



# Anyagszerkezet és –vizsgálat

## Fémten, anyagvizsgálat

**Dr. Hargitai Hajnalka**

[hargitai@sze.hu](mailto:hargitai@sze.hu)

[www.sze.hu/~hargitai](http://www.sze.hu/~hargitai)

B 403. (L3-16)

(Csizmazia Ferencné dr. előadásanyagai alapján)



# Oktatási rend

**Előadások – heti 2 óra**

**Tantermi gyakorlat – heti 1 óra**



**SZÜNET vagy elmarad:**

- **Szept 25 gy**
- **Okt 15 ea**
- **Okt 22 ea**
- **Okt 23 gy**



# Laborgyakorlat

---



**Jelentkezés 2013.09.11.-től**

**L3/17 (laborép.)**

**Laboratóriumi gyakorlatok ideje:**

**Megadott időpontokra történő jelentkezéssel az  
5.-9- oktatási héten**

Előzetesen jelentkezni kell, **FELIRATKOZÁS** a labor előtt később meghirdetett időpontban.



# Laboratóriumi gyakorlatok

L3/17 anyagvizsgáló-laboratóriumban

1. Szakítóvizsgálat

2. Keménységmérés

3. Mikroszkópos vizsgálatok (ötvetlen acélok és öntöttvasak vizsgálata, az Fe-Fe<sub>3</sub>C diagram elemzése)

- A **labor helye** az E előadó jobb oldali bejáratának folyosóján a „mosdós” keresztfolyosó után az első ajtó balra.)



# Laboratóriumi gyakorlatok

L3/17 anyagvizsgáló-laboratóriumban



- **Kizárólag a szorgalmi időszakban (5.-9. hét) teljesíthetők**
- A **gyakorlatok elmulasztása, aláírás megtagadást eredményez**. Az aláírás megtagadása nem pótolható.
- **Hiányzás** csak indokolt esetben, betegség miatt elfogadott. **Orvosi igazolás bemutatása és pótlásra történő jelentkezés a hiányzást követő két héten belül lehetséges.**
- Legfeljebb egy gyakorlat pótolható.



# Tárgyi követelmények

---



## Aláírás

- a laboratóriumi gyakorlatok teljesítése
- 2 zh minimum 41%-os teljesítése

## Vizsga követelmények

- aláírás megléte
- Írásbeli vizsga legalább 41%-os teljesítése



# Megajánlott jegy

- A szorgalmi időszakban a két zh eredményei alapján.
- A megajánlott vizsgajegy feltétele: **mindkét zh eredmény minimum 41% -os teljesítése,**
- **minimális pontszám a két zh eredmény alapján min. 51 pont (max. 100 pont).**
- Értékelés: 51-55 (elégséges), 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**

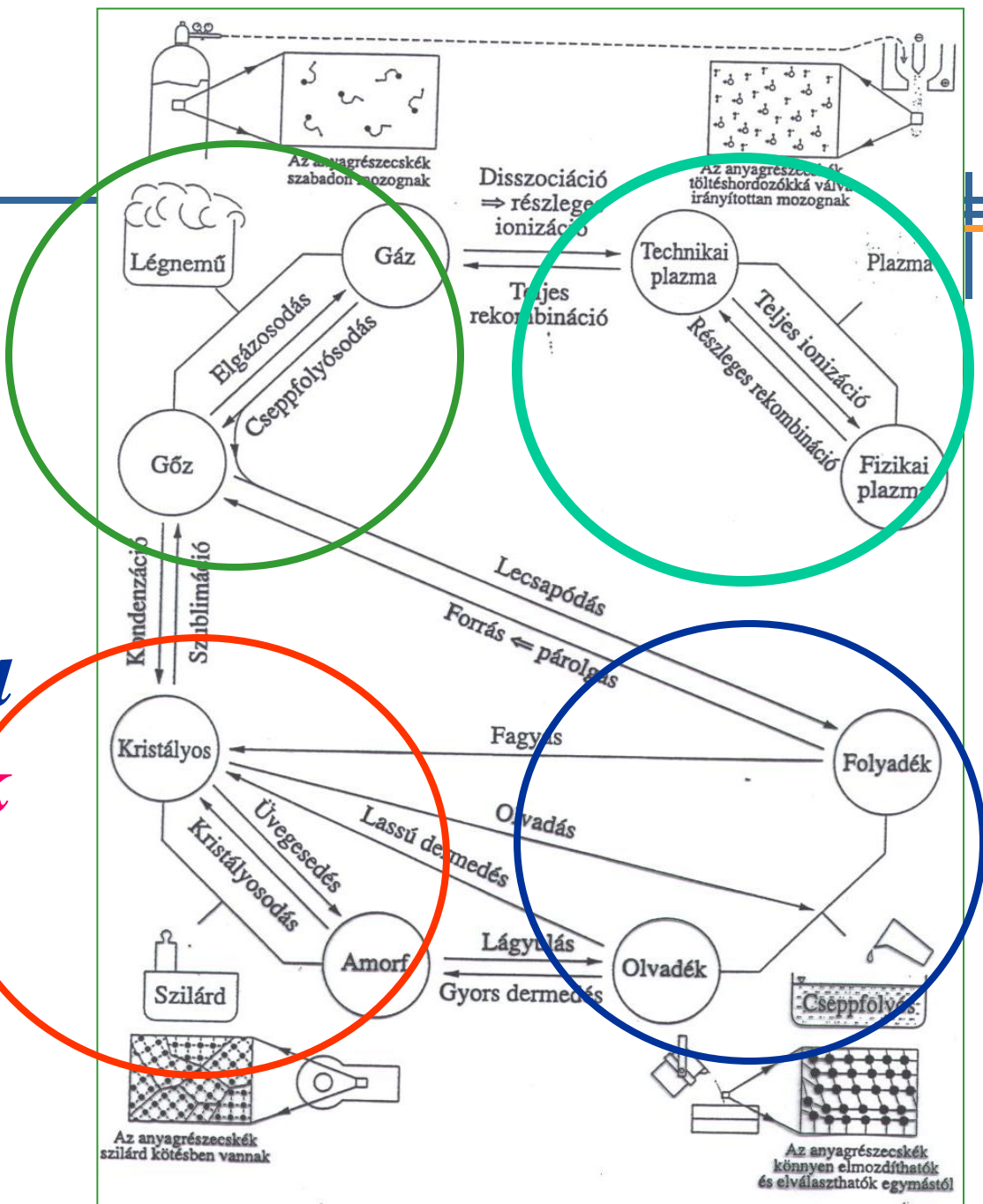
## ➤ Halmazállapot szerint

- 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:

