

# jUNIOR egyetem



2011. Január 12.

TUDOMÁNY GYÖRBE MINDENKINEK

## KÖSZÖNTJÜK HALLGATÓINKAT!

Önök **Dr. Zsoldos Ibolya**

Nanotanoda - érdekességek a nanoanyagok köréből

(Szén nanoszerkezetek)

előadását hallhatják!



SZÉCHENYI  
ISTVÁN  
EGYETEM  
TUDÁSMENEDZSMENT KÖZPONT



UNIVERSITAS-GYŐR  
NONPROFIT KFT.

*Befektetés a jövőbe*



Új Magyarország  
FEJLESZTÉSI TERV



# Nanométer, nanoanyagok fogalma

$$1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$$

$$1 \text{ mm} = 1000 \mu\text{m}$$

$$1 \mu\text{m} = 1000 \text{ nm}$$

$$1 \text{ nm} = 10 \text{ \AA}$$

$$1 \text{ m} = 10^9 \text{ nm}$$

$$1 \text{ m} = 10^{10} \text{ \AA}$$

Atomok átmérőjének nagyságrendje: 1-2 vagy néhány  $\text{\AA}$

Nanoszerkezetű anyag: a kiterjedés legalább egy irányban  $< 100 \text{ nm}$



# NANOTECHNOLÓGIA, NANOANYAGOK

Nanoszerkezetű anyag  
nanoanyag

Atomi méretek: néhány Å vagy nm

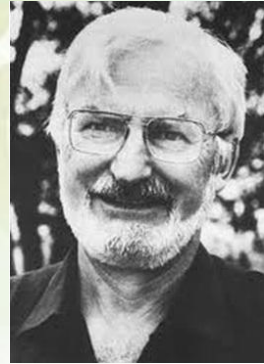
Korábban is ismertük ezt a mérettartományt  
(fizika, kémia, kolloid kémia, anyagszerkezettan,  
kristálytan, stb.)

↓  
Mitől új a nanotechnológia?

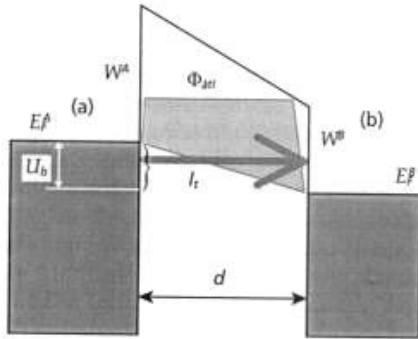


# Nanotechnológia születése

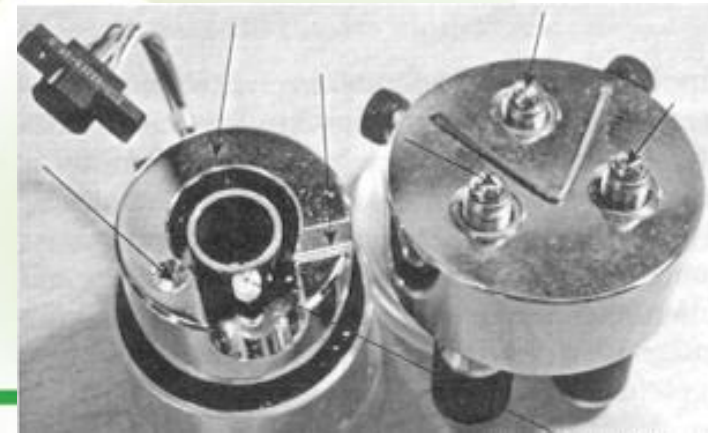
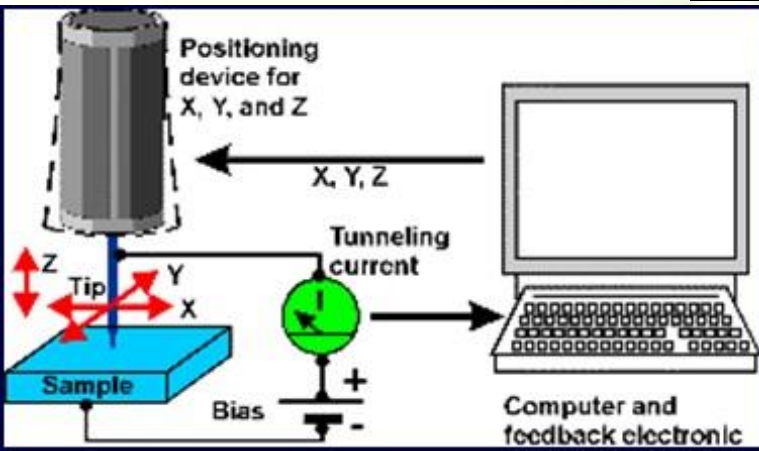
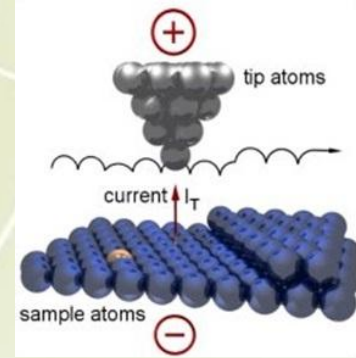
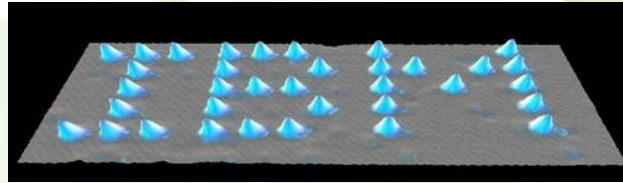
## Pásztázó alagútmikroszkóp, STM



Gerd Binnig, Heinrich Rohrer  
1978, 1981, 1986: Nobel-díj



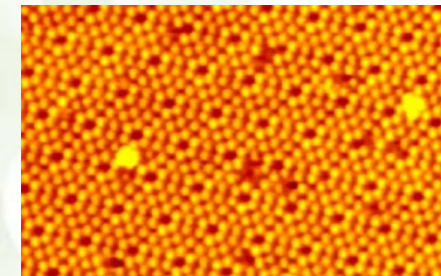
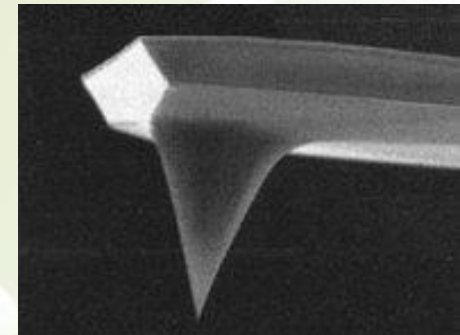
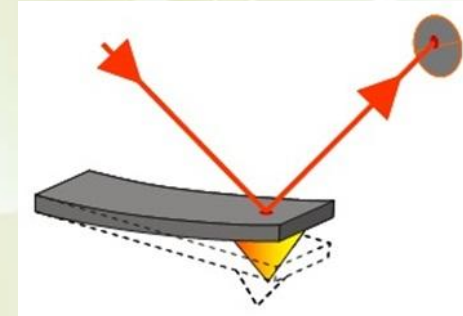
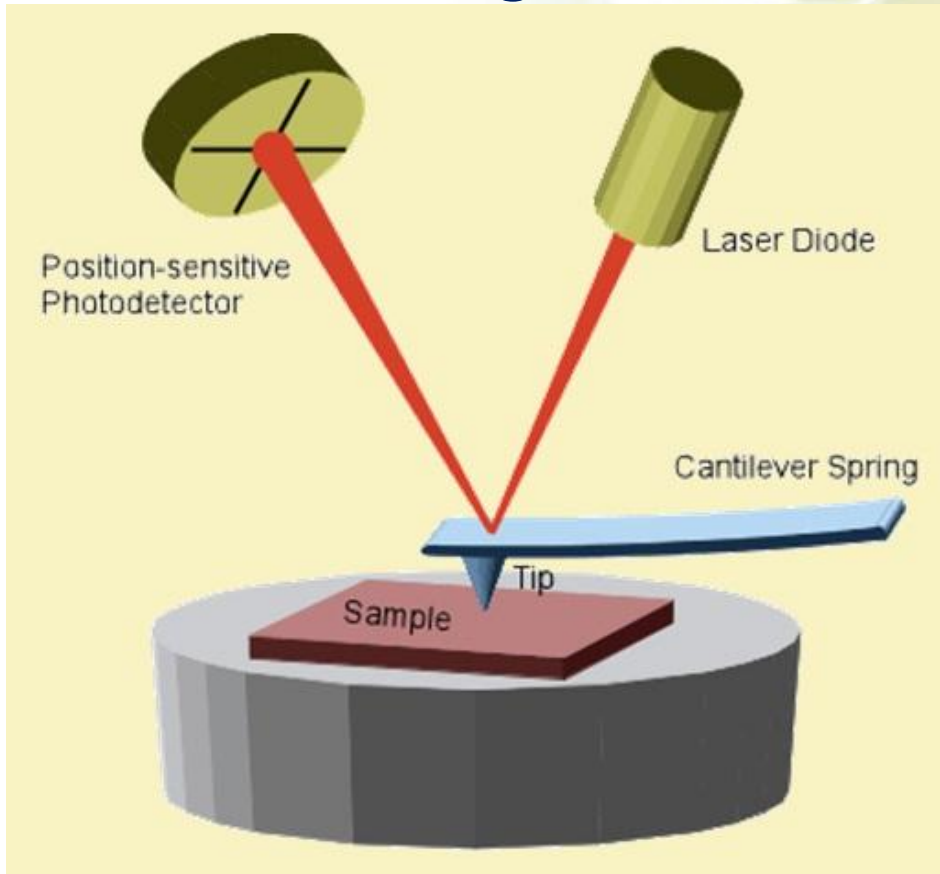
$$I \approx \rho_a \rho_b \frac{U_b}{d} e^{-Ad\sqrt{\Phi_{att}}}$$





