

Nano – anyagok

Dr. Berta Miklós
Fizika és Kémia Tanszék
Széchenyi István Egyetem

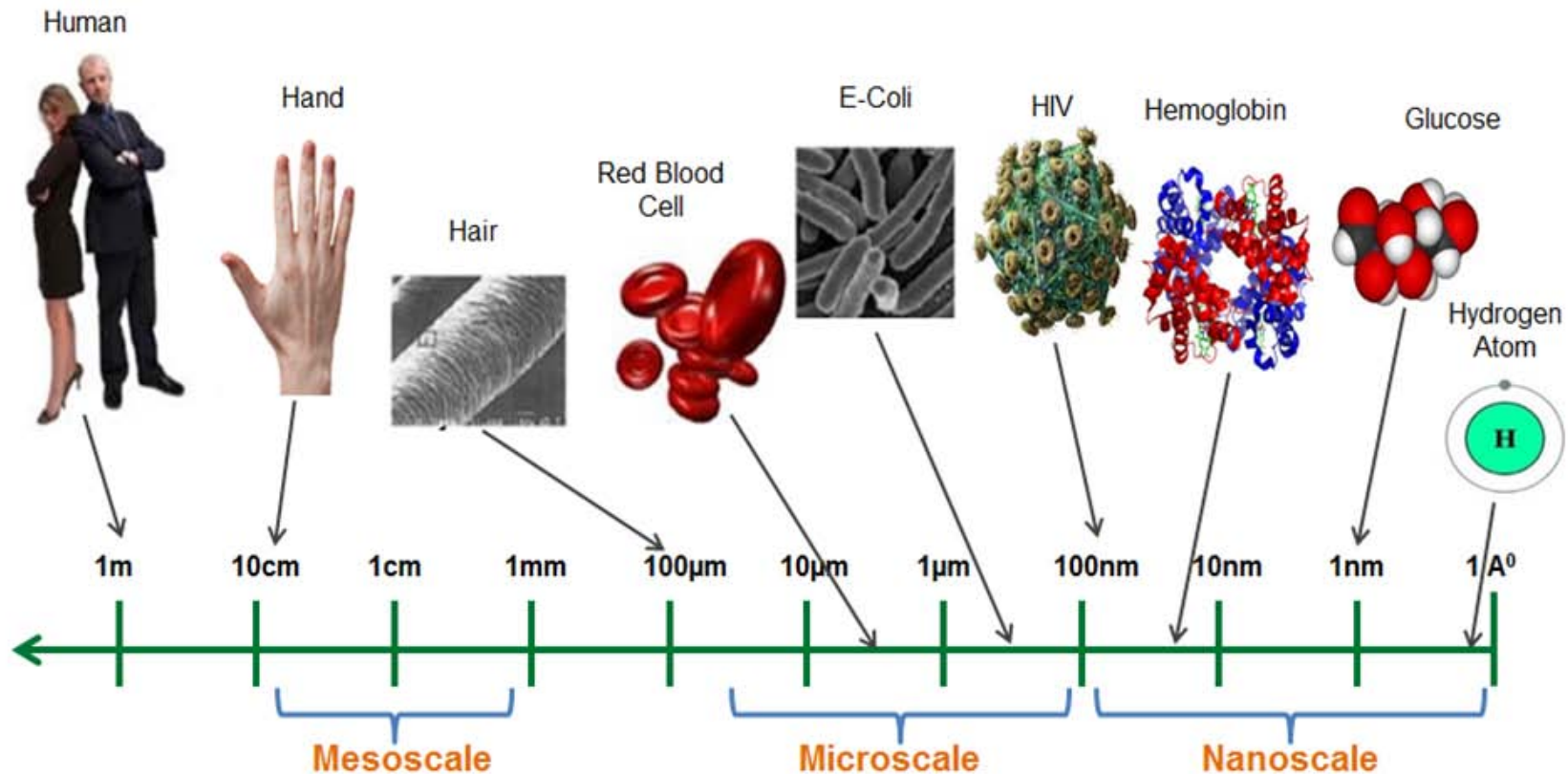


SZÉCHENYI
ISTVÁN
EGYETEM

Fizika és Kémia
Tanszék



Méretskála



I. alfejezet