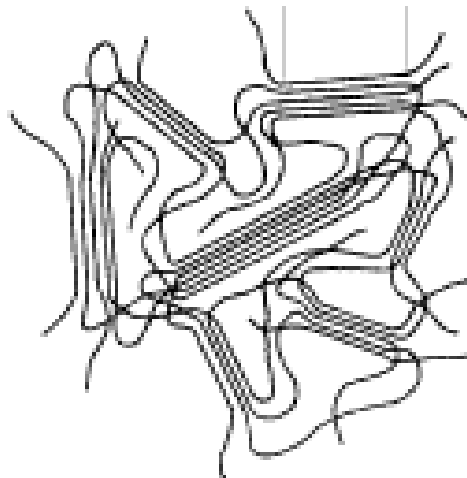
**Kristályos:** hosszútávú atomos rendezettség, szabályos elrendeződés (pl. fémek)



**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







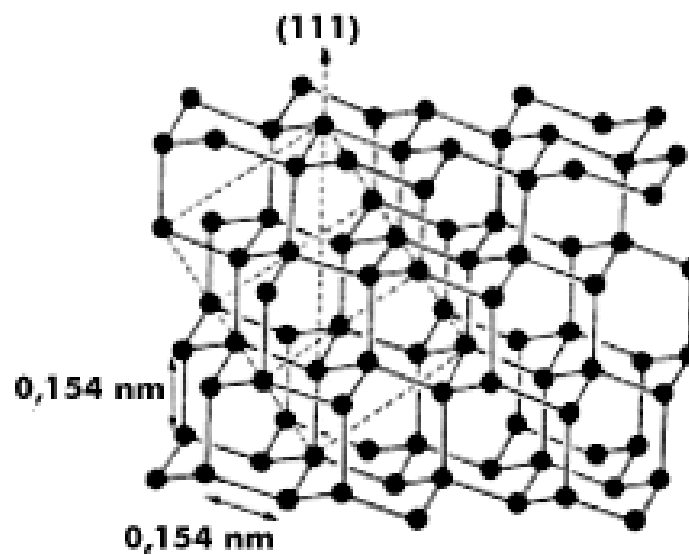
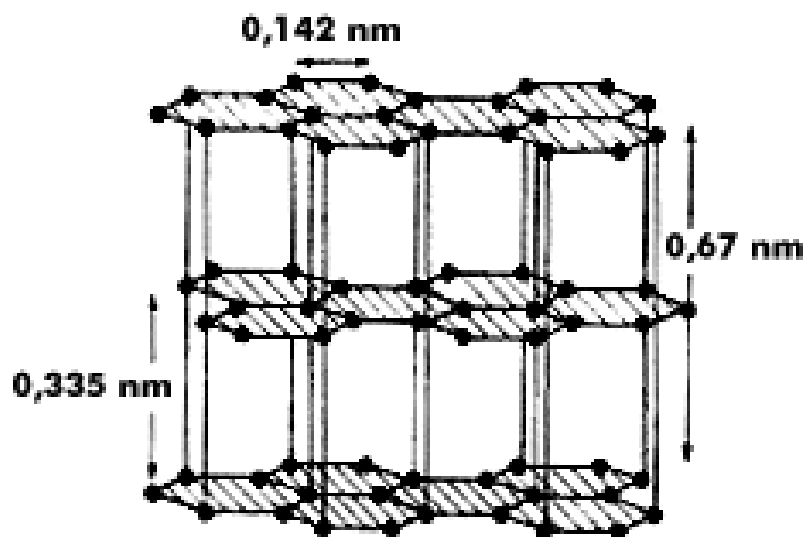
# Az anyagok alapvető tulajdonságainak meghatározói



- 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 1,22	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	Am 1,6	Cm 1,6	Bk 1,6	Cf 1,6	Es 1,6	Fm 1,6	Mn 1,6	Lr 1,6
----	-----------	-----------	-----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