# Pásztázó atomi erő mikroszkóp, AFM

Binnig, Quate és Gerber, 1986





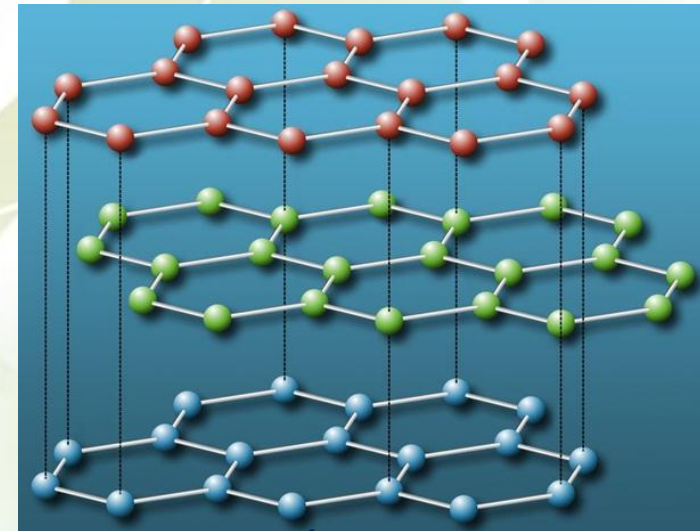
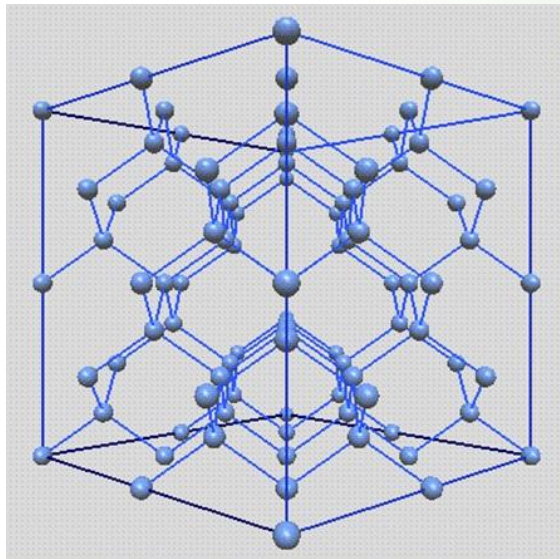
## Szén módosulatai (régóta ismert)



Gyémánt, Grafit

3 alapvetően  
különböző  
tulajdonság:

- szín
- keménység
- elektromos vezetés

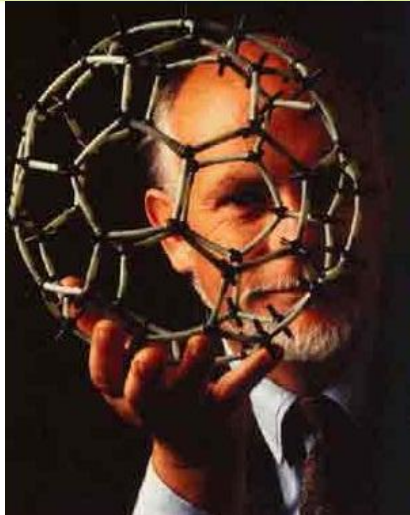


Egy síkon belül:  
szilárd testekben előforduló legerősebb kémiai kötés



# Fullerének

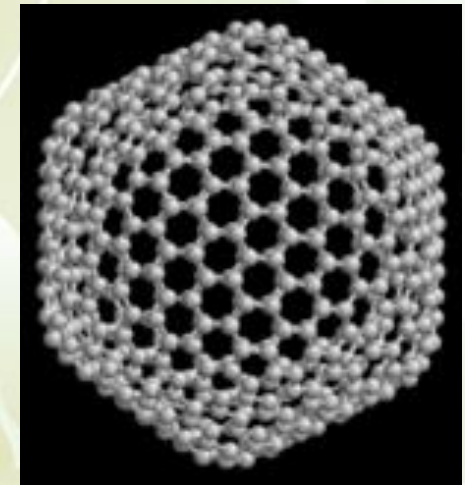
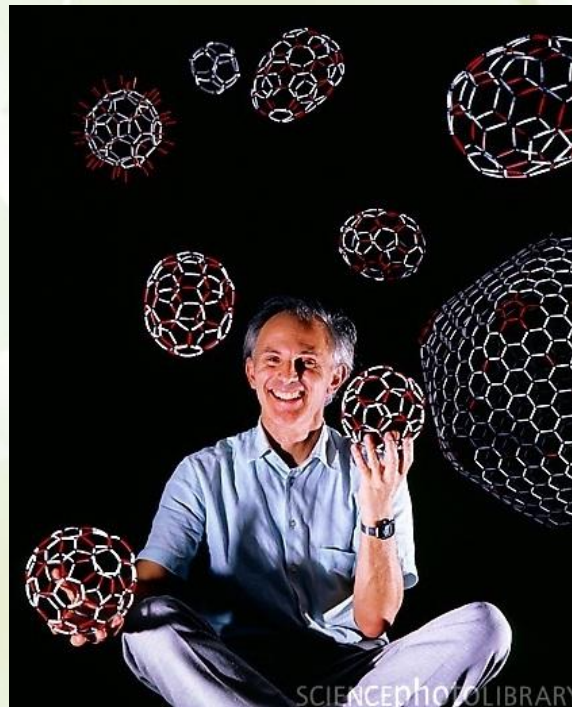
1985: Harold Kroto (University of Sussex),  
Robert Curl és Richard Smalley (Rice  
University), 1996: kémiai Nobel-díj