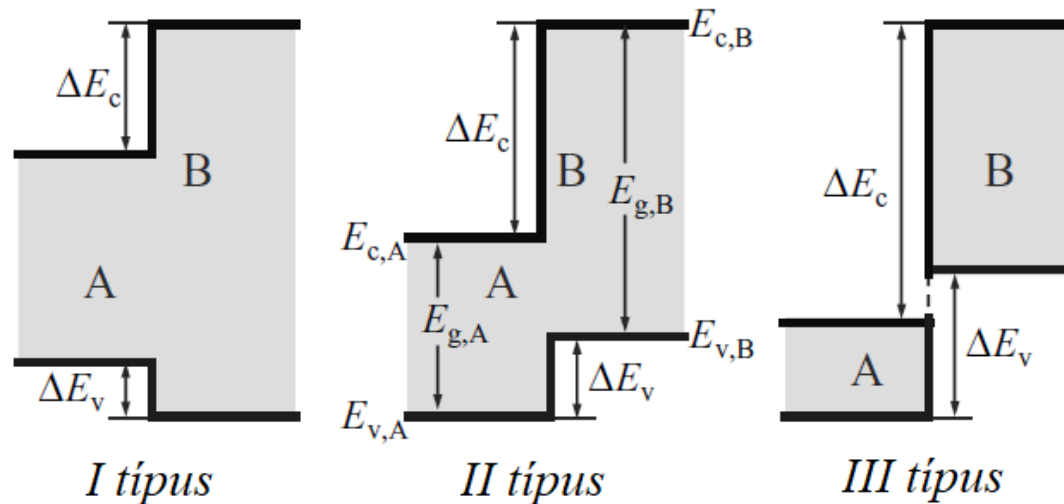
HETEROSTRUKTÚRÁK

Heterostruktúrák

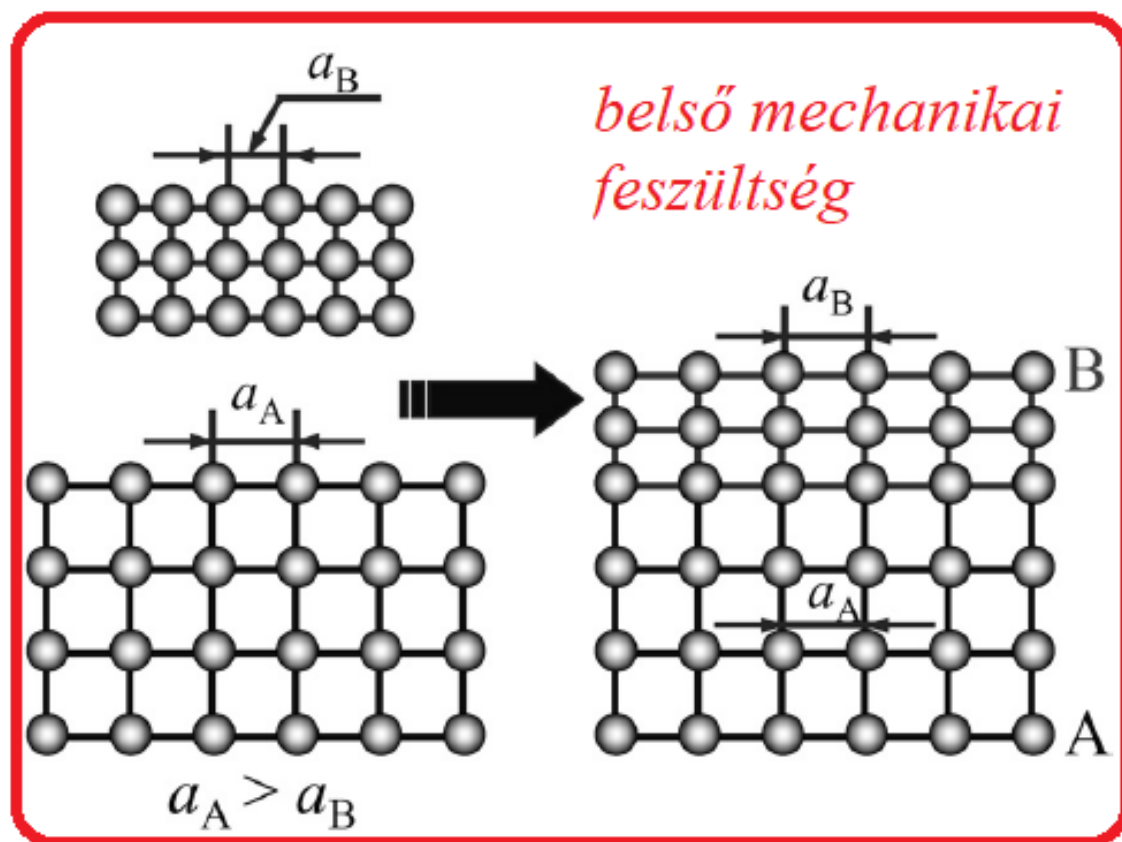
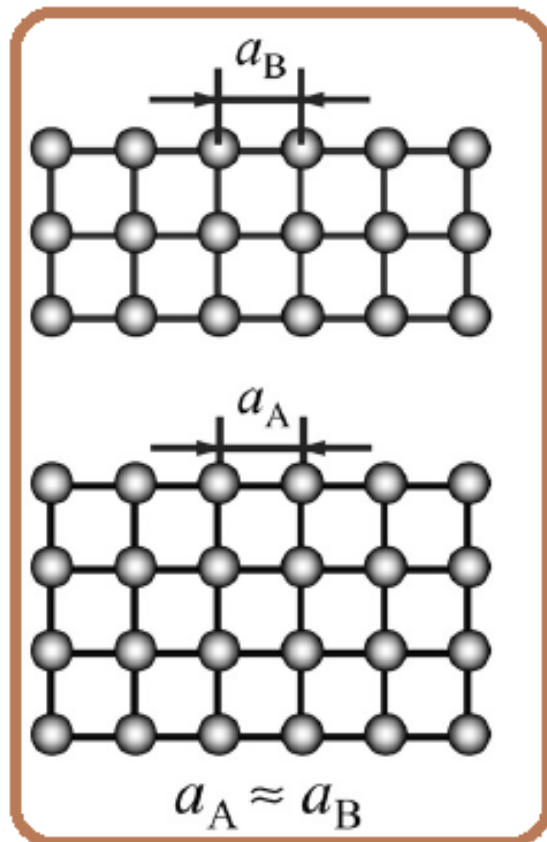
- Általánosságban különböző típusú anyagokból álló régiók felületi illesztésével jönnek létre.
- A modern rétegnövesztési módszerek lehetővé teszik atomi vastagságú illesztési rétegek kialakítását.
- Az illeszkedési rétegek minősége nagyban befolyásolja a heterostruktúrák tulajdonságait.

