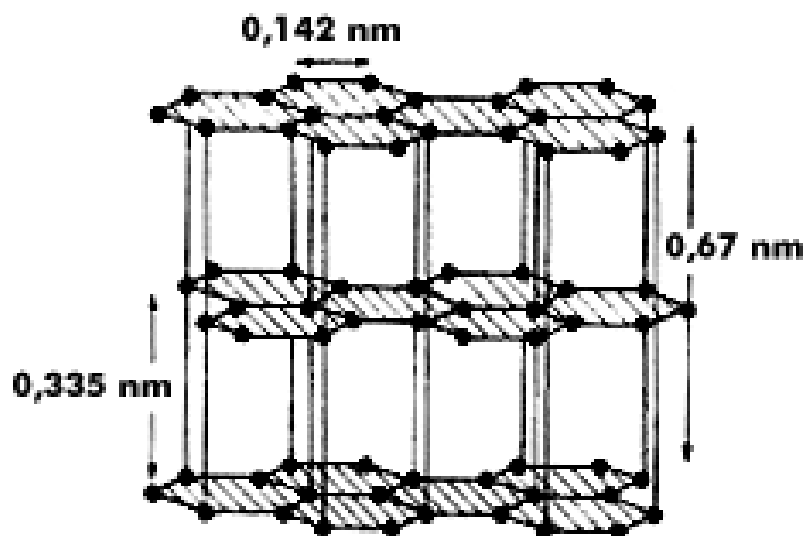
Az anyagok alapvető tulajdonságainak meghatározói



- az **atomos szerkezet**, azaz hogy milyen atomokból épülnek fel;
- Az **atomos rendezettség**, azaz hogy az atomok hogyan helyezkednek el;
- Az atomok közötti kölcsönhatás, **kötések típusa** (atomos, molekuláris)



Azonos összetétel, eltérő belső szerkezet





Fémek szerkezete

Az anyagok szerkezete az atomos tartományban

Az anyag építő elemei:

- atomok,
- molekulák,
- ionok.

Az anyag részecskéi állandó mozgásban vannak egymásra **kölcsönhatást** gyakorolnak.

Vonzás – atomokat együtt tartja

Taszítás – megakadályozza az atomok egymásba csúszását



Kötésfajták



- **Elsődleges vagy primér kötés**
 - **ionos**
 - **kovalens**
 - **fémes**
- **Másodlagos, gyenge**
 - **molekulaközi Van der Waals**
 - **hidrogénkötés**



Elektronegativitás: A kötésben lévő atom elektronvonzó képessége



→ **Atomsugár nő** → **Ionizációs energia nő** → **Elektronegativitás nő** →

Csoport (oszlopok)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

Periódus (sorok)

1

H 2,20																	He 3,89
-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------------

2

Li 0,98	Be 1,57											B 2,04	C 2,55	N 3,04	O 3,44	F 3,98	Ne 3,67
------------	------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------

3

Na 0,93	Mg 1,31											Al 1,61	Si 1,90	P 2,19	S 2,58	Cl 3,16	Ar 3,3
------------	------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------------	------------	-----------	-----------	------------	-----------

4

K 0,82	Ca 1,00	Sc 1,36	Ti 1,54	V 1,63	Cr 1,66	Mn 1,55	Fe 1,83	Co 1,88	Ni 1,91	Cu 1,90	Zn 1,65	Ga 1,81	Ge 2,01	As 2,18	Se 2,55	Br 2,96	Kr 3,00
-----------	------------	------------	------------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

5

Rb 0,82	Sr 0,95	Y 1,22	Zr 1,33	Nb 1,6	Mo 2,16	Tc 1,9	Ru 2,2	Rh 2,28	Pd 2,20	Ag 1,93	Cd 1,69	In 1,78	Sn 1,96	Sb 2,05	Te 2,1	I 2,66	Xe 2,67
------------	------------	-----------	------------	-----------	------------	-----------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-----------	-----------	------------

6

Cs 0,79	Ba 0,89	*	Hf 1,3	Ta 1,5	W 2,36	Re 1,9	Os 2,2	Ir 2,20	Pt 2,28	Au 2,54	Hg 2,00	Tl 1,62	Pb 2,33	Bi 2,02	Po 2,0	At 2,2	Rn 2,2
------------	------------	---	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-----------	-----------	-----------

7

Fr 0,7	Ra 0,9	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo
-----------	-----------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Lantanoidák

*	La 1,1	Ce 1,12	Pr 1,13	Nd 1,14	Pm 1,13	Sm 1,17	Eu 1,2	Gd 1,2	Tb 1,1	Dy 1,22	Ho 1,23	Er 1,24	Tm 1,25	Yb 1,1	Lu 1,27
---	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	-----------	-----------	-----------	------------	------------	------------	------------	-----------	------------

Aktinoidák

**	Ac 1,1	Th 1,3	Pa 1,5	U 1,6	Np 1,6	Pu 1,6	Americanium 1,6	Berkelium 1,6	Californium 1,6	Einsteinium 1,6	Fermium 1,6	Mendelevium 1,6	Nobelium 1,6	Lutetium 1,6	Rutherfordium 1,6
----	-----------	-----------	-----------	----------	-----------	-----------	--------------------	------------------	--------------------	--------------------	----------------	--------------------	-----------------	-----------------	----------------------