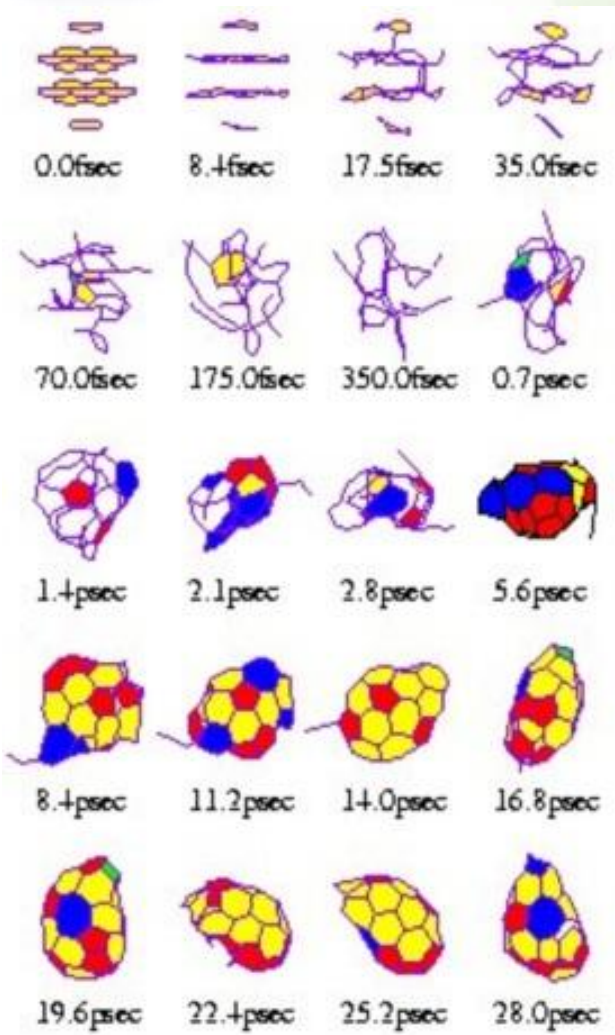
C60



Buckminster Fuller építész



C540



## Fullerének

### Kialakulási mechanizmus elmélete

I.Laszlo: Formation of cage-like C<sub>60</sub> clusters in molecular dynamics simulations  
Europhysics Letters 44, 741-746 (1998).

### UV spektrum szerinti azonosítás alapjai

I. László, L. Udvardi

A study of the UV spectrum of the truncated icosahedral C<sub>60</sub> molecule.

J. Mol. Struct. (THEOCHEM) 183, 271 (1989).



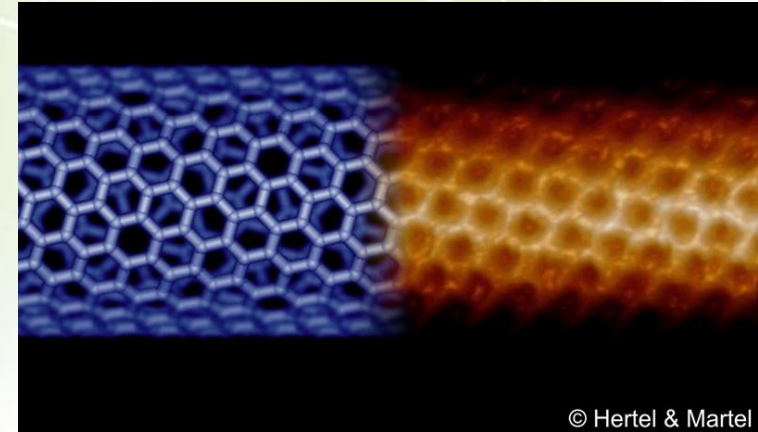


# Szén nanocsövek

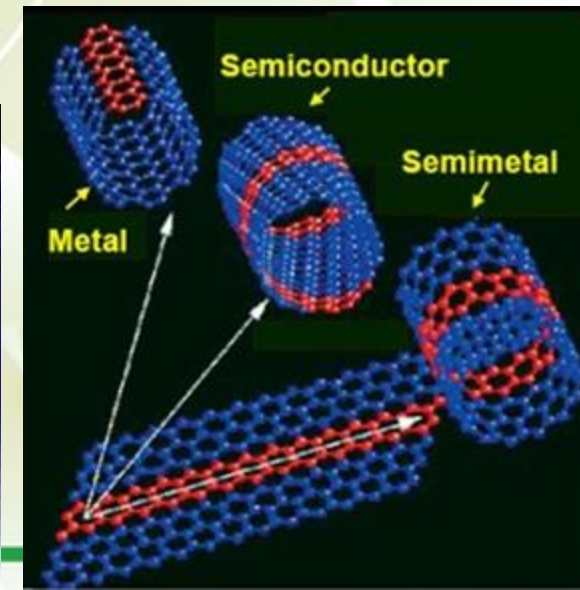
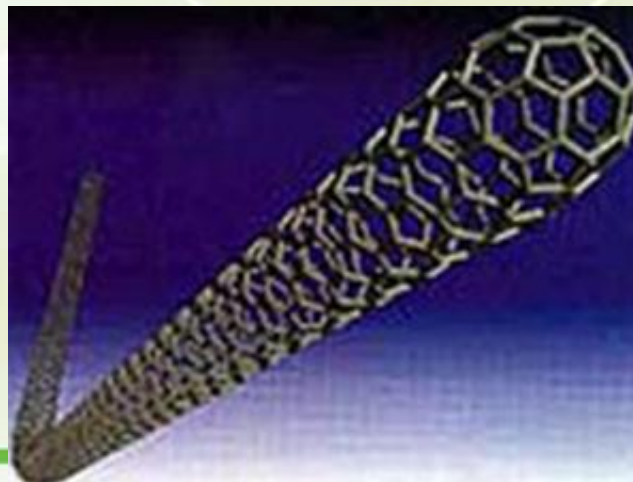
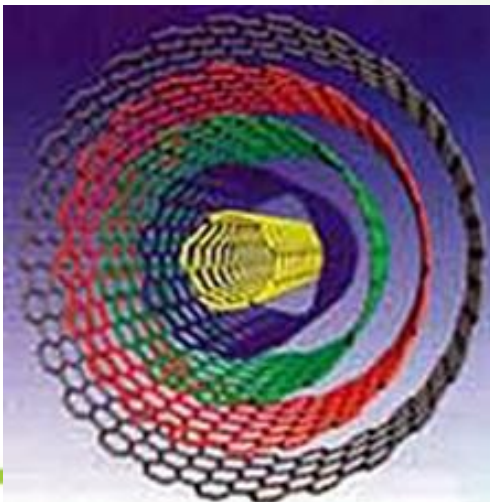
S. Iijama 1991, (Kavli-díj 2008)

3 kiemelkedően fontos tulajdonság:

- nagy szilárdság (kis sűrűség)
- nagy rugalmasság
- elektromos viselkedés



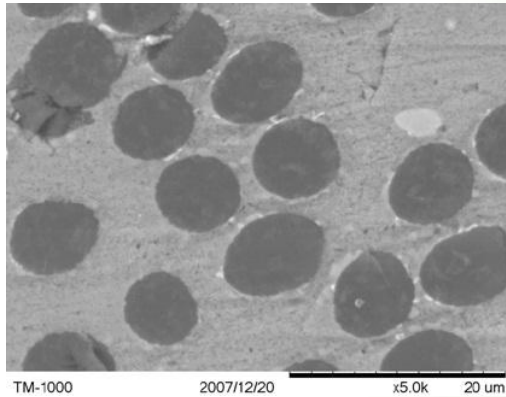
© Hertel & Martel



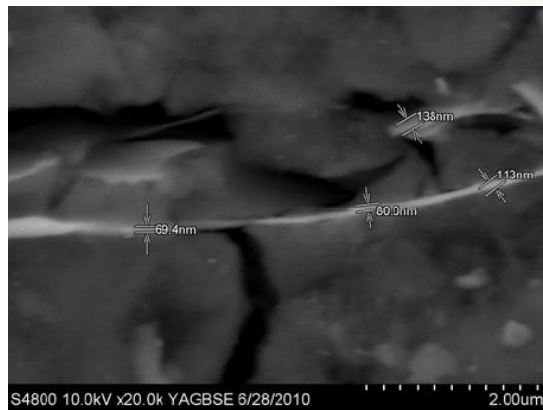


Alkalmazás:

## Szén nanocső - mint erősítő anyag



TM-1000 2007/12/20 x5.0k 20 um



S4800 10.0kV x20.0k YAGBSE 6/28/2010 2.00um

Alumínium szénzállal (fent) és CNTvel (lent) erősítve

Forrás: Kaptay Gy: Kutatási beszámoló, BAY-NANO  
Kutatóintézet, Miskolc, 2010



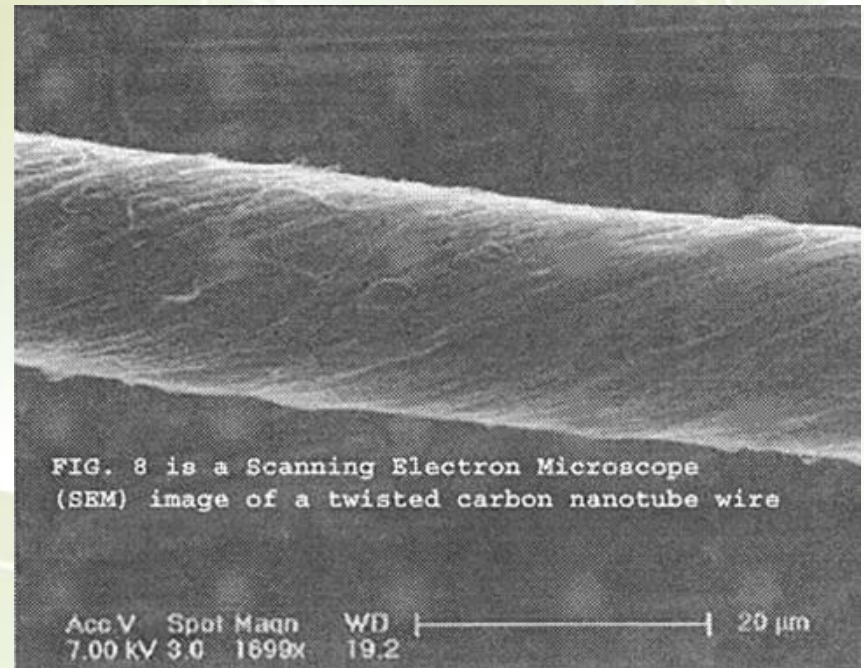
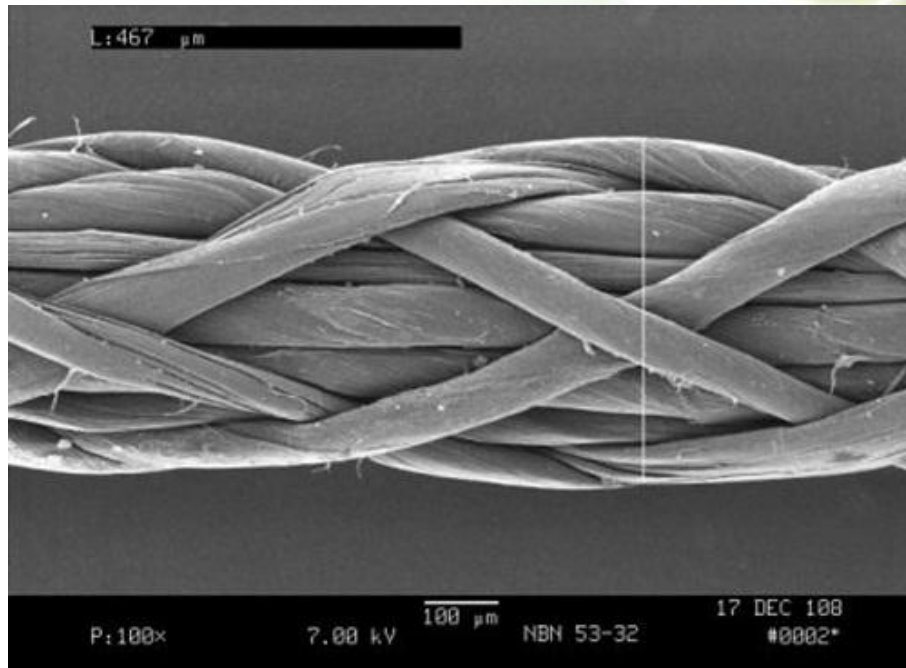
**2006 Tour de France, 1. díj**

Easton Carbon: szénszállal és CNTvel erősített **műanyag** váz,  
tömege <1kg

Forrás: Molnár László Milán: Az elektronikai technológia újdonságai,  
2009



## Alkalmazás: Szén nanocső mint erős anyag



Szén nanocsövekből sodort köteg

Nanocomp Technologies Inc.,

U.S. Air Force

közötti innovációs szerződés, 2009

Forrás: <http://www.sae.org/mags/aem/MATER/6409>

Szén nanocsövekből sodort huzal

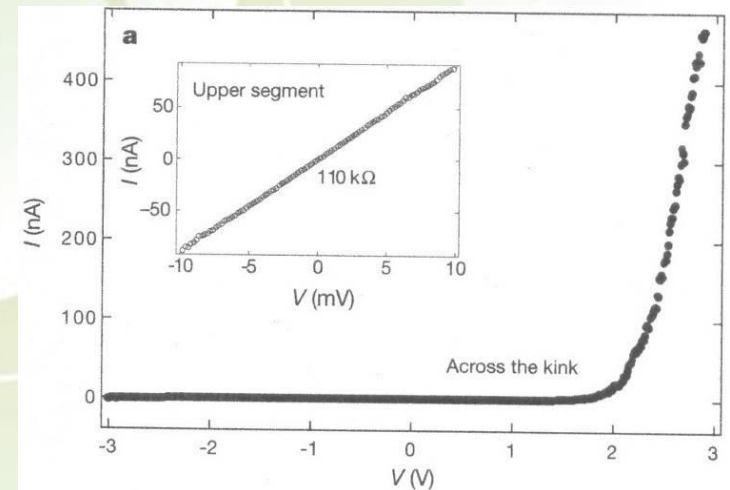
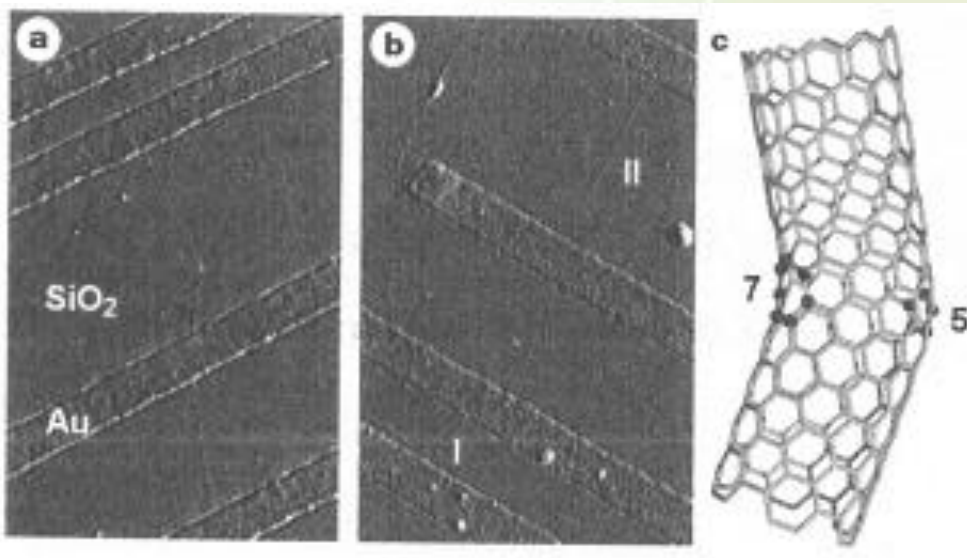
Kutatás: Tsinghua University (Beijing), innováció: Hon Hai Precision Industry Co., Ltd (Tu-Cheng City, TW)

Forrás:

<http://nanopatentsandinnovations.blogspot.com/2009/12/chinese-researchers-fire-up-first.html>