Sávilleszkedés

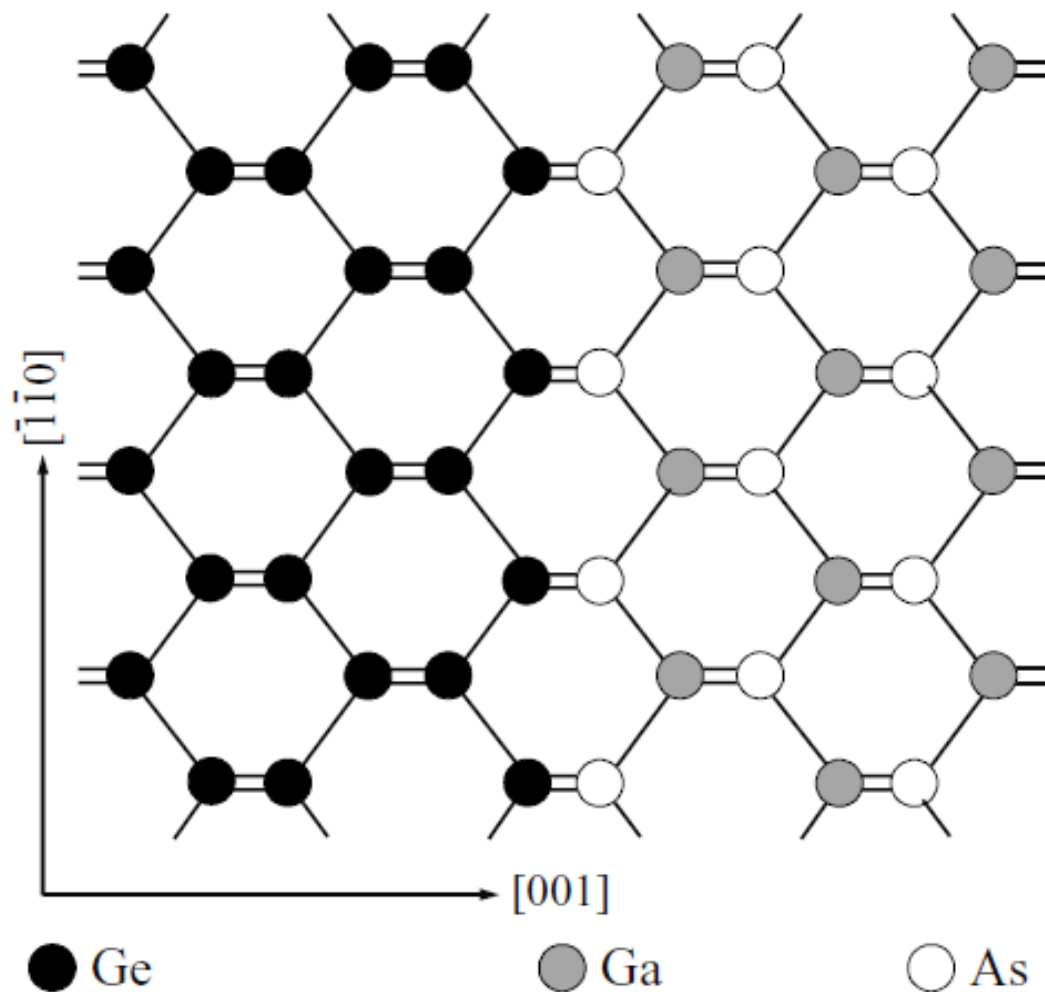
A különböző típusú anyagok sávszerkezetének egymáshoz való viszonya befolyásolja az elektronok viselkedését a heterostruktúrákban