A Pauling-féle

Alulról felfelé,  
balról jobbra nő  
az EN

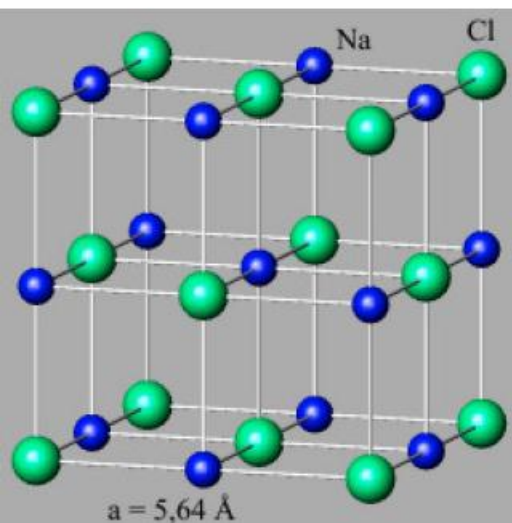
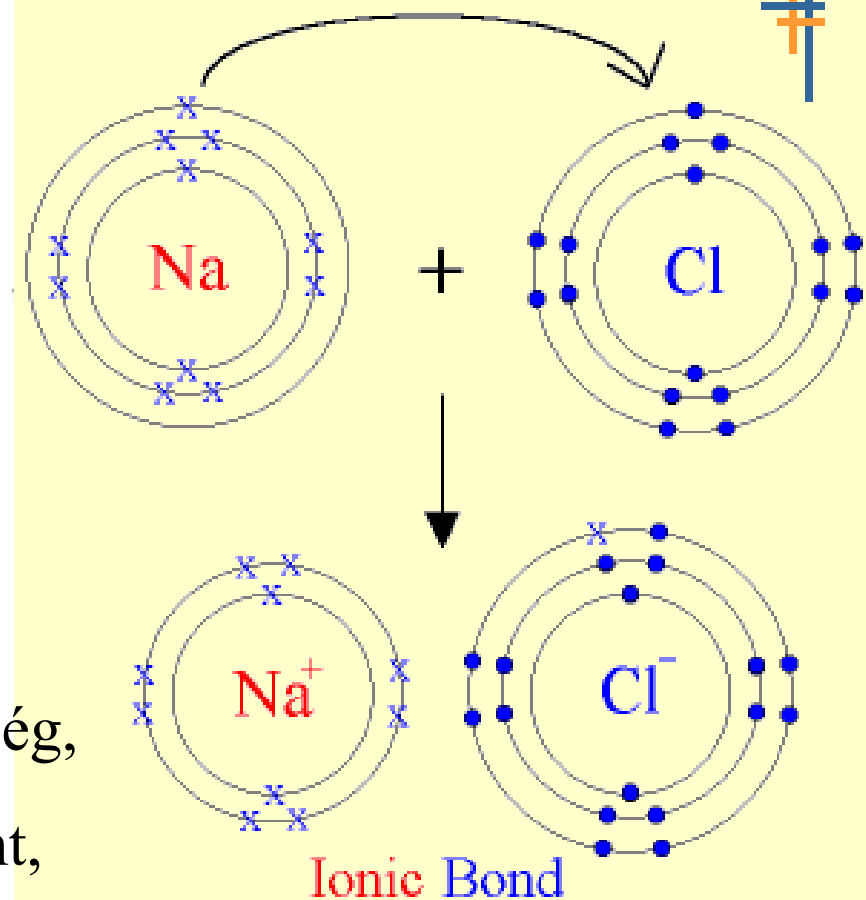
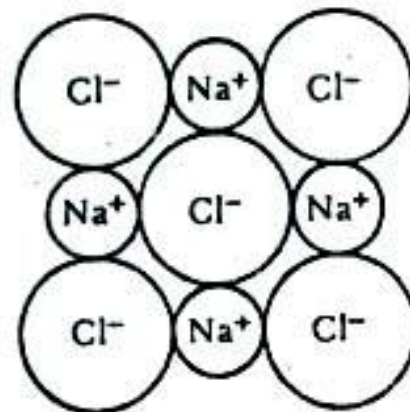
	EN < 2	EN > 2	$\Delta EN < 2$	$\Delta EN > 2$
azonos atomok között	fémes kötés	kovalens apoláris kötés		
különböző atomok között			kovalens poláris kötés	ionos kötés



# Ionos kötés

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

Pl. a NaCl (konyhasó)



-Közepes keménység,

-magas olvadáspont,

-színtelen,

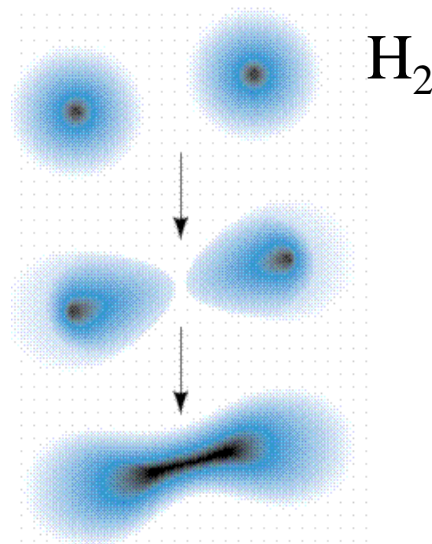
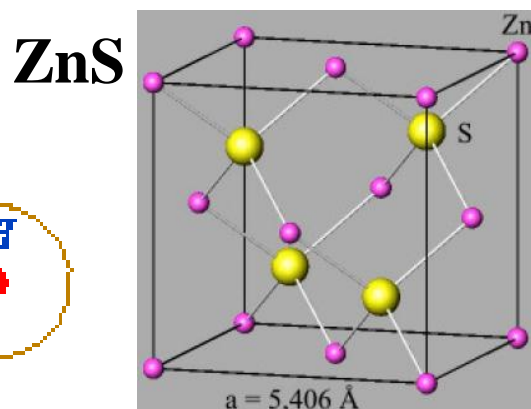
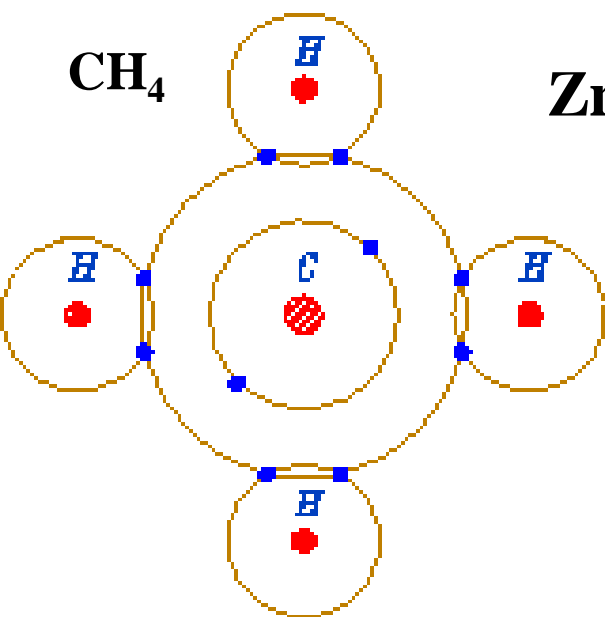
-kevésbé, vagy nem vezet az elektromosságot