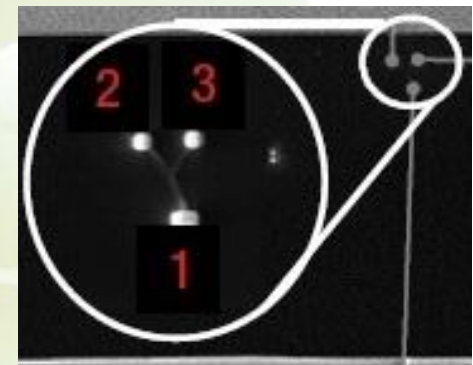
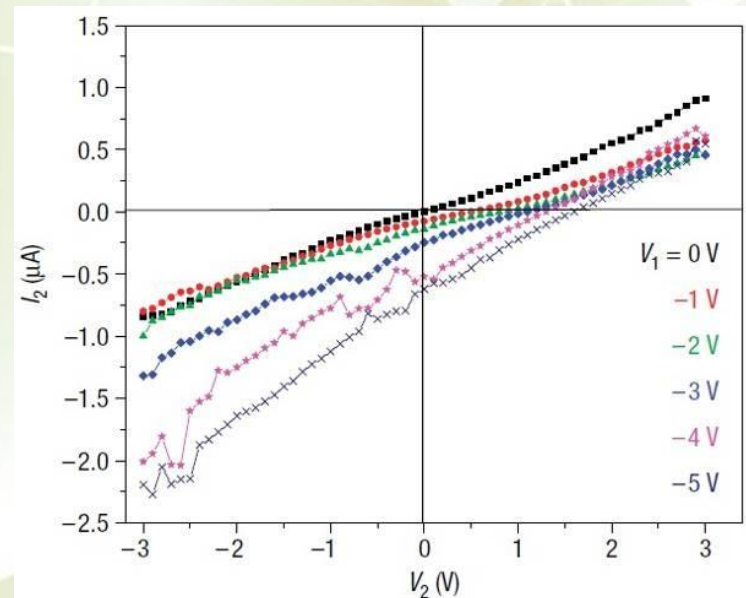
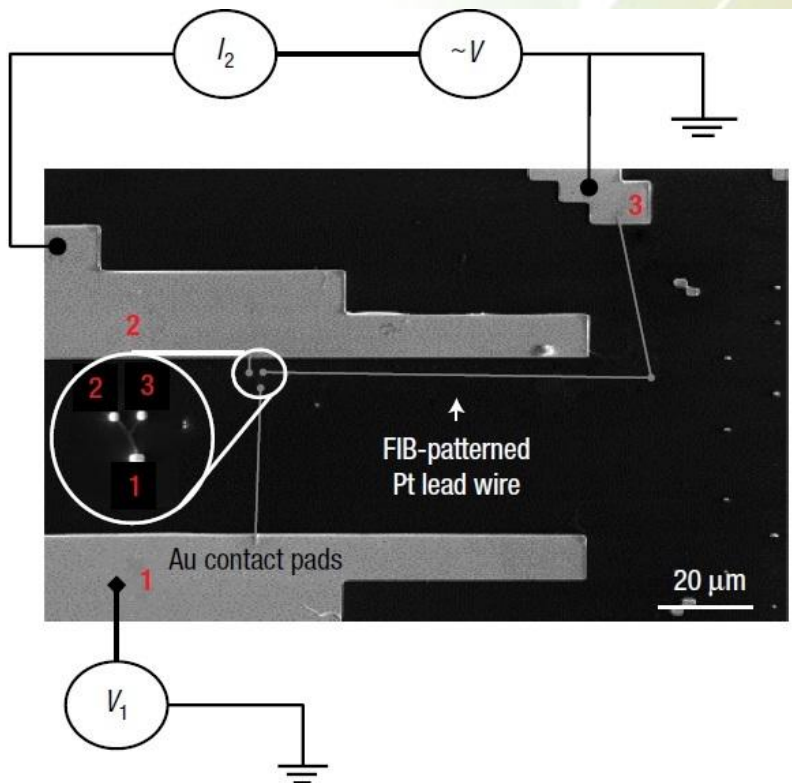


# Szén nanocső elágazások nanoelektronikai eszközök





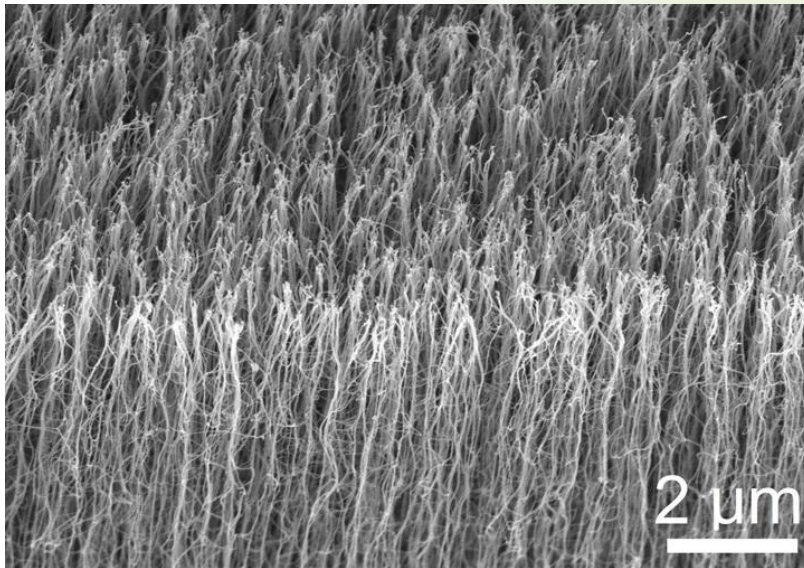
## Szén nanocső Y-elágazás, nanoelektronikai eszközök