Rácsilleszkedés



Vegyérték illeszkedés



Ge – 4 kötő e

As – 5 kötő e

Ga – 3 kötő e

As donorként,

Ga akceptorként
viselkedik a hete-
rostruktúrában

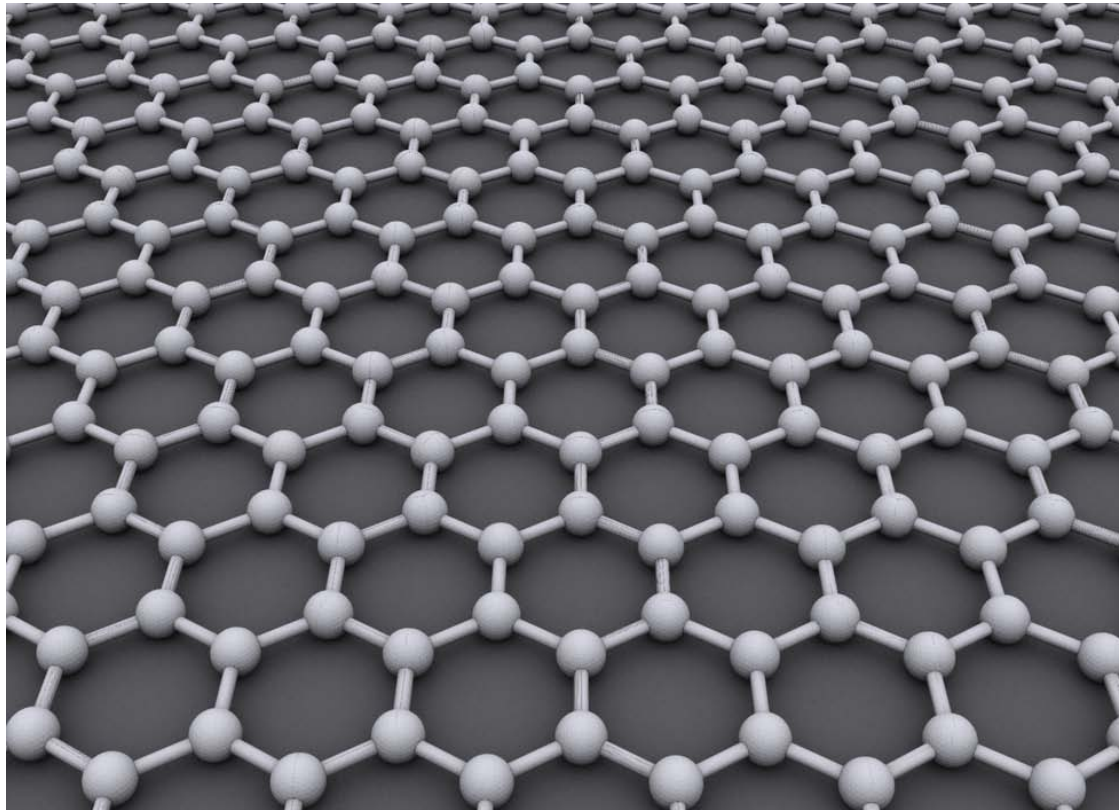
2. alfejezet



GRAFÉN

Grafén

- Kétdimenziós hexagonális rács, amelynek minden egyes csúcsa egy szén atom



Felfedezés

- A grafit szerkezetét a XX. század első felében azonosították
- 1947: grafén elmélet kezdete – grafit elektromos tulajdonságainak magyarázata
- 1948: TEM felvételek néhány rétegű grafitról
- 1970-es évektől: néhány réteg grafit növesztése különböző anyagokra
- Andre Geim, Konstantin Novoselov: leválasztottak a grafitról grafén réteget - 2010 Nobel díj

Tulajdonságai

- Vékony (egy atomréteg)
- Erős (200x erősebb mint a legerősebb acél)
- Jó elektromos vezető (jobb mint a réz)
- Jó hővezető: (hővezető képessége 10x akkora mint a rézé)
- Majdnem teljesen átlátszó

Szerkezete

- 2D kristály
- Hexagonális
- Minden atomnak 4 kötése van: 3 σ -kötés a szomszédos atomokkal (ez felel a stabilitásért), és 1 π -kötés amely merőleges a síkra
- σ -kötés erősebb mint a π -kötés
- Atomok távolsága: 1.42 Å (~0.14 nm)
- Különlegessége: a fényt szinte teljesen át-ereszti, de annyira sűrű, hogy a legkisebb gázatom se tud áthatolni rajta

Kémiai tulajdonságai

- Egyetlen szilárd anyag, amely minden egyes atomja kémiai reakcióra képes két oldalról (2D)
- Az oxigénnel $260\text{ }^{\circ}\text{C}$ felett képes kémiai reakcióra
- $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on ég el