# 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)



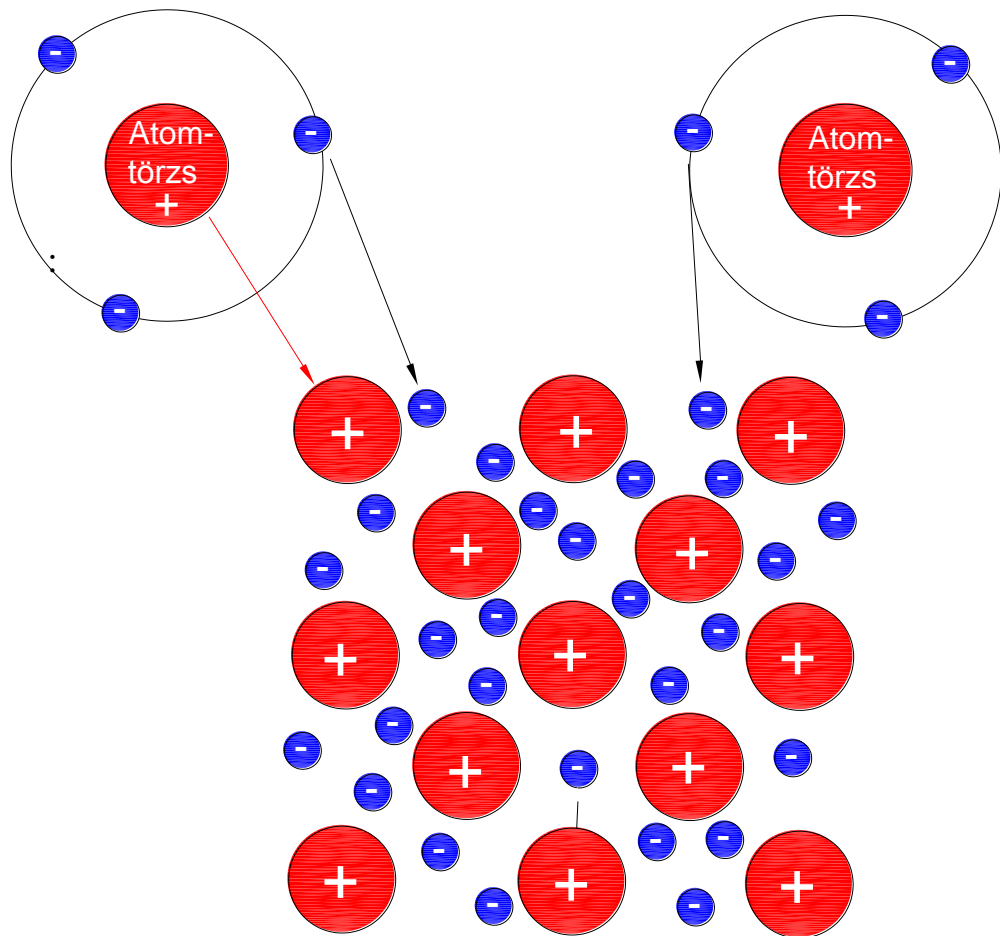
Nagy keménység, magas olvadáspont,  
színtelen, nem vezető



# Fémes kötés

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

**Delokalizált elektronrendszer** – jó hő- és elektromos vezetőképesség



Nagy szilárdság

Jó alakíthatóság



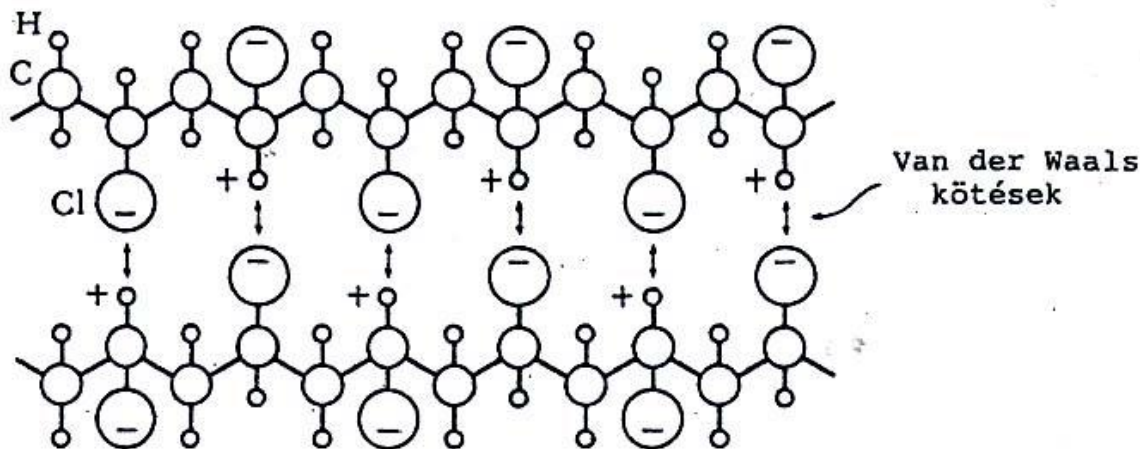


# Gyenge, mellékvegyérték kötések

- **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 <sub>2</sub>	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



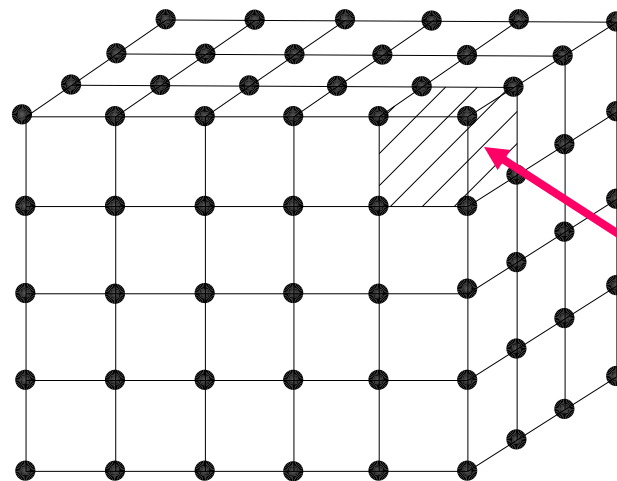
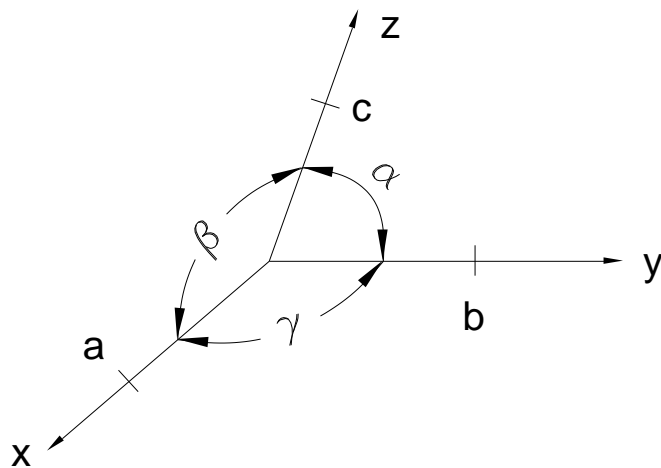
A kristályos szerkezetben az atomok **szabályos geometriai** rendben helyezkednek el.

