

# Nano v svetu okrog nas in Nano v šoli

Gorazd Planinšič, FMF

# Vsebina

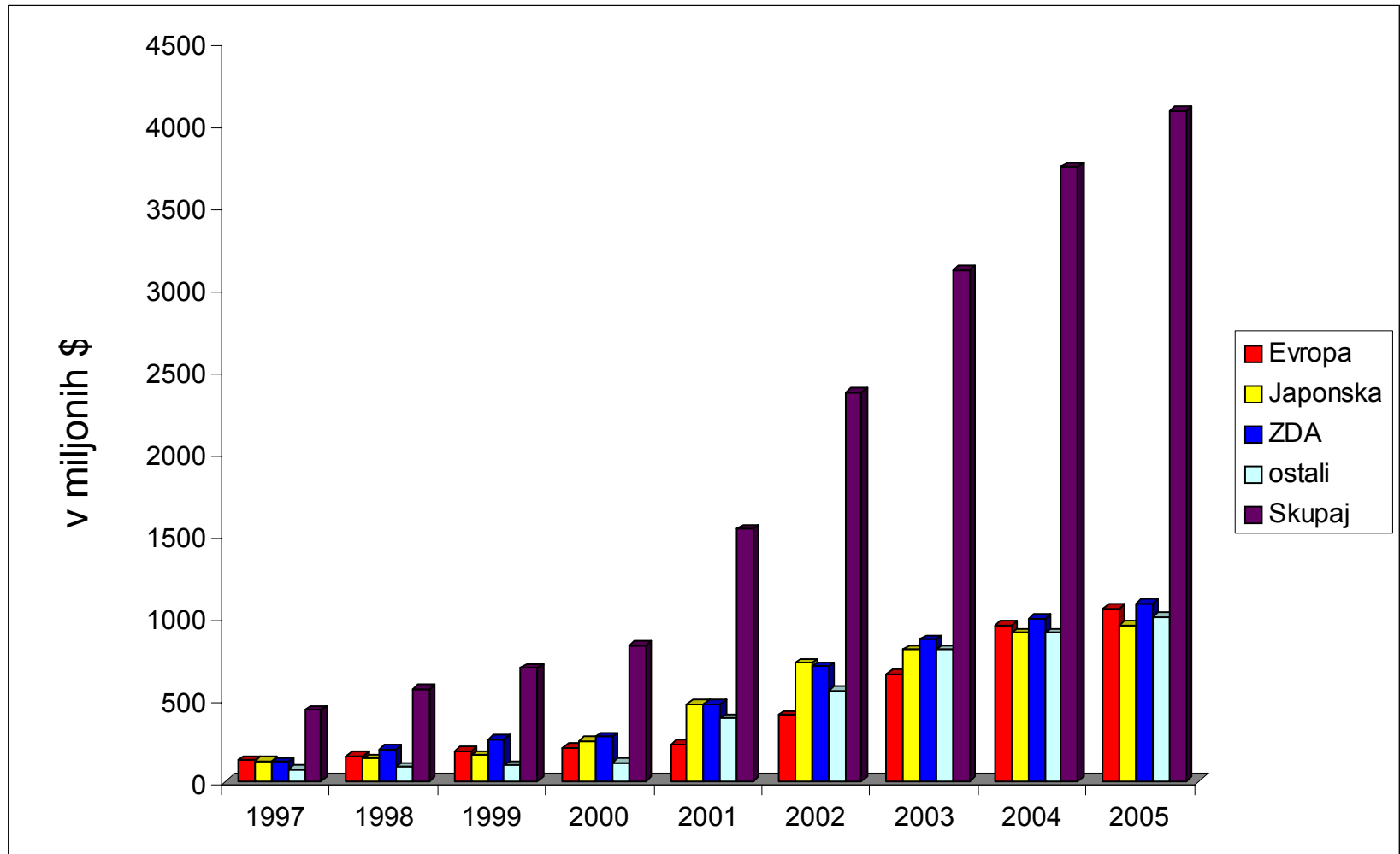
## **Nano v svetu okrog nas**

- “Platformna” tehnologija
- Kaj obeta, s čem grozi
- Nano v naših trgovinah

## **Nano v šoli**

- Zakaj?
- Kam v UN vmestiti?
- Demonstracijski poskusi in učna pomagala

# Investicije v nanotehnologijo



Vir: Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society (2006).