Elektromos tulajdonságai

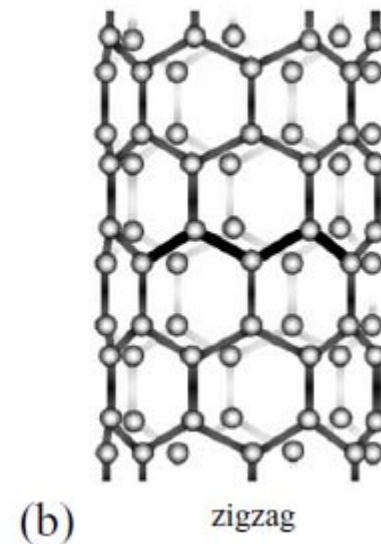
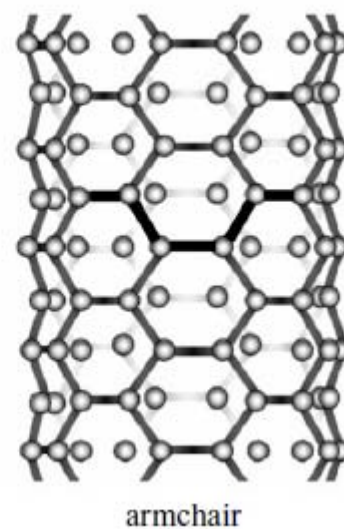
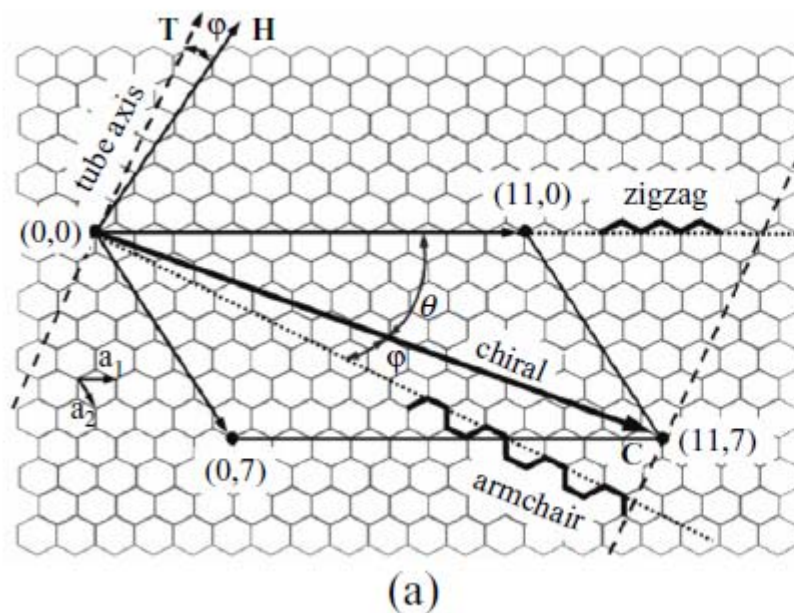
- a grafén félvezető
- a töltéshordozók mozgékonyága rendkívül nagy a klasszikus félvezetőkhez képest
- az anyagok elektromos tulajdonságait a Schrödinger-egyenlet határozza meg, ez alól a grafén kivétel
- a töltéshordozók dinamikája a Dirac-egyenlettel írható le
- a Dirac-egyenlet összhangban van mind a kvantummechanikával, mind a speciális relativitáselmélettel

Alkalmazási területek

- Nagy fényáteresztő képesség + jó vezetőképesség = érintőképernyő
- Elektronika: FET – $f > 100$ GHz kapcsolási frekvencia
- Ultrakapacitás
- Akkumulátorok
- Szenzorok: nyomás, mágneses tér, Hall szenzor
- Orvostudomány

Szén nanocsövek

Grafénból kialakíthatóak (két módosulat)



Valójában ideális kvantumdrótok!