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 **térelemet** **a,b,c, translációs szakaszok** és a szakaszok által bezárt **szögek,  $\alpha, \beta, \gamma$**  jellemzik. A translációs vektorok hosszának és az irányoknak a tetszőleges megválasztásával **7 kristályrendszer** állítható elő.

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



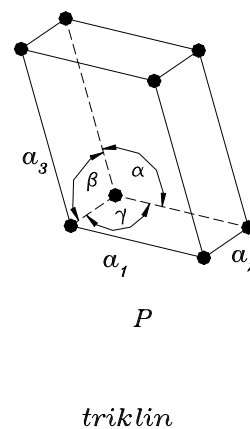
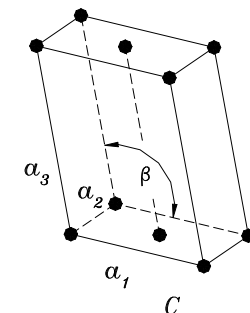
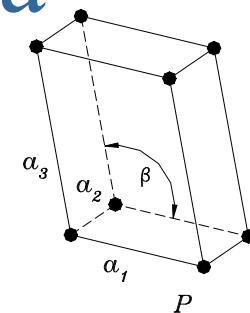
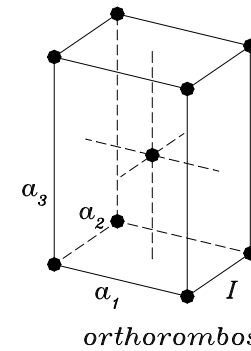
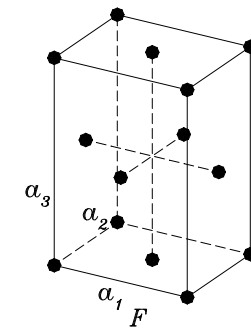
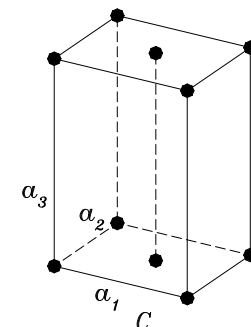
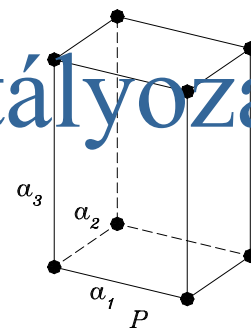
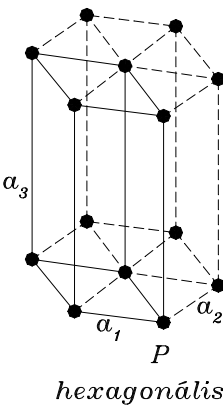
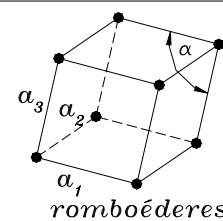
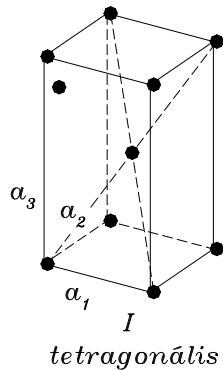
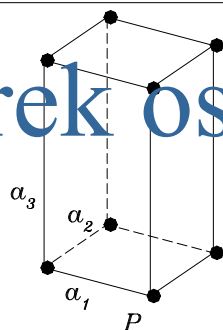
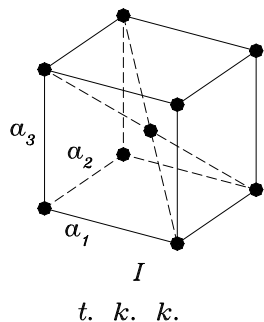
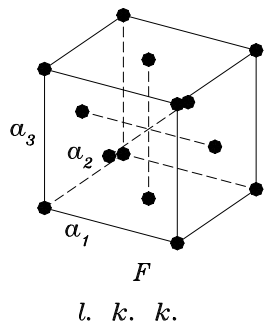
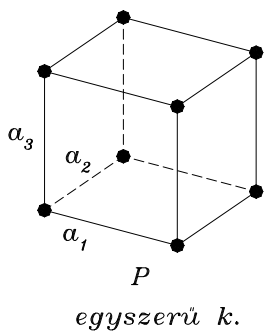
# Kristályrendszerek osztályozása

lehetséges  
kristályrácsok:

7 koordináta rendszerrel  
ill.

14 Bravais rács

típussal le lehet írni.