Nanotehnologija je “platformna” tehnologija: kaže, da bo spremenila ali popolnoma preobrazila sedanje stanje v vseh glavnih industrijskih panogah.

---

Nanotehnologija bo občutno posegla na vsa glavna področja razvoja. Pred vrati je t.i. *tehnološka konvergenca*, kar opisujejo s kraticami:

**NBIC** – nanotech, biotech, informatics and cognitive

**BANG** – bits, atoms, neurons, genes  
(informacijska tehnologija, nanotehnologija, kognitivna znanost, biotehnologija)

# Kaj obeta nano

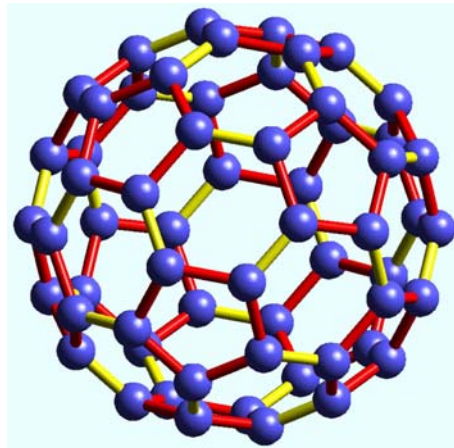


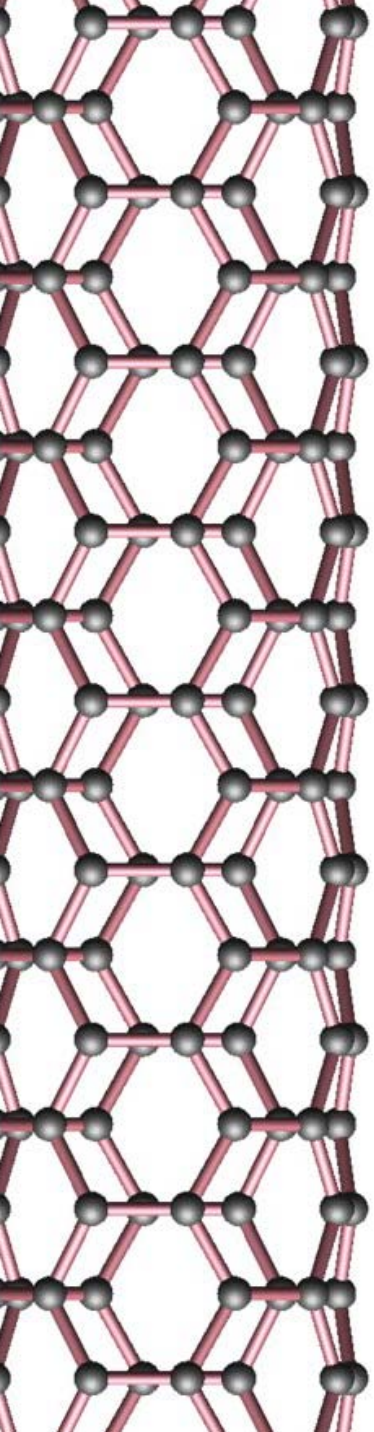
- *Smith & Nephew*: obliž z nano-srebrom, ki preprečuje infekcijo
- Nanodelci  $\text{TiO}_2$  v kremah za sončenje ali nanešeni na prozorne plastične vrečke ščitijo pred UV svetlobo
- *BASF*: razvija zobno pasto z nanodelci, ki bodo ustvarjali sklenini podobno prevleko na zobeh
- *Nano-Tex*: molekularna prevleka tkanine, ki odbija vodo in umazanijo («Stain Defender«)
- *Pilkington*: samočistilno okensko steklo s prevleko iz nanodelcev  $\text{TiO}_2$
- *BASF*: nanodelci karotenoidov (antioksidanti), ki jih dodajajo hrani in pijači se lažje absorbirajo v telesu in podaljšujejo rok trajanja hrani