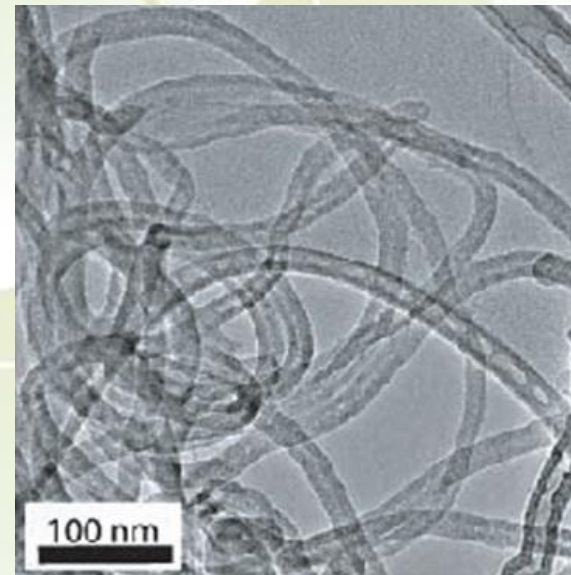


# Szén nanocsövek

## irányított előállítás és technológiák hiánya (kiváló tulajdonságok ellenére korlátos alkalmazás)



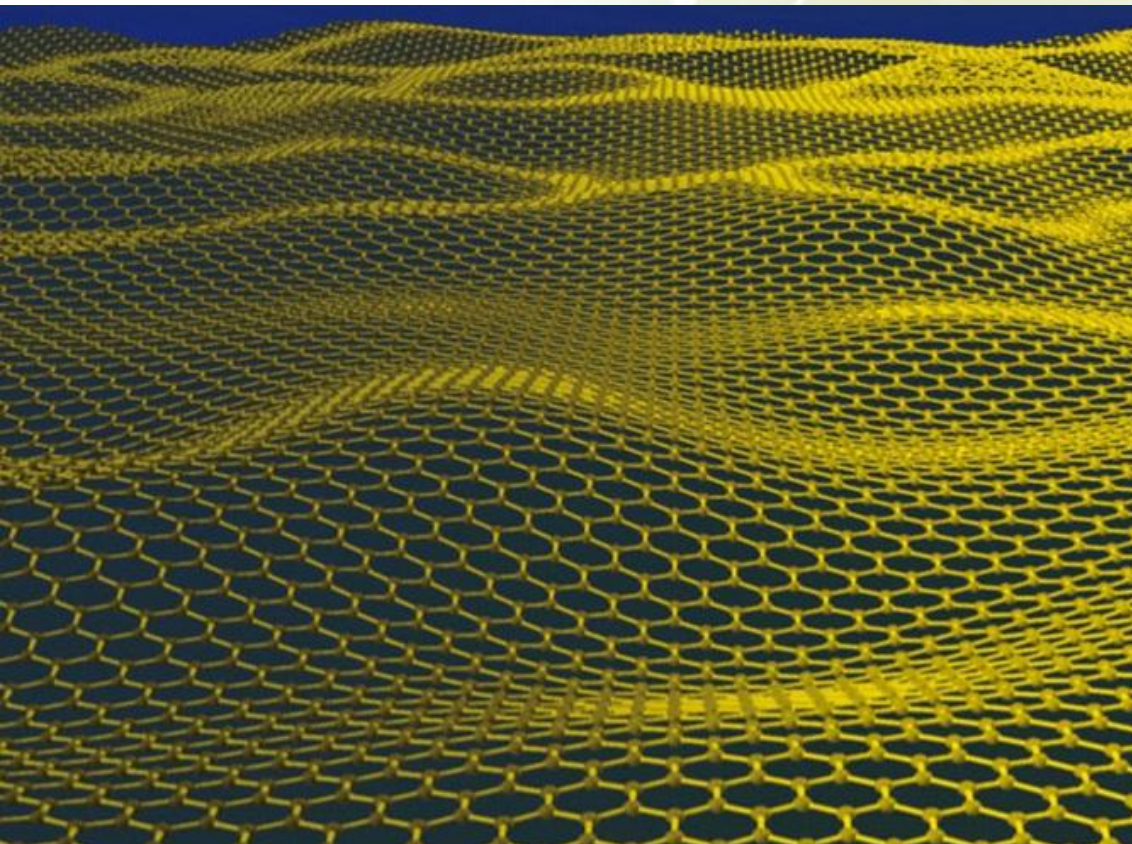
Forrás:  
Georgia Institute of Technology USA



Forrás  
University of Texas - Austin



# Grafén egyetlen grafitsík



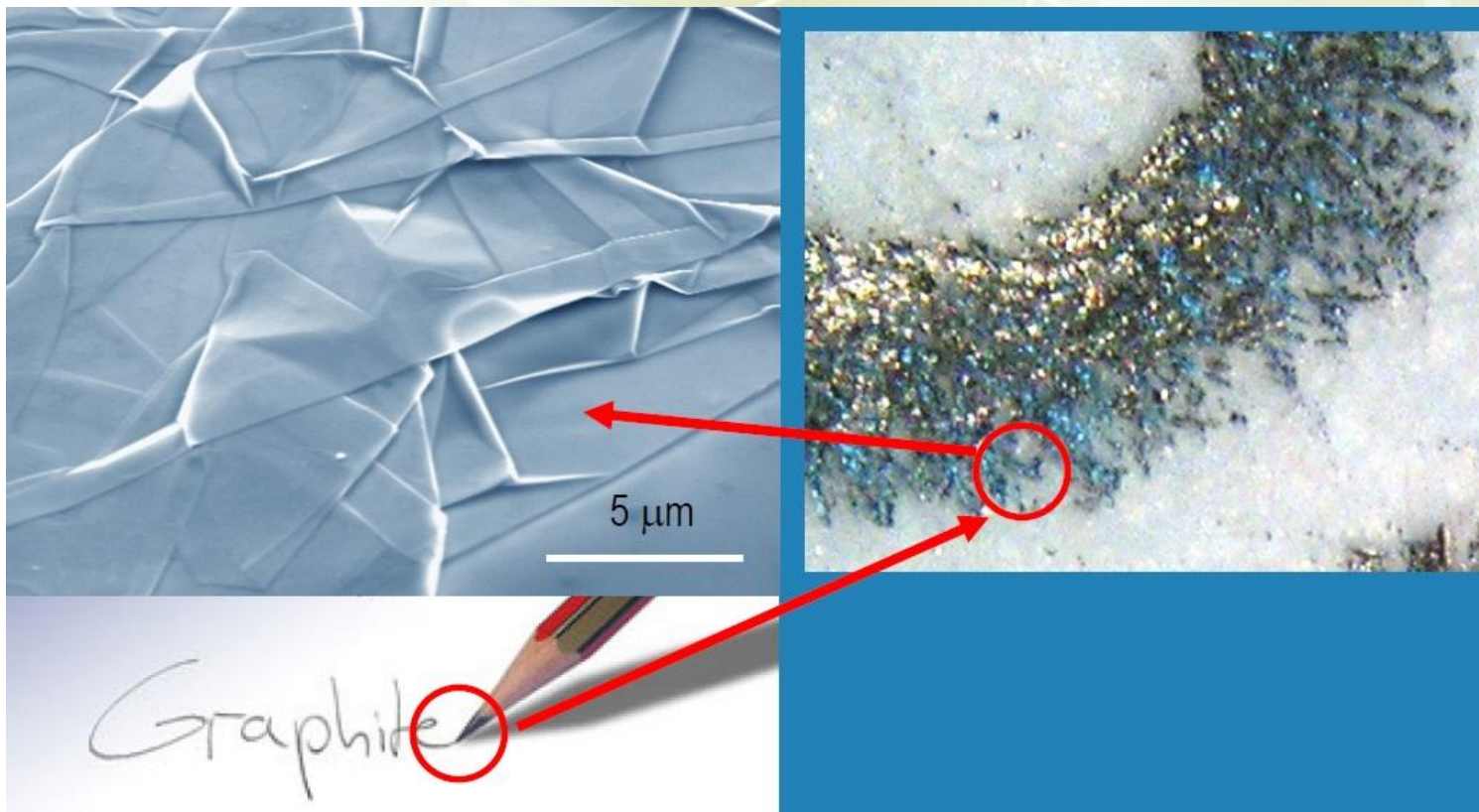
**Andre Geim és  
Konstantin Novoselov**

orosz származású  
manchesteri tudósok,  
2004,

Fizikai Nobel-díj 2010



# Grafén - ismertük és használtuk



Forrás: Bíró László Péter: Nanotechnológia csodái <http://www.mfa.kfki.hu/int/nano>