3. alfejezet



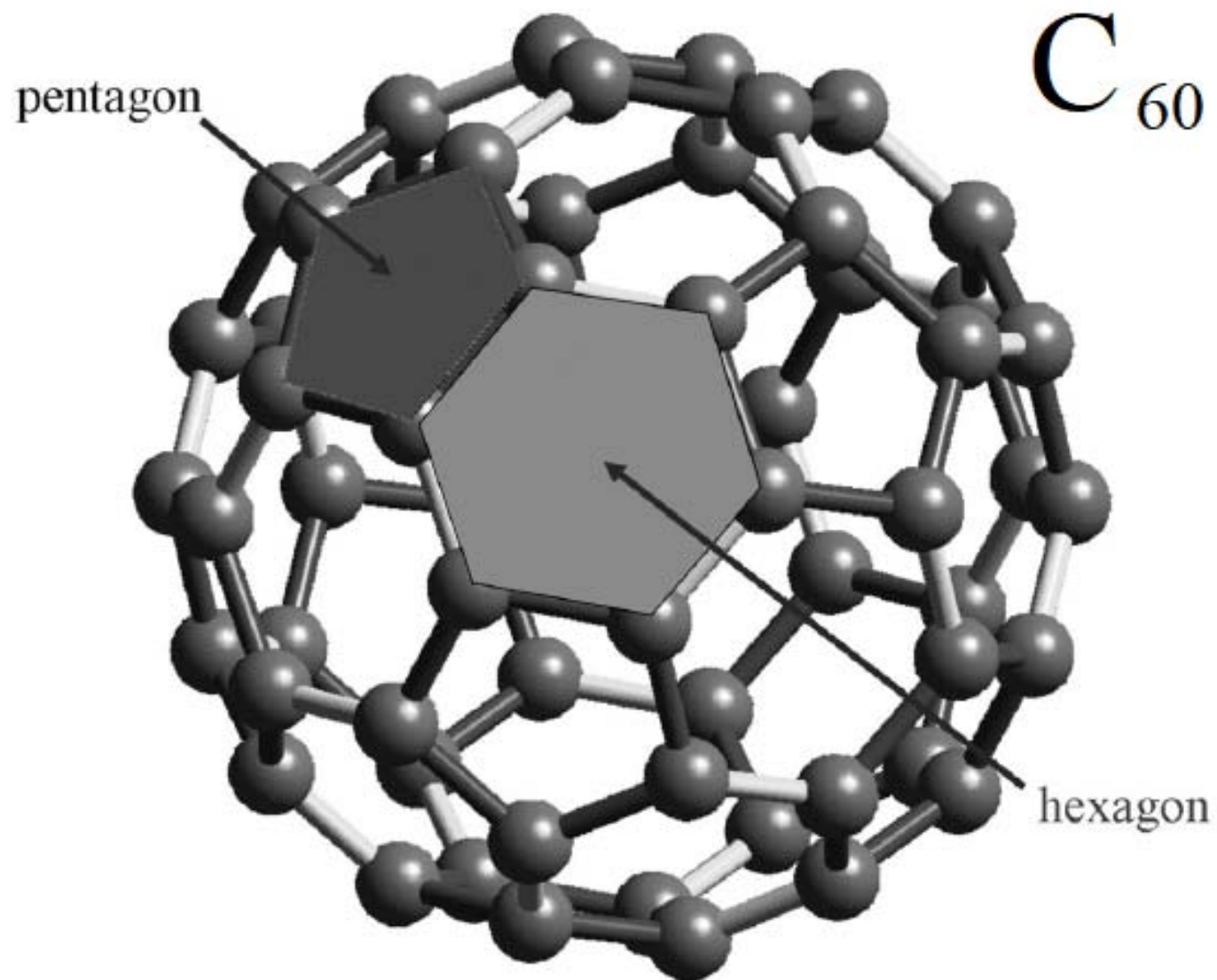
FULLERÉNEK

Felfedezésük

- Eiji Osawa (1970)
- Harold Kroto, Robert Curl és Richard Smalley (1985)
- Nobel-díj (1996)