A Pauling-féle

Alulról felfelé,
balról jobbra nő
az EN

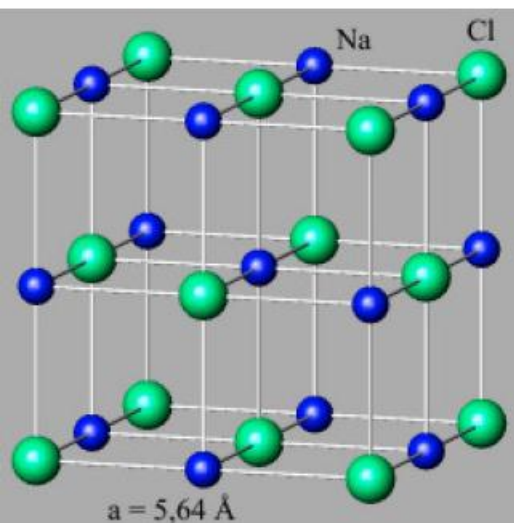
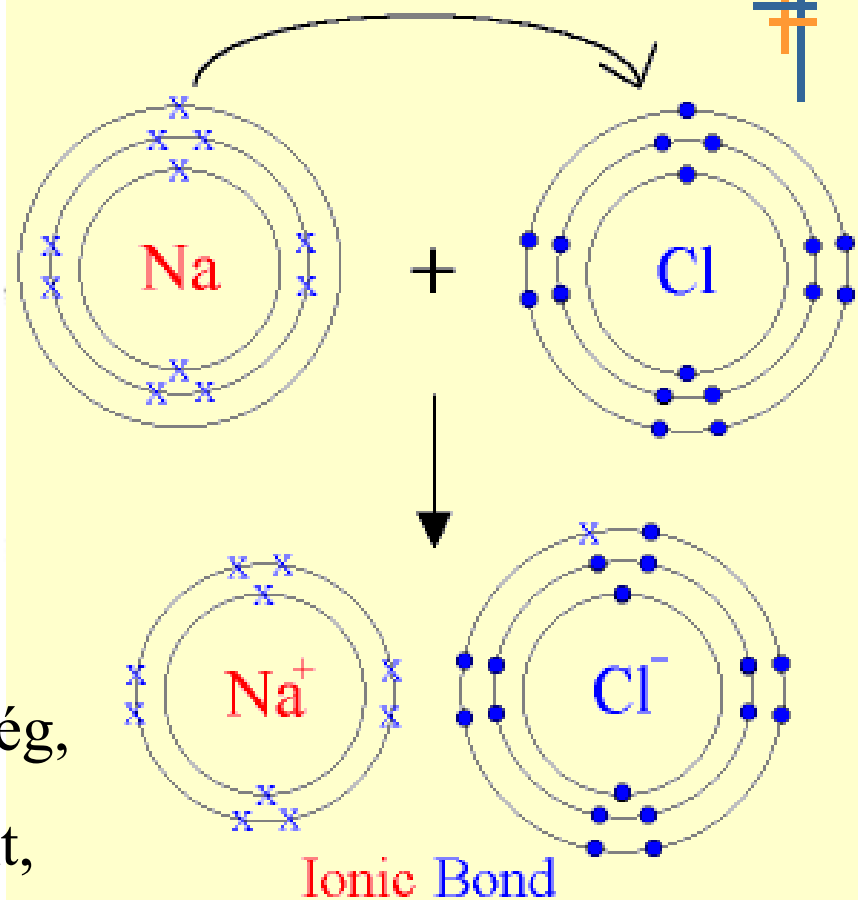
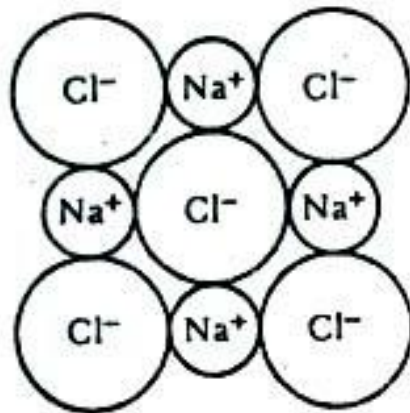
	EN < 2	EN > 2	$\Delta EN < 2$	$\Delta EN > 2$
azonos atomok között	fémes kötés	kovalens apoláris kötés		
különböző atomok között			kovalens poláris kötés	ionos kötés



Ionos kötés

Egymással reagáló atomok EN-különbsége nagy ($\Delta EN \geq 2$)

Pl. a NaCl (konyhasó)



-Közepes keménység,

-magas olvadáspont,

-színtelen,

-kevésbé, vagy nem vezet az elektromosságot

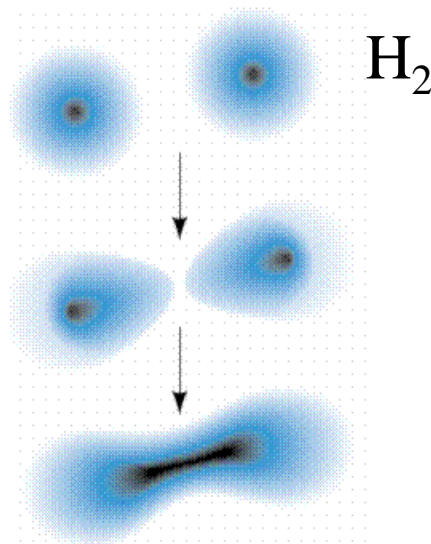
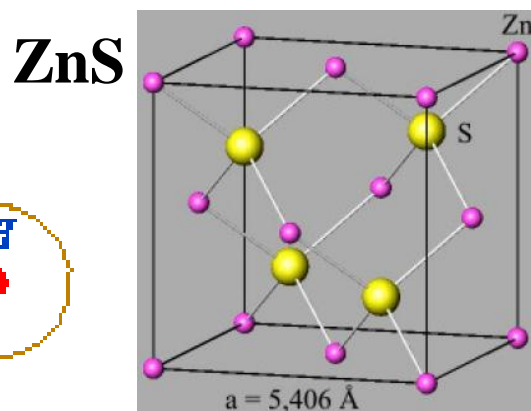
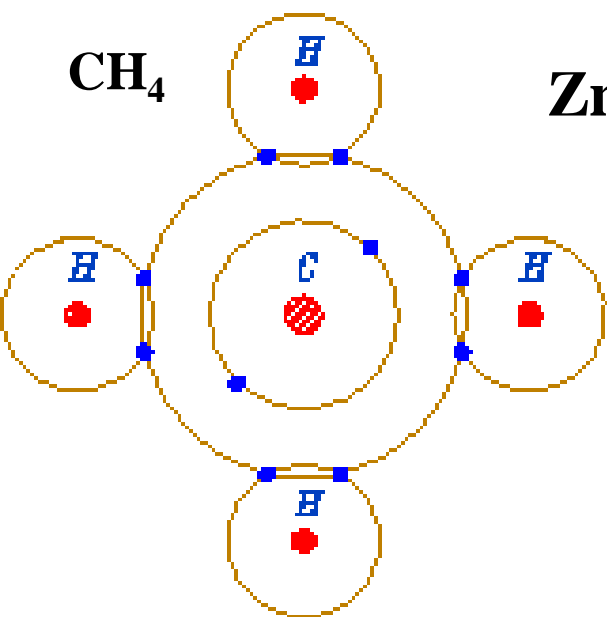