# A rácsszerkezet jellemzői

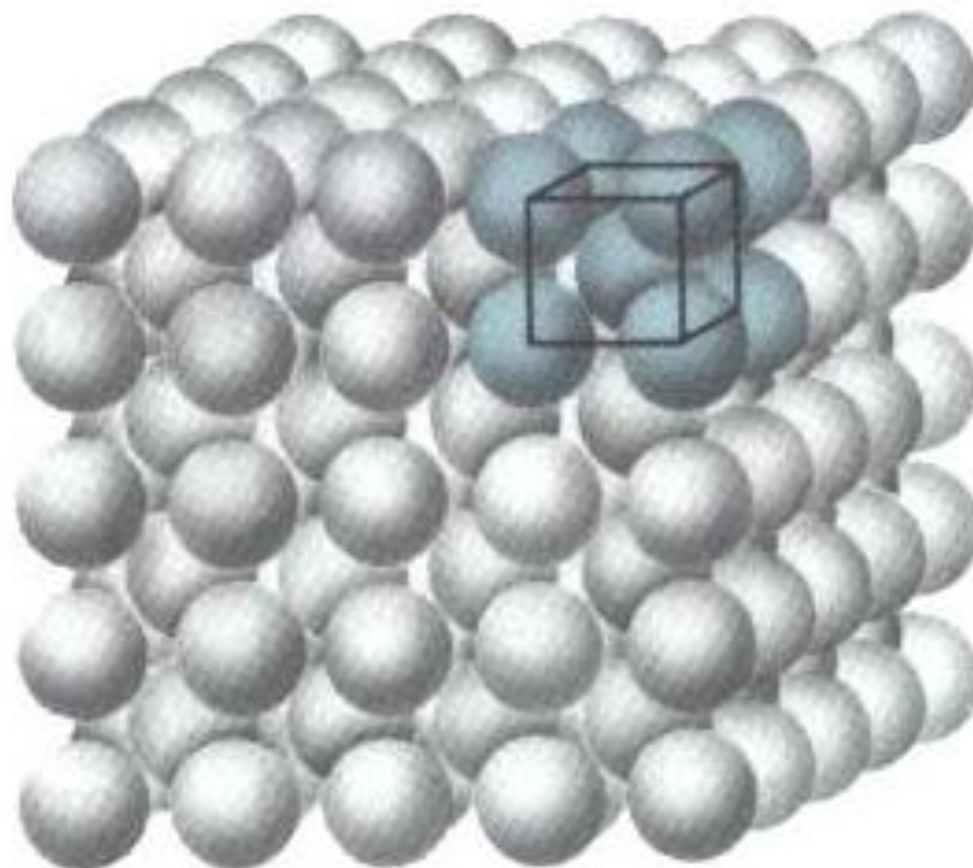


- **Elemi cella, élhossz (rácsparaméter)**
- **Koordinációs szám**
- **atomátmérő**
- **elemi cellát alkotó atomok száma**
- **térkitöltési tényező**
- **elemi cellába illeszthető legnagyobb gömb**
- **legsűrűbb illeszkedési sík és irány**

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



# Térközepes köbös rácsszerkezet



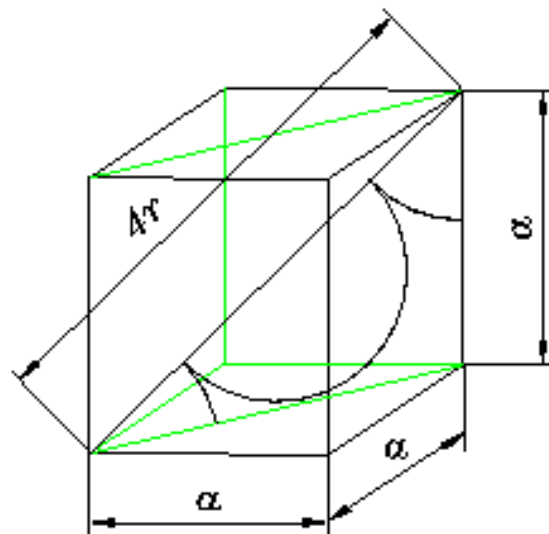
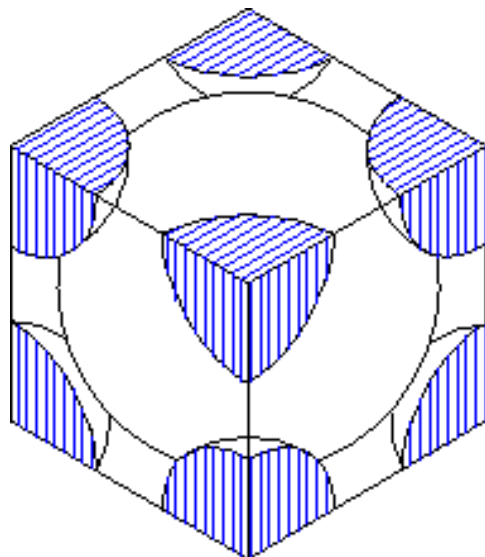