Szerkezetük

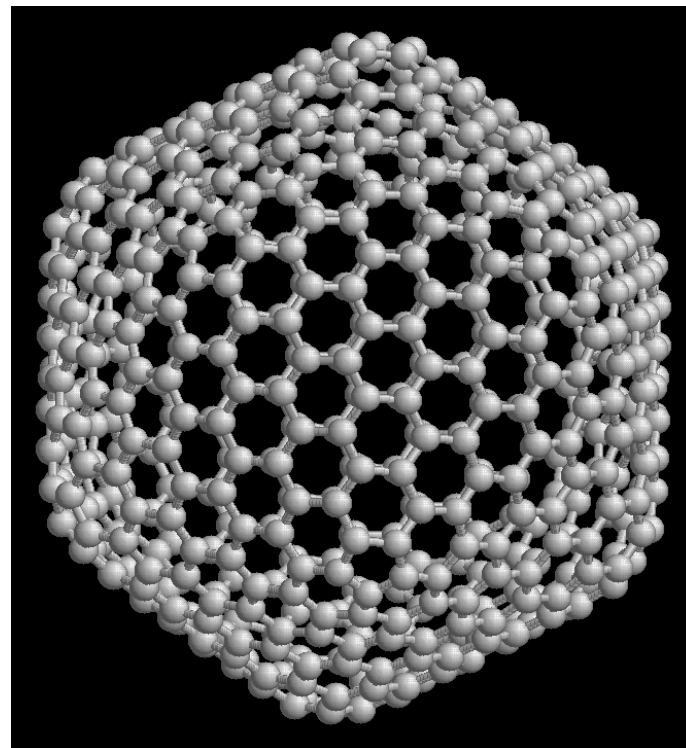
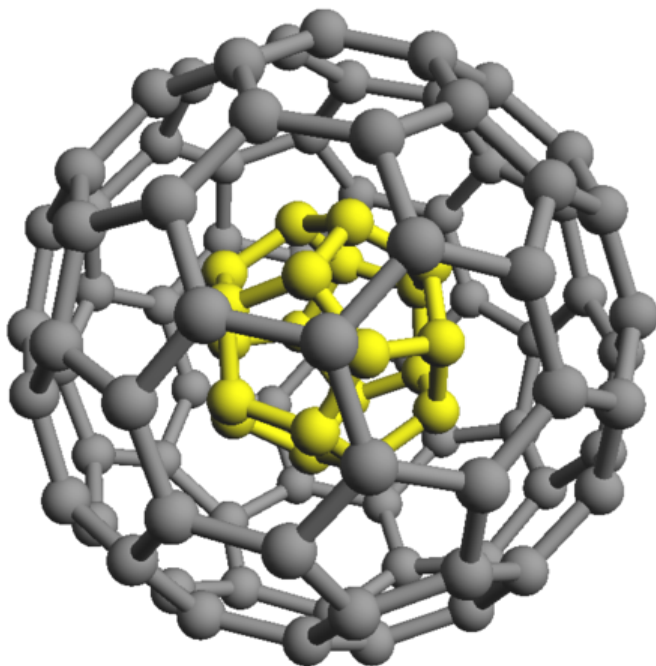
- Szén harmadik allotróp módosulata.
- Meghatározott, páros számú (60, 72, 84 stb.) szénatomból álló „szénmolekulák”.
- Minden szénatom három másik szénatomhoz kapcsolódik.
- Egyhez kettős, kettőhöz egyes kötéssel.
- Ötszögek száma mindig 12.



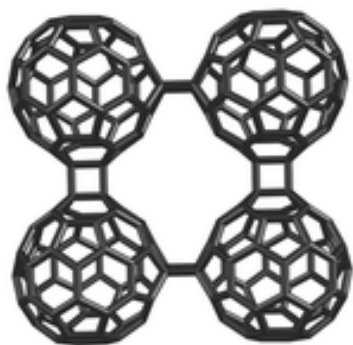
Típusaik

- Leggyakoribbak (C60, C70, C76, C78 és C84)
- Fullerének mérete korlátlanul növelhető.
- A hiperfullerén térbeli, koncentrikus gömbökben egyre nagyobb méretű molekulákból áll.
- C60-ast C240, majd azt C540, C960 (korlátlanul folytatható) övezi.

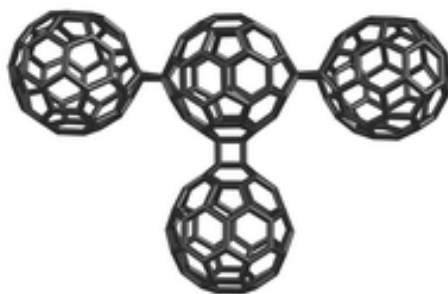
Hiperfullerének



Hiperfullerének



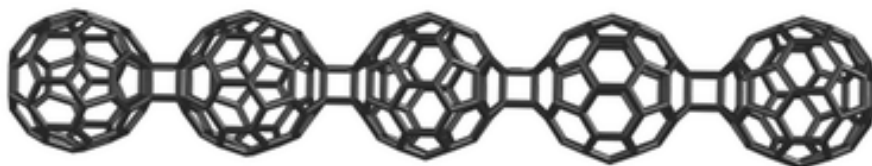
cyclic $(C_{60})_4$



T-shaped $(C_{60})_4$



linear $(C_{60})_4$



linear $(C_{60})_5$



“+”-shaped $(C_{60})_5$

Tulajdonságok

- Gömbszerű szerkezetek könnyen elmozdulnak egymáson.
- Gyémánttá alakíthatók.
- Optikai előnyök
- Biológiailag aktív

Alkalmazási területek

- Kenőanyag
- Szupravezető
- MRI kontrasztanyagként
- Napelemben való alkalmazás
- Hővédő és égésgátló bevonatok

Összegzés

- Jelenleg drága
- Csökkenő gyártási költségek
- Nagy remények