Kovalens kötés: vegyértékelektronok (pár-ok) közös molekulapályán



APOLÁRIS KOVALENS KÖTÉS: Viszonylag nagy EN-al rendelkező nem fématomok ($EN > 2$), $\Delta EN = 0$

POLÁRIS KOVALENS KÖTÉS: Egymással reagáló atomok EN-különbsége kicsi ($0 < \Delta EN < 2$) (dipólus molekulák)



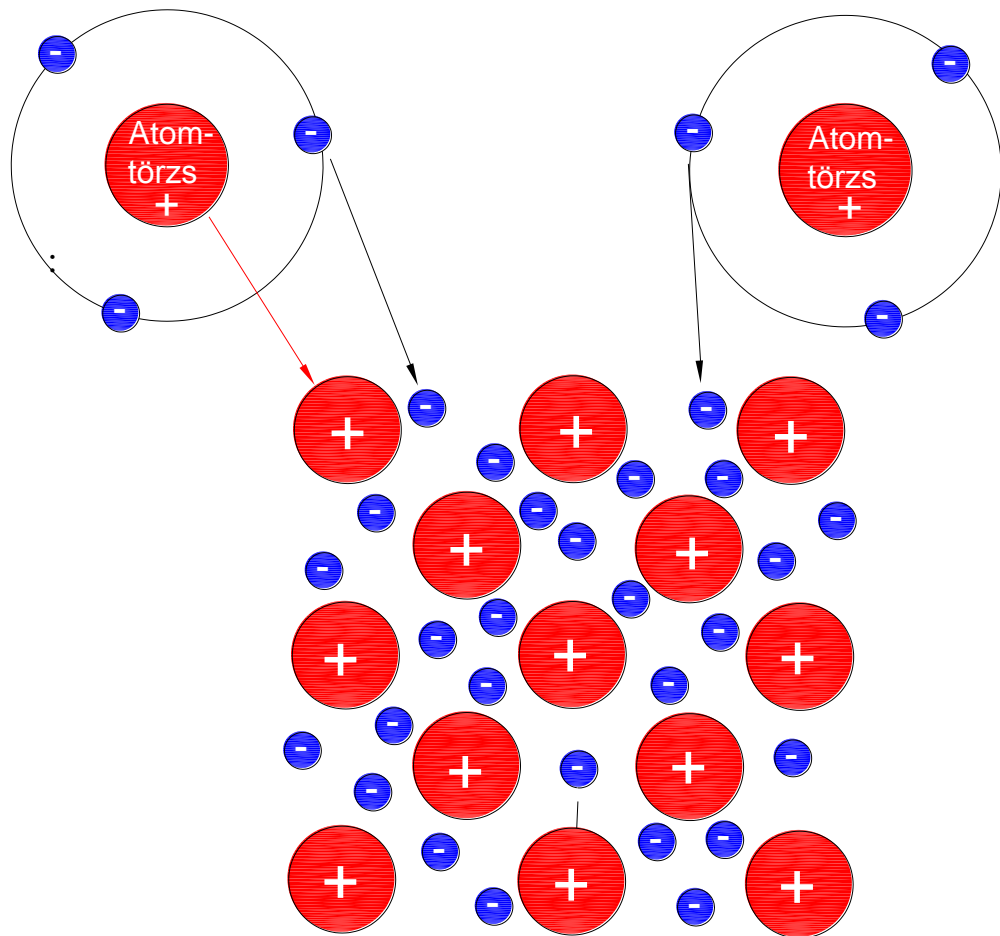
Nagy keménység, magas olvadáspont,
színtelen, nem vezető



Fémes kötés

Kis EN-al rendelkező fématomok ($EN < 2$).