MTA MFA, Nanoszerkezetek Osztály





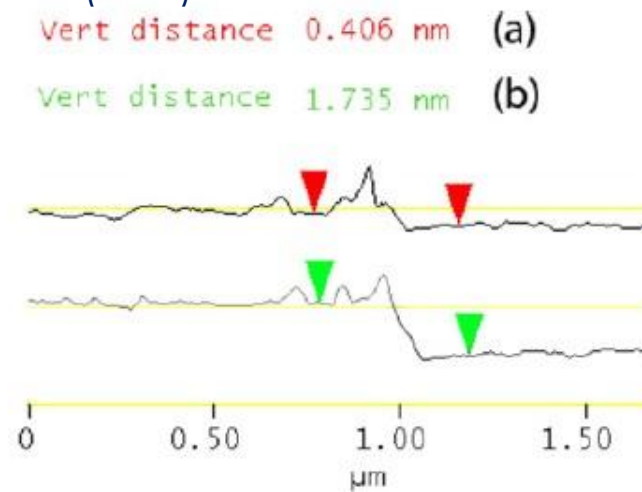
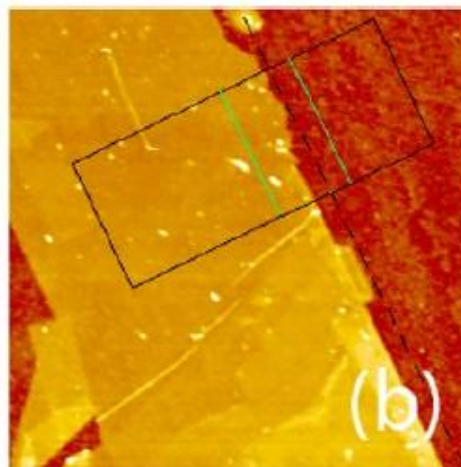
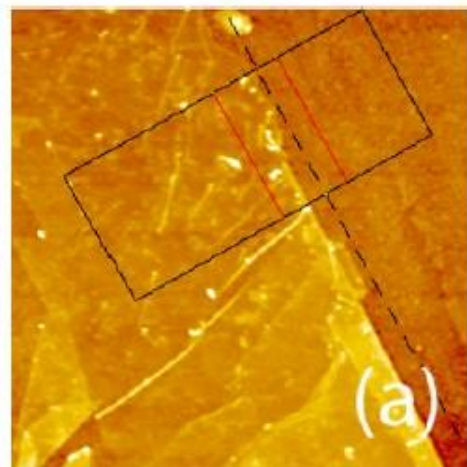
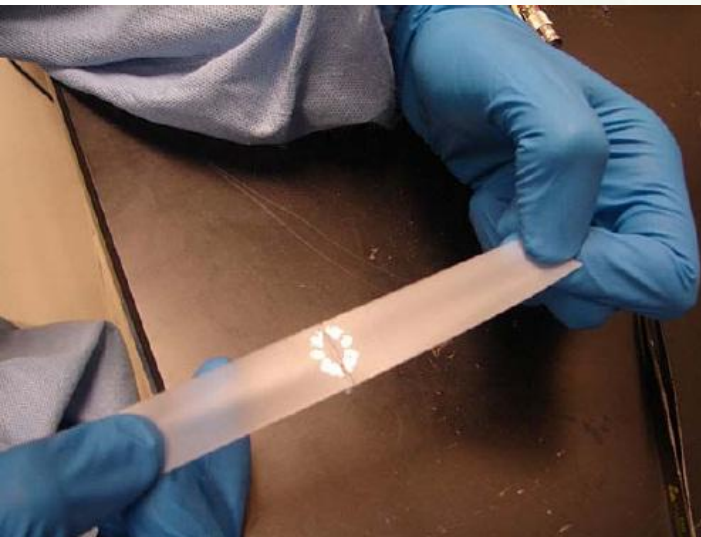
# Grafén előállítás

## MTA MFA, Nanoszerkezetek Osztály

Bíró László Péter: Nanotechnológia csodái  
<http://www.mfa.kfi.hu/int/nano>

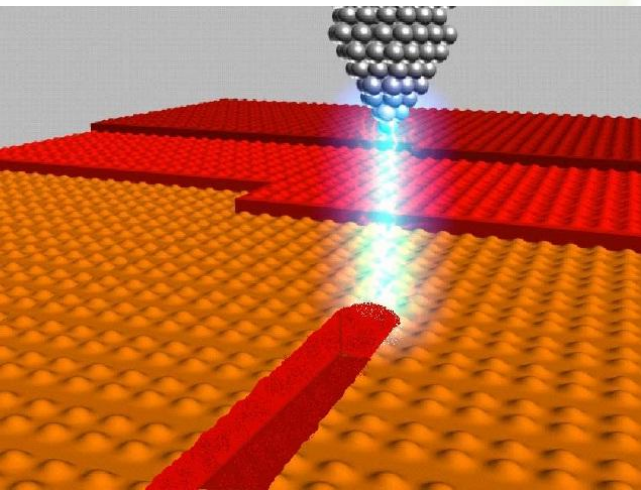
1. Ragasztószalag: rétegek leválasztása
2. hordozóra helyezés ( $\text{SiO}_2$ )
3. kontrollált kémiai reakcióval rétegek lehámozása egyetlen lapig
4. Rétegvastagság meghatározása AFM-mel

Nemesincze, P.; Osváth, Z.; Kamarás, K.; Biró, L., P.:  
Carbon **46**, 1435(2008)





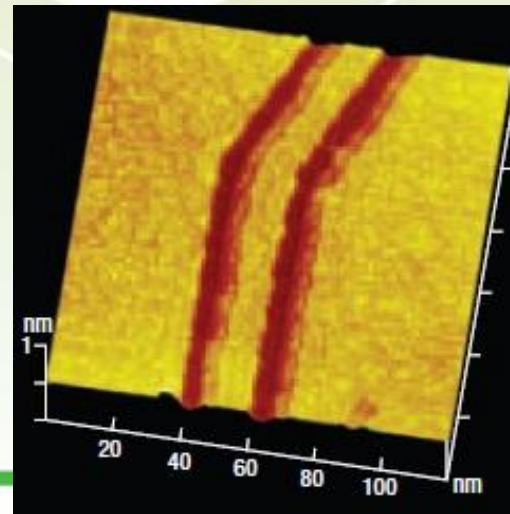
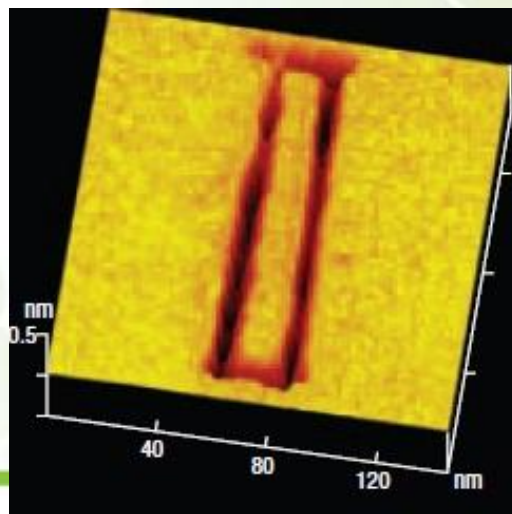
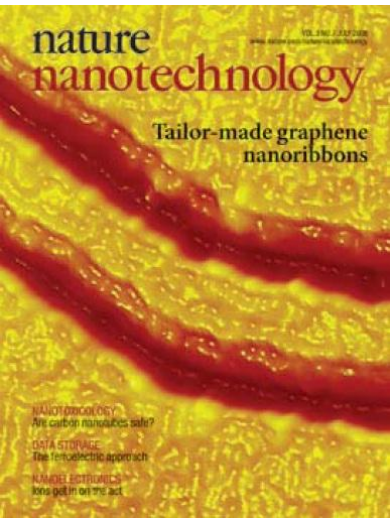
## Grafén atomi pontosságú megmunkálás STM nanolitográfia



- **atomi felbontású kép**
- **megfelelő kristálytani irányok kiválasztása**
- **vágás**
- **nanoszalag atomi leképezése**
- **nanoszalag elektronszerkeztének vizsgálata**

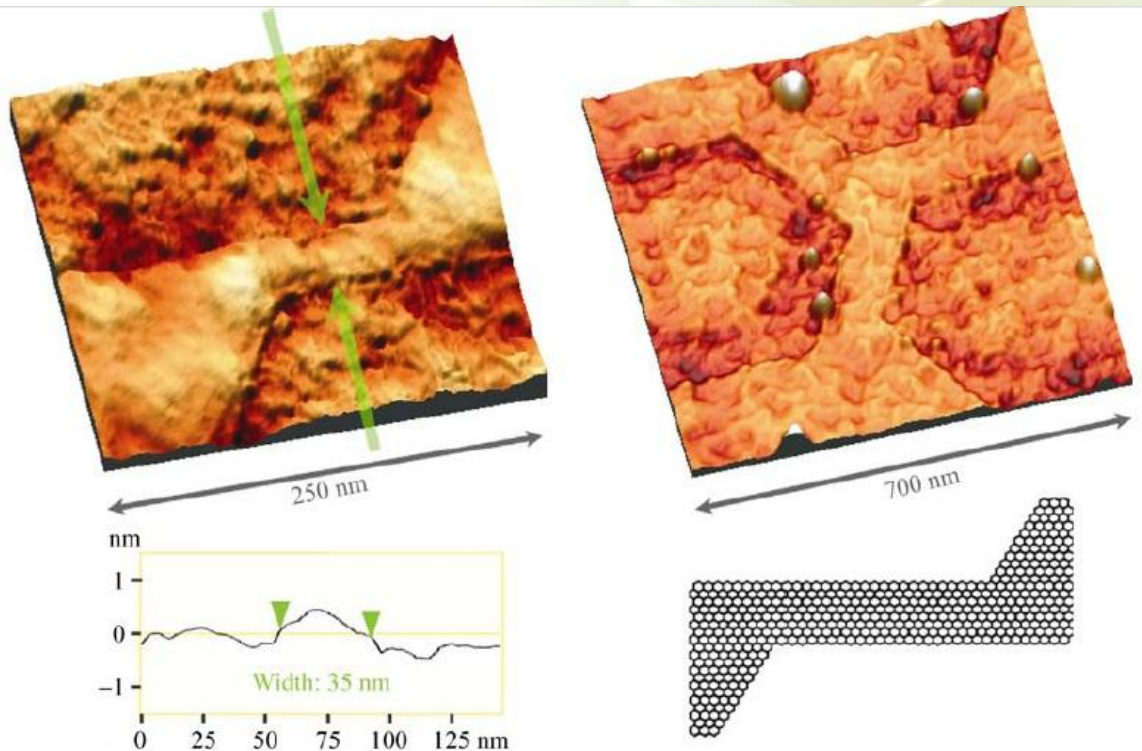
Forrás: Bíró László Péter:  
Nanotechnológia csodái  
<http://www.mfa.kfki.hu/int/nano>  
MTA MFA, Nanoszerkezetek Osztály