- *Syngenta*: pesticidi, ki vsebujejo aktivne nanodelce se takoj vsrkajo v rastlino in jih ne more sprati dež
- *Altair Nanotechnologies*: razvija čistilo za vodo v bazenih in umetnih ribnikih; čistilo vsebuje nanodelce na bazi lantana, ki veže fosfate iz vode in preprečuje rast alg.
- Neprebojni jopiči (nanocevk v tkanini)
- Pridobivanje vodika iz vode s pomočjo svetlobe v fotoelektrokemičnih celicah. Ob plasti nanodelcev kovinskega oksida vodne molekule razpadejo.
- Shranjevanje vodika v satovju ogljikovih nanocevk (cilj: več vodika na enoto teže satovja).
- Biološki in kemični senzorji

# Uporaba C<sub>60</sub>

- *Dupont in Exxon*: izdelava močnih polimerov
- *Mitsubishi*: kreme proti gubam in proti staranju
- *C Sixty*: poskušajo nove narediti kreme za sončenje in zdravila za HIV
- *Sony*: učinkovitejše membrane za gorivne celice
- *Siemens*: svetlobni detektor
- *Seagate*: izjemno trde prevleke za trde diske





## Ogljikove nanocevke imajo izjemne mehanske lastnosti

<b>Material</b>	<b>Natezna trdnost (GPa)</b>	<b>Prožnostni modul (GPa)</b>	<b>Gostota (g/cm<sup>3</sup>)</b>
<b>Jeklo</b>	0,4	208	7,8
<b>Diamant</b>	1,2	1140	3,25
<b>Pajkova mreža</b>	1,34	281	1,3
<b>Kevlar</b>	2,27	124	1,44
<b>Ogljikove nanocevke</b>	200	1000	2

Če bi lahko spletli nanocevke v nit debeline sukanca, bi lahko nanjo obesili osebni avto in nit se nebi strgala



# S čem grozi\*



Ali bo nanotehnologija še povečala razlike med revnimi in bogatimi ali jih bo zmanjšala?

**Nanotehnologija obljublja, da bo “ozdravila bolne in nahranila lačne”:**

- učinkoviti testi za AIDS in raka
- učinkovita diagnostika tuberkuloze
- učinkovitejša cepiva
- možnost čiščenje razlite nafte z nanomagnetni
- cenejša energija, učinkovitejše sončne celice
- učinkovitejše čiščenje vode z nanodelci

**Toda...**

Razvoj nove tehnologije je mogoč le tam, kjer je denar za velike investicije => “kdor ima bo imel še več”

Bodo z razvojem nanotehnologije določene “klasične” surovine in delovna sila odveč?

\* Glej tudi predavanje dr. M Remškar: *Tveganje pri proizvodnji in uporabi nanodelcev!*

# Nekaj “nano” iz naših trgovin



Maximarket: Nano.....L'Oreal

# Nano delci srebra delujejo kot antimikrobni material



BigBang: Hladilnik Bosh;  
“Anti bacteria with natural silver”



Merkur: Hladilnik Gorenje; Microbes Stop; “Protected by ArGentum”