Delokalizált elektronrendszer – jó hő- és elektromos vezetőképesség



Nagy szilárdság

Jó alakíthatóság

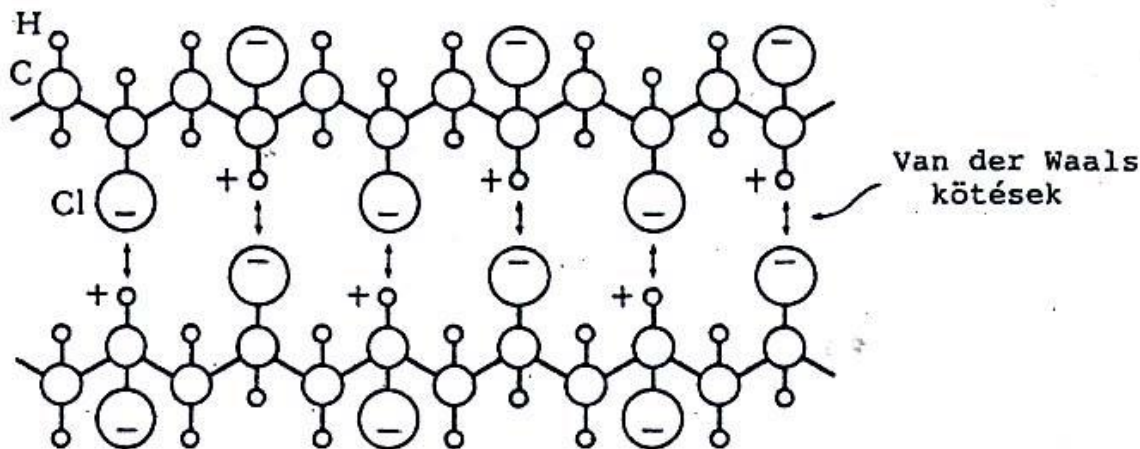


Gyenge, mellékvegyérték kötések

- **Molekulaközi kötés (Van der Waals kötés)**

A Pl. a szerves anyagok, műanyagok

Kis keménység, alacsony olvadáspont, szigetelő



Kémiai kötések összefoglalása

a kémiai kötés típusa		a kémiai kötés jellemzése	példa	a kémiai kötés létrejöttének feltétele
ionos		Az egyik atom elektront ad le, a másik atom ezt az elektront felveszi; a létrejövő ellentétes töltésű ionok közötti elektrosztatikus vonzás hozza létre a kötést.	a nátrium-klorid (konyhasó) kristályrács NaCl	Ez a kötés akkor jön létre, amikor olyan atomok lépnek reakcióba, amelyek elektronvonzó képessége nagyon különbözik. $\Delta EN > 2$
kovalens	apoláris	Azonos atomok között kötő elektronpárral vagy elektronpárokkal kialakított kapcsolat.	klórmolekula Cl – Cl Cl ₂	Ez a kötés akkor jön létre, ha az összekapcsolódó azonos atomoknak nagy az elektronvonzó képessége. $EN > 2$
	poláris	Különböző atomok között kötő elektronpárral vagy elektronpárokkal kialakított kapcsolat.	hidrogén-klorid molekula H – Cl HCl	Ez a kötés akkor jön létre, amikor olyan atomok lépnek reakcióba, amelyek elektronvonzó képessége között nem nagy a különbség. $\Delta EN < 2$
fémes		Delokalizált elektronszerkezet: a lazán kötött vegyértékelektronok valamennyi fématom-törzshöz egyaránt tartoznak.	a nátrium fémrácsa Na	Ez a kötés akkor jön létre, ha az összekapcsolódó azonos atomoknak nem nagy az elektronvonzó képessége. $EN < 2$



Fémek



- **kristályos szerkezetűek,**
- **kiváló hő-és elektromos vezetők**
- **fémes fényűek**
- **képlékenyen alakíthatók** (megfelelő nagyságú erő - az anyagfolytonosság nem szakad meg (nincs szakadás, törés) és a test tömege változatlan)
- **terhelhetőséggel, szilárdsággal rendelkeznek**



A fémek kristályos szerkezete



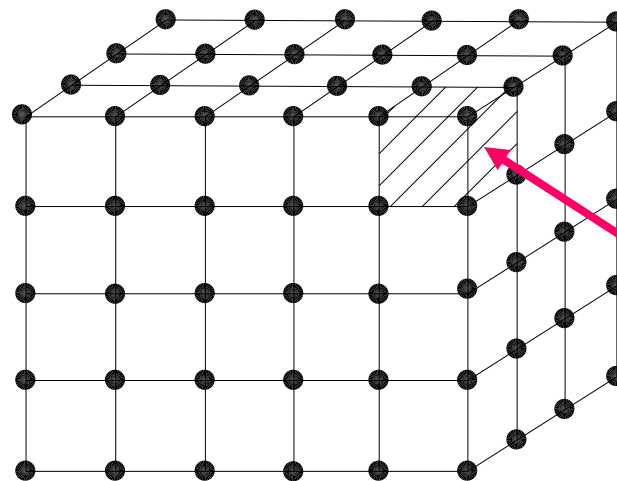
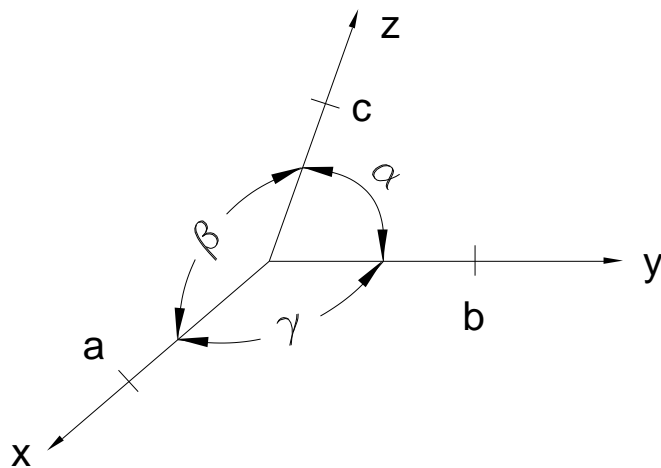
A kristályos szerkezetben az atomok **szabályos geometriai** rendben helyezkednek el.

Azt a legkisebb - több atomból álló - szabályos idomot, melynek ismételtetésével a rácsszerkezet leírható:

rácselemnek, vagy elemi cellának nevezzük.



A kristályos szerkezet / Kristályrendszer leírása



Elemi
cella

A **térelmet** **a,b,c, translációs szakaszok** és a szakaszok által bezárt **szögek, α, β, γ** jellemzik. A translációs vektorok hosszának és az irányoknak a tetszőleges megválasztásával **7 kristályrendszer** állítható elő.

A térellem **megfelelő** pontjaira berajzolva az atomokat kapjuk az **elemi cellát, a térelmet!!** A kristálytan **14 féle elemi cellát** különböztet meg.