Tapasztó, Levente; Dobrik, Gergely;  
Lambin, Philippe; Bíró, László, P.  
Nature Nanotechnology **3**, 397 (2008)





# Grafén: atomi pontosságú megmunkálás Oxidációs eljárás



## MTA MFA - Nanoszerkezetek Osztály

1. SiO<sub>2</sub> hordozóra helyezés
2. Mesterséges hibák létrehozása
3. Lassú oxidáció kontrollálása

Forrás: Nemes-Incze, Péter; Magda, Gábor; Kamarás, Katalin; Biró, László, Péter:  
CRYSTALLOGRAPHICALLY SELECTIVE NANOPATTERNING OF GRAPHENE ON SiO<sub>2</sub>;  
Nano Research **3**, 110(2010)

Miért fontos? Moore-törvény, kikapcsolt állapot (tranzisztor), nanoáramkörök, ipari technológia.



# Nanotechnológiához ajánlások

**Csanády Andrásné, Kálmán Erika, Konczos Géza:** Bevezetés a nanoszerkezetű anyagok világába, ELTE Eötvös Kiadó, 2009

**MTA MFA, Nanoszerkezetek Osztály**

<http://www.mfa.kfki.hu/int/nano>

**BAY-NANO, Nanotechnológiai Kutatóintézet**

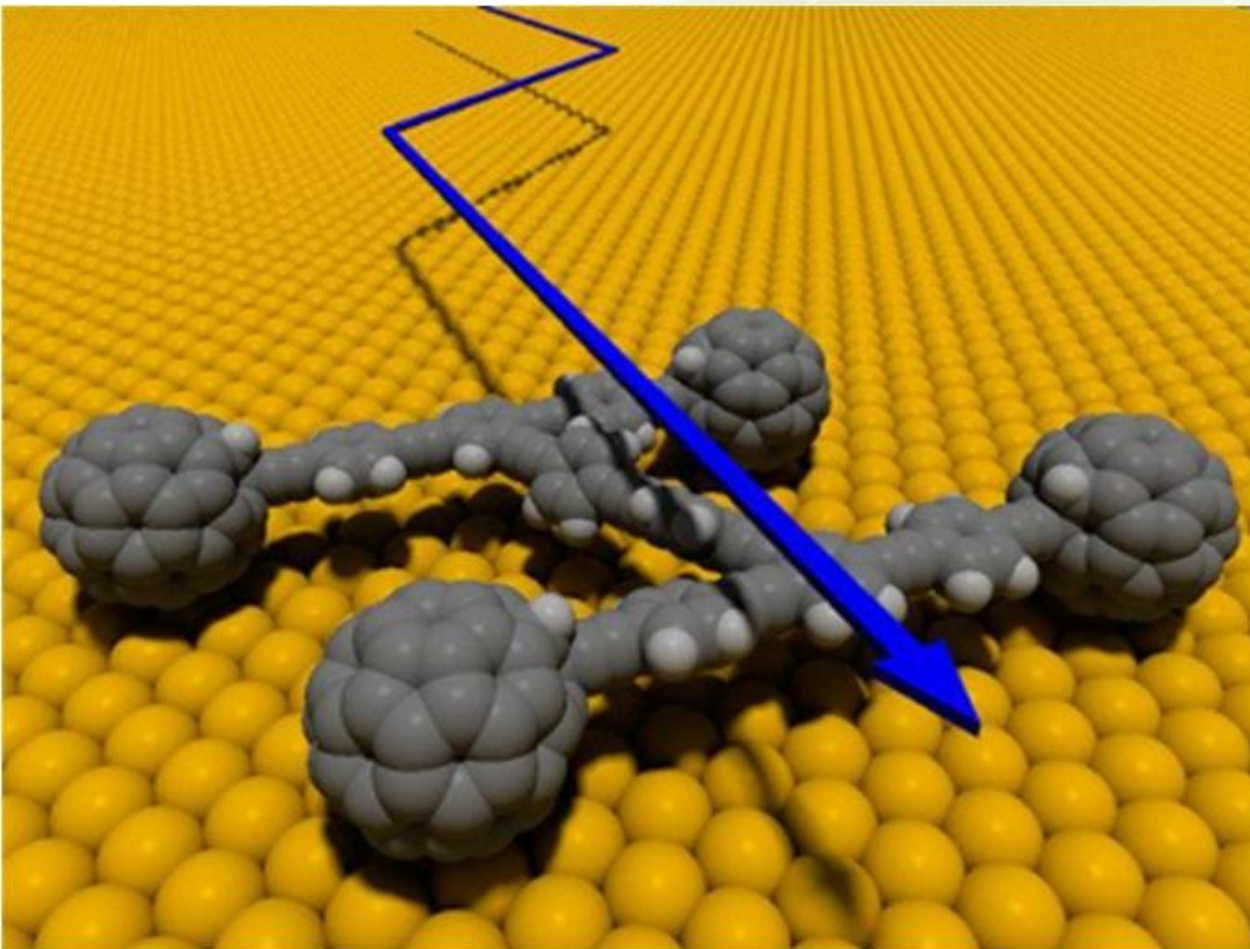
<http://www.bzlogi.hu/bzaka/bzaka.head.page?nodeid=22>

**Gyulai József:** Az emberiség útja a nanovilág felé., Mindentudás Egyeteme, 2003. nov. 3.

**Zrínyi Miklós:** A 21. század anyagai: az intelligens anyagok, Mindentudás Egyeteme, 2003. jan. 20.

**Kürti Jenő:** SZÉN NANOCSSÖVEK, Fizikai Szemle 2007/3. 106.o.

**Graboplast Rt. Győr:** 'Silver Knight', baktériumölő nanokompozit burkolatok



## Nanoautó

Texas, Rice Egyetem,  
2005

8 éves fejlesztés

Arany felület, C<sub>60</sub>  
kerekek

200 C<sup>0</sup> felett gurul és  
irányítható



# jUNIOR egyetem



TUDOMÁNY GYŐRBE MINDENKINEK

## KÖSZÖNJÜK MEGTISZTELŐ FIGYELMÜKET!

A rendezvény a „SCIENCE4YOU – Tudás- és tudomány disszemináció a Széchenyi István Egyetemen” című projekt keretében valósult meg.

A program szervezői, támogatói:



SZÉCHENYI  
ISTVÁN  
EGYETEM  
TUDÁSMENEDZSMENT KÖZPONT



UNIVERSITAS-GYŐR  
NONPROFIT Kft.

*Befektetés a jövőbe*

Új Magyarország  
FEJLESZTÉSI TERV