# Térközepes köbös

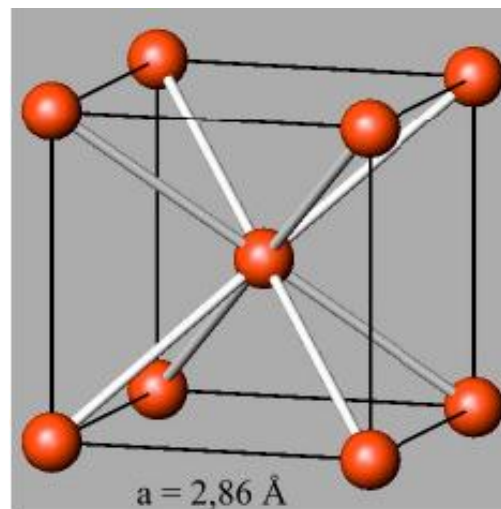


Li, Na, K, V,  
Cr, W, Ta,



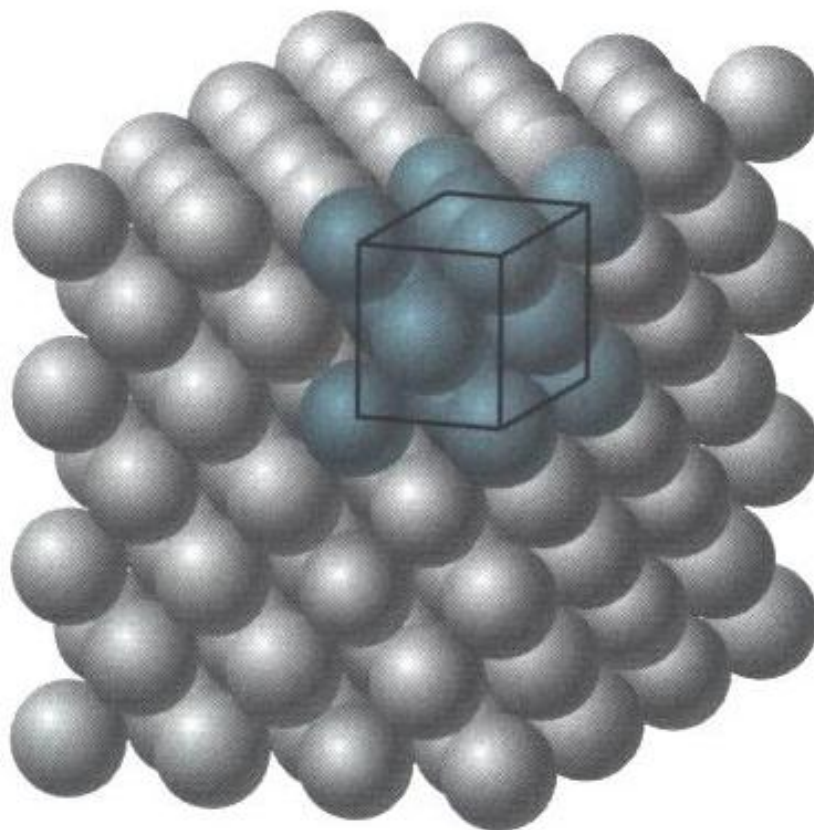
vas ( $\delta$ -Fe) 1392 C° és az  
olvadáspont (1536 C°) között,  
illetve 911 C° ( $\alpha$ -Fe) alatt.

Koordinációs szám: 8



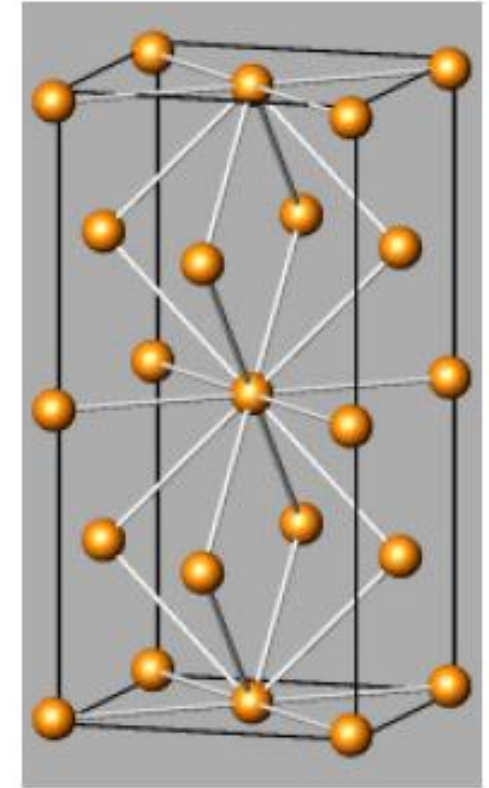
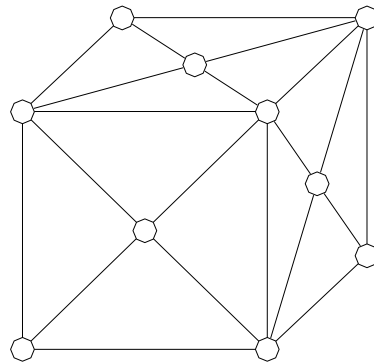
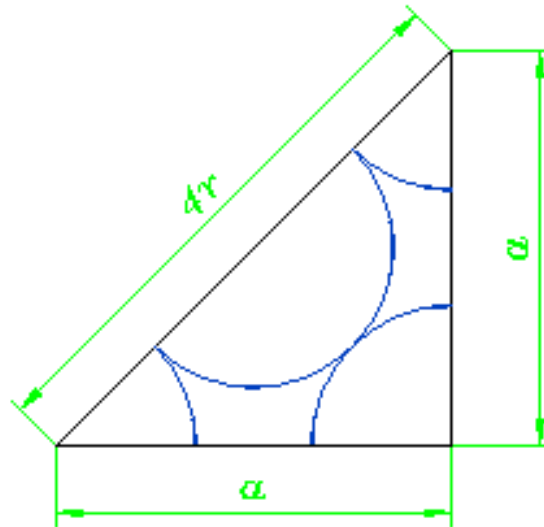
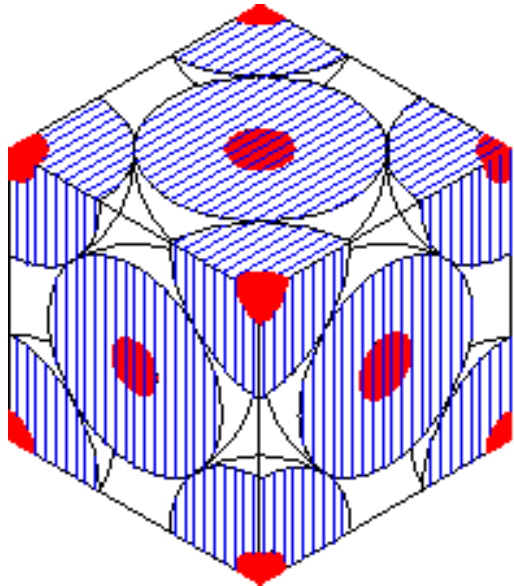