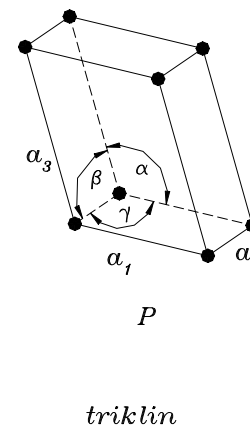
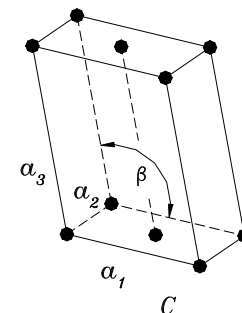
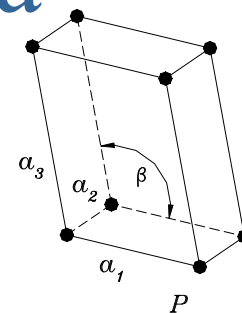
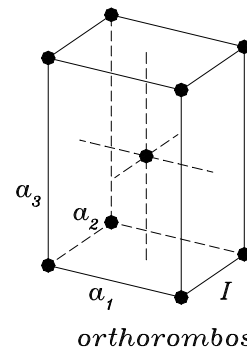
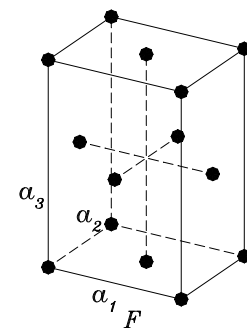
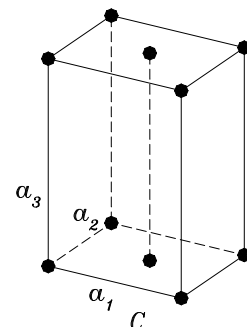
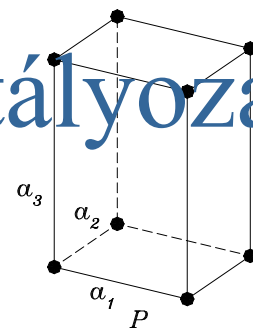
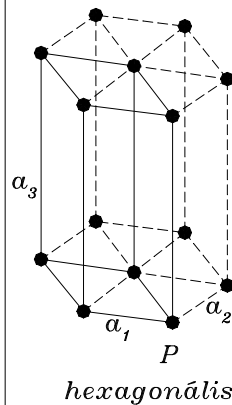
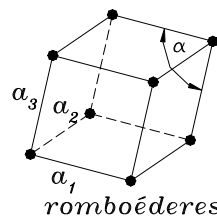
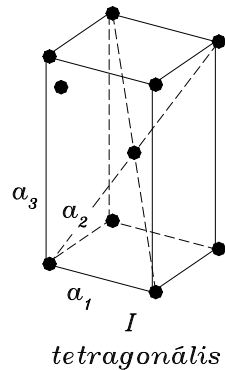
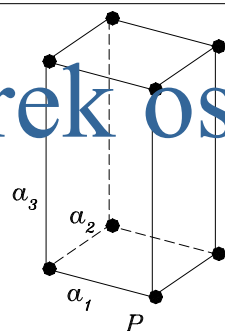
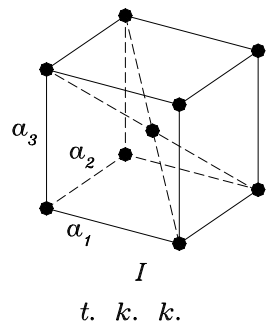
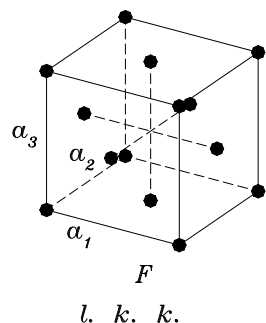
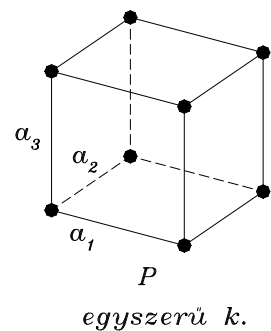
Kristályrendszerek osztályozása

lehetséges
kristályrácsok:

7 koordináta rendszerrel
ill.

14 Bravais rács

típussal le lehet írni.