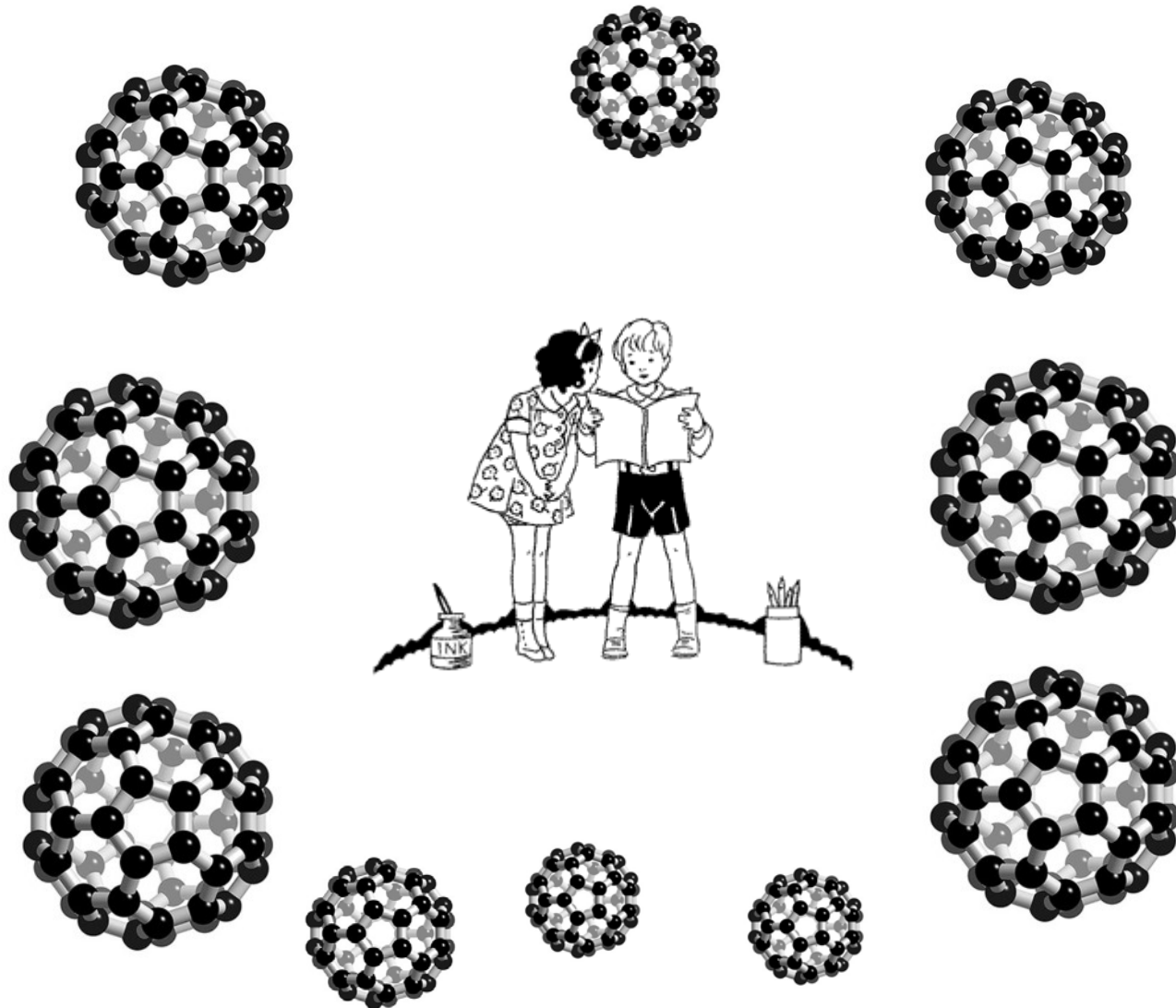




BigBang: LG; “Nano Silver”



# Nano v šoli



# Nano v šoli

- Zakaj?
  - Ker gre za tehnologijo, ki bo korenito posegla v vse pore našega življenja
  - Ker je tema kot nalašč primerna za medpredmetne povezave
  - Ker je “in”...

# Kam v UN vmestiti?

- V poglavje o moderni fiziki (vsekakor pa po obravnavi poglavij o elektriki in optiki )

## S katerimi predmeti povezati?

- Kemija, biologija, sociologija, filozofija, geografija...



# Demonstracijski poskusi in učna pomagala

- **Uvod v “nano skalo” in kvantni svet**
- **Modeli /analogije** (dva modela AFM)
- **‘Pravi’ poskusi**
  - Kvantizirana prevodnost
  - Demonstracija posebnih lastnosti nanosnovi (Kovček NanoToolBox)
  - Saje kot tipalo za pline (delavnica)

# Uvod v “nano” skalo in kvantni svet

- Uklon valovanja (*valovna kad, barvne LED in uklonska mrežica*)
- Svetloba potuje v diskretnih paketih energije, fotonih
- Zveza med energijo in frekvenco oz. valovno dolžino svetlobe
- Osnovno znanje o fosforescenci in fluorescenci (*barvne in UV LED, fluorescentni papirji, igrače, ki svetijo v temi*)