# Lapközepes köbös rácsszerkezet





# Lapközepes köbös



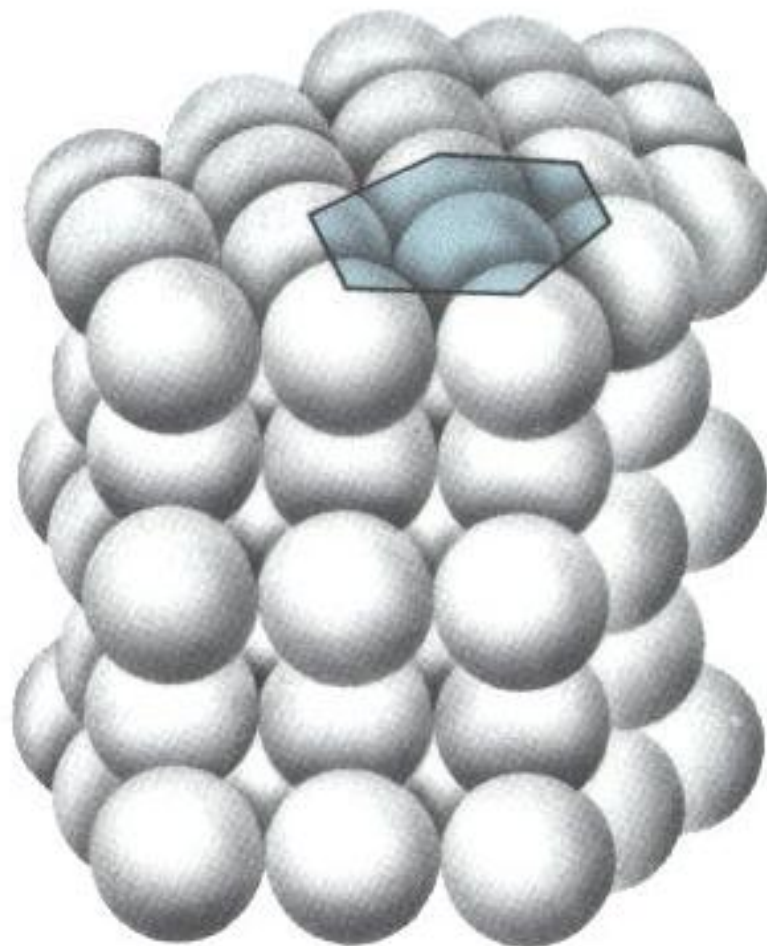
**Al, Cu, Au,  
Ag, Pb, Ni,  
Ir, Pt**

**Koordinációs szám: 12**

**vas ( $\gamma$ -Fe) 911 C° és 1392 C° között.**

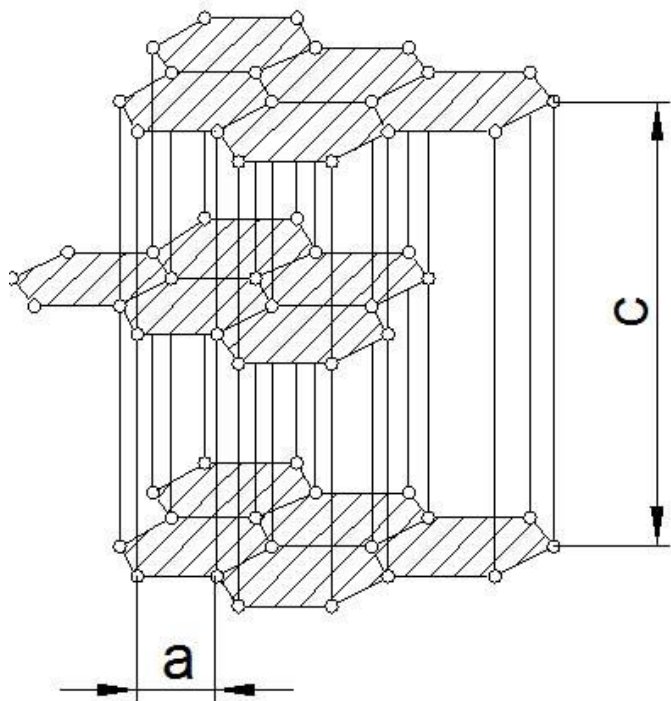


# Hexagonális rácsszerkezet



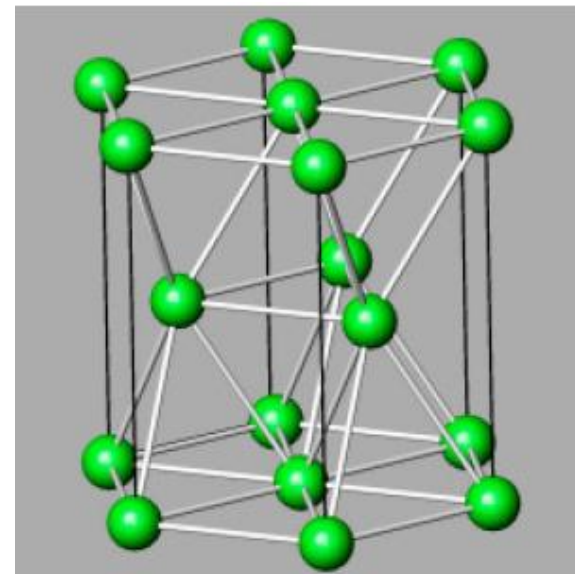
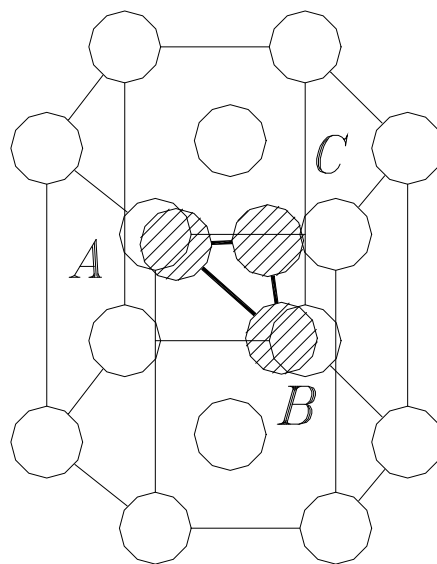


# Hexagonális rendszer



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.  $\text{SiO}_2$  kvarc vagy a grafit és a gyémánt , oxigén, ózon

A színfémek polimorfizmusát **allotrópiának** nevezzük.

Pl. a Fe, Sn, Ti stb.