A rácsszerkezet jellemzői

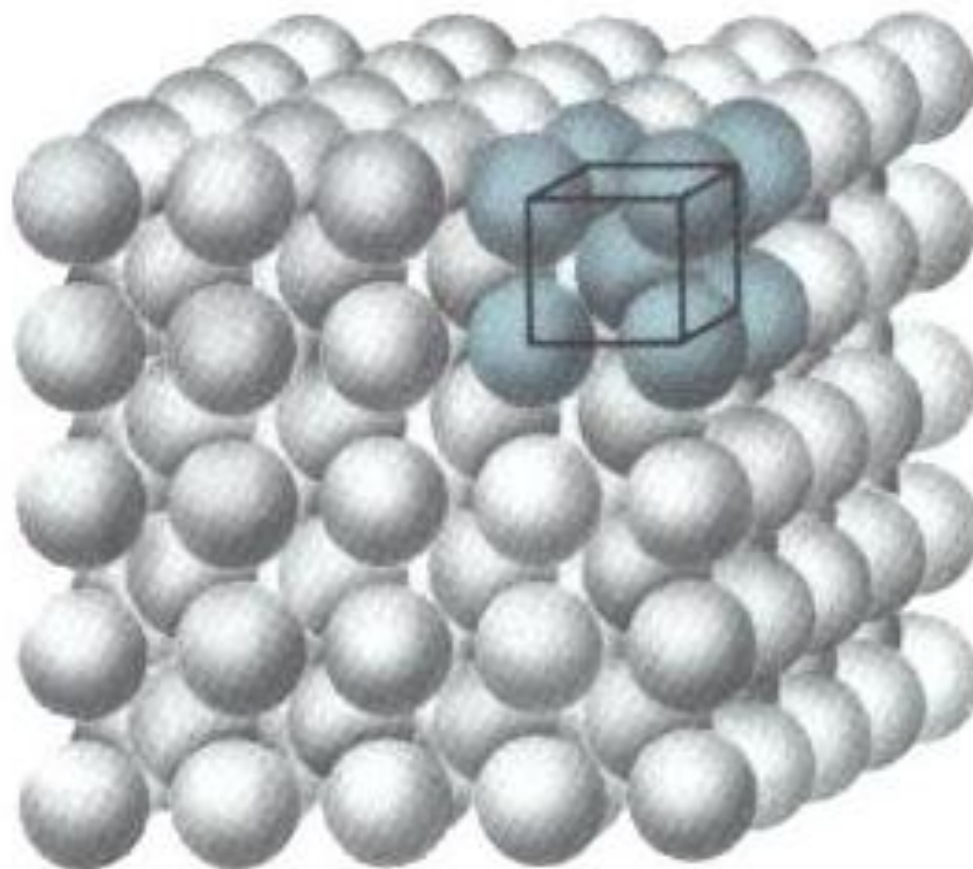


- **Elemi cella, élhossz (rácsparaméter)**
- **Koordinációs szám**
- **atomátmérő**
- **elemi cellát alkotó atomok száma**
- **térkitöltési tényező**
- **elemi cellába illeszthető legnagyobb gömb**
- **legsűrűbb illeszkedési sík és irány**

**A fémeknél a legfontosabb a köbös (szabályos)
rácsszerkezet**



Térközepes köbös rácsszerkezet

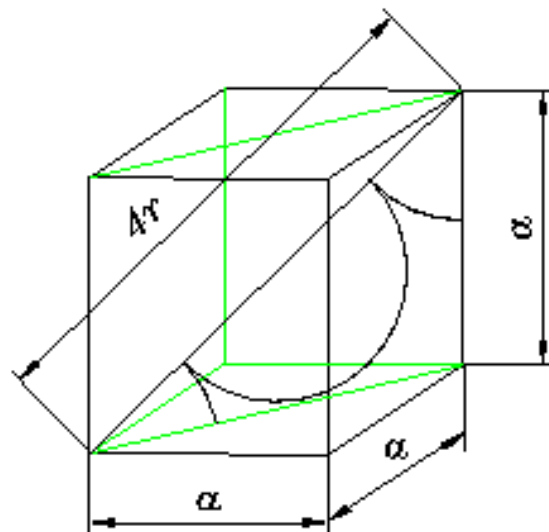
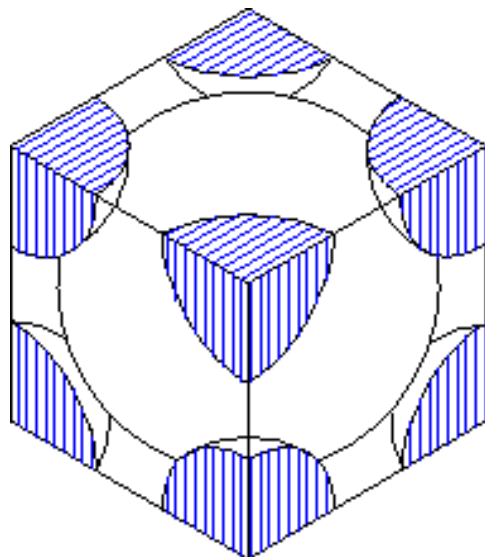




Térközepes köbös

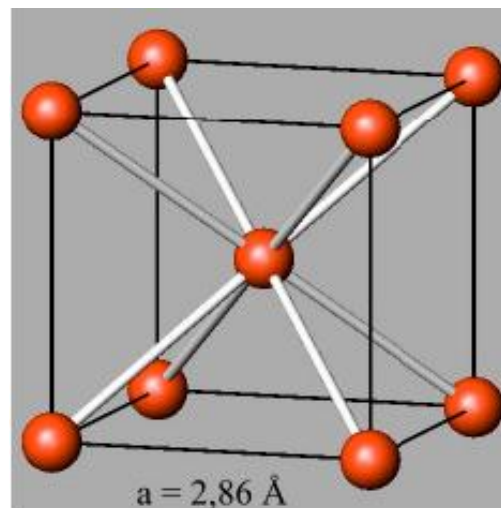


Li, Na, K, V,
Cr, W, Ta,



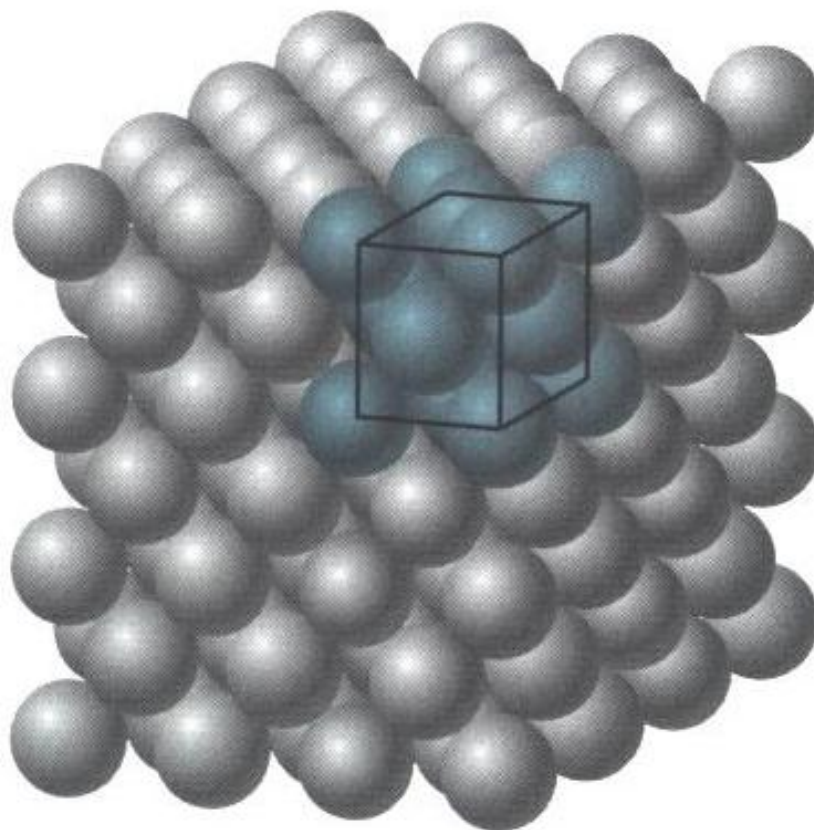
vas (δ -Fe) 1392 C° és az
olvadáspont (1536 C°) között,
illetve 911 C° (α -Fe) alatt.

Koordinációs szám: 8



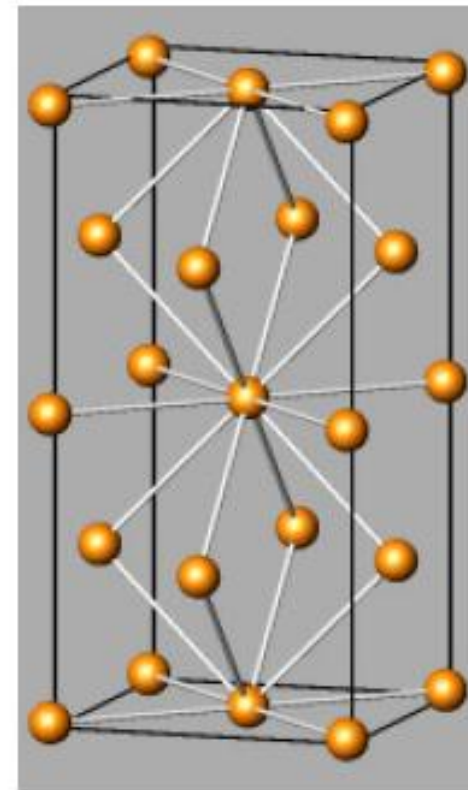
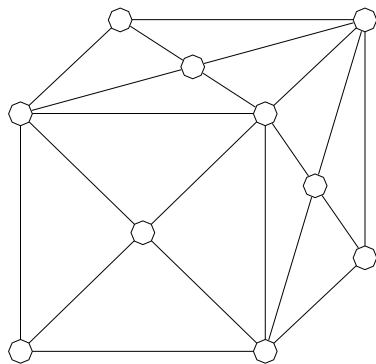
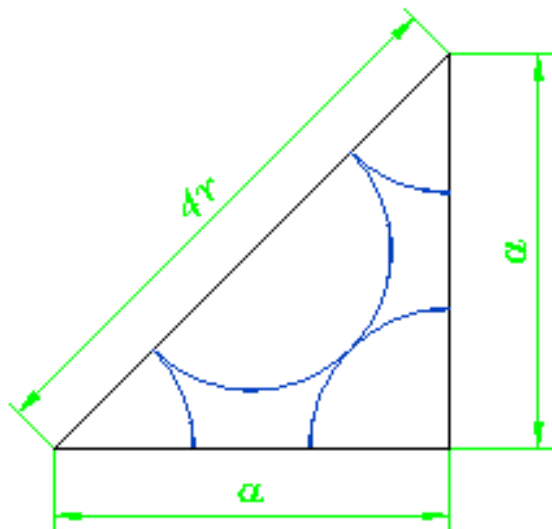
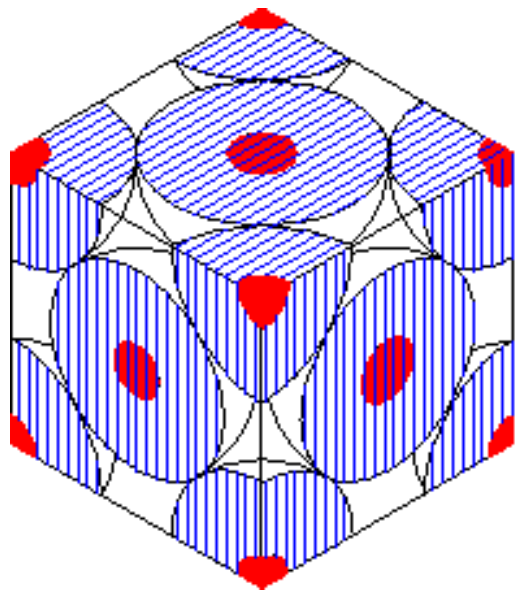


Lapközepes köbös rácsszerkezet





Lapközepes köbös



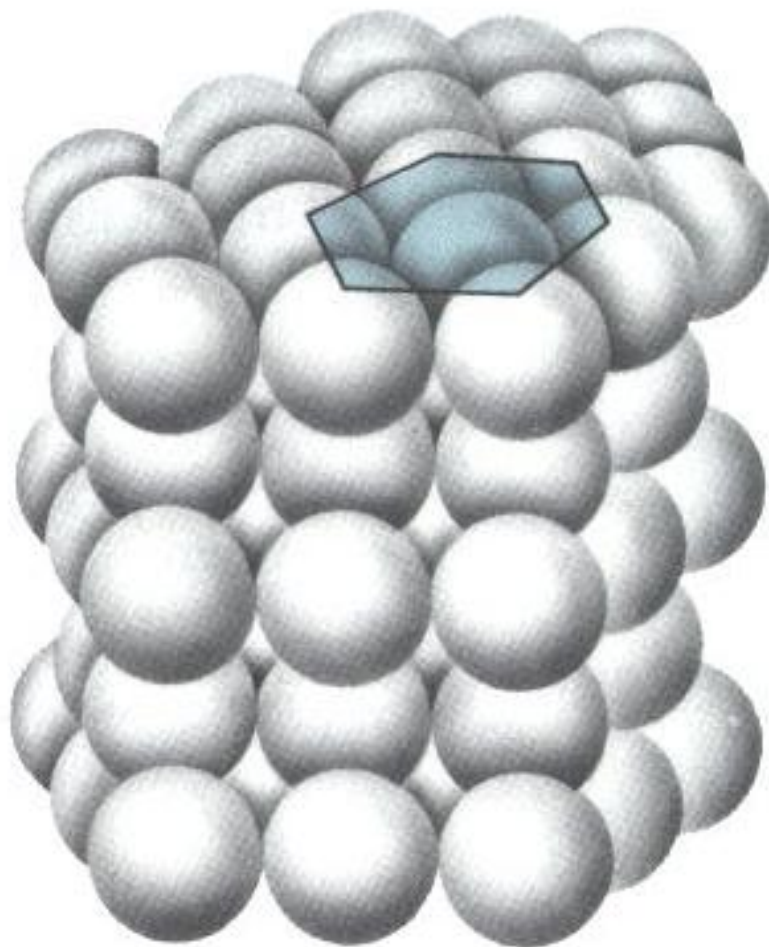
**Al, Cu, Au,
Ag, Pb, Ni,
Ir, Pt**

Koordinációs szám: 12

vas (γ -Fe) 911 C° és 1392 C° között.

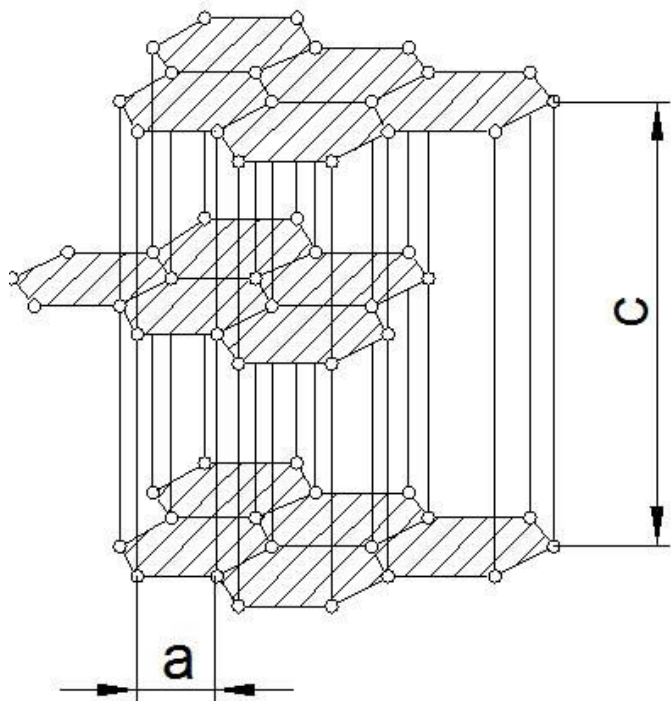


Hexagonális rácsszerkezet



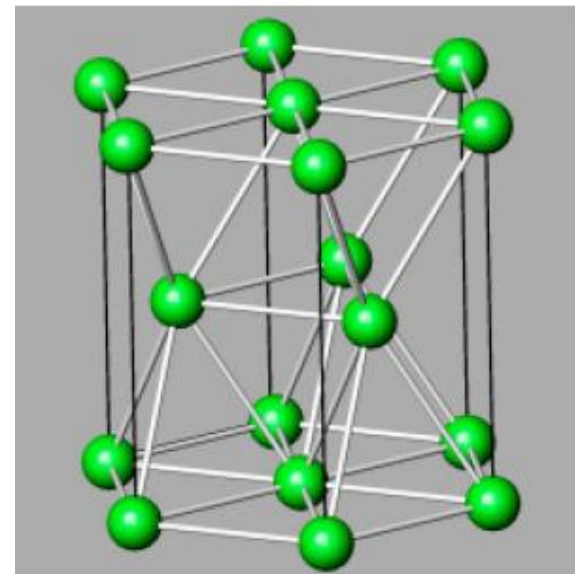
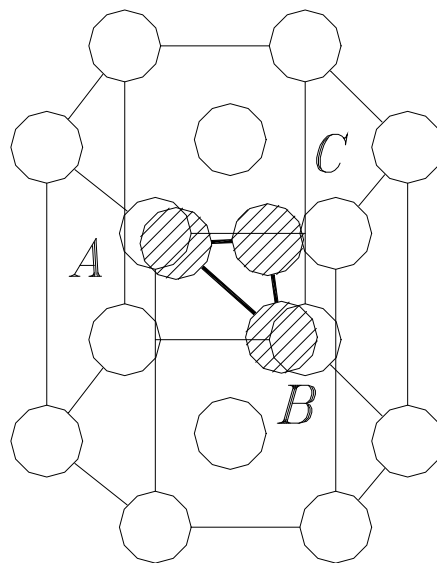


Hexagonális rendszer



Egyszerű pl. grafit

szoros illeszkedésű (hdp)
pl. Be, Zn, Mg, Cd és a
Ti egyik módosulata



Koordinációs szám: 12



Polimorfizmus, allotrópia

A kristályos szerkezet néhány esetben nincs egyértelmű kapcsolatban az összetétellel. A rácsszerkezet a fizikai paraméterek: hőmérséklet és nyomás függvényében megváltozhat.

Ez a **polimorfizmusnak** nevezett jelenség

pl. SiO_2 kvarc vagy a grafit és a gyémánt , oxigén, ózon

A színfémek polimorfizmusát **allotrópiának** nevezzük.

Pl. a Fe, Sn, Ti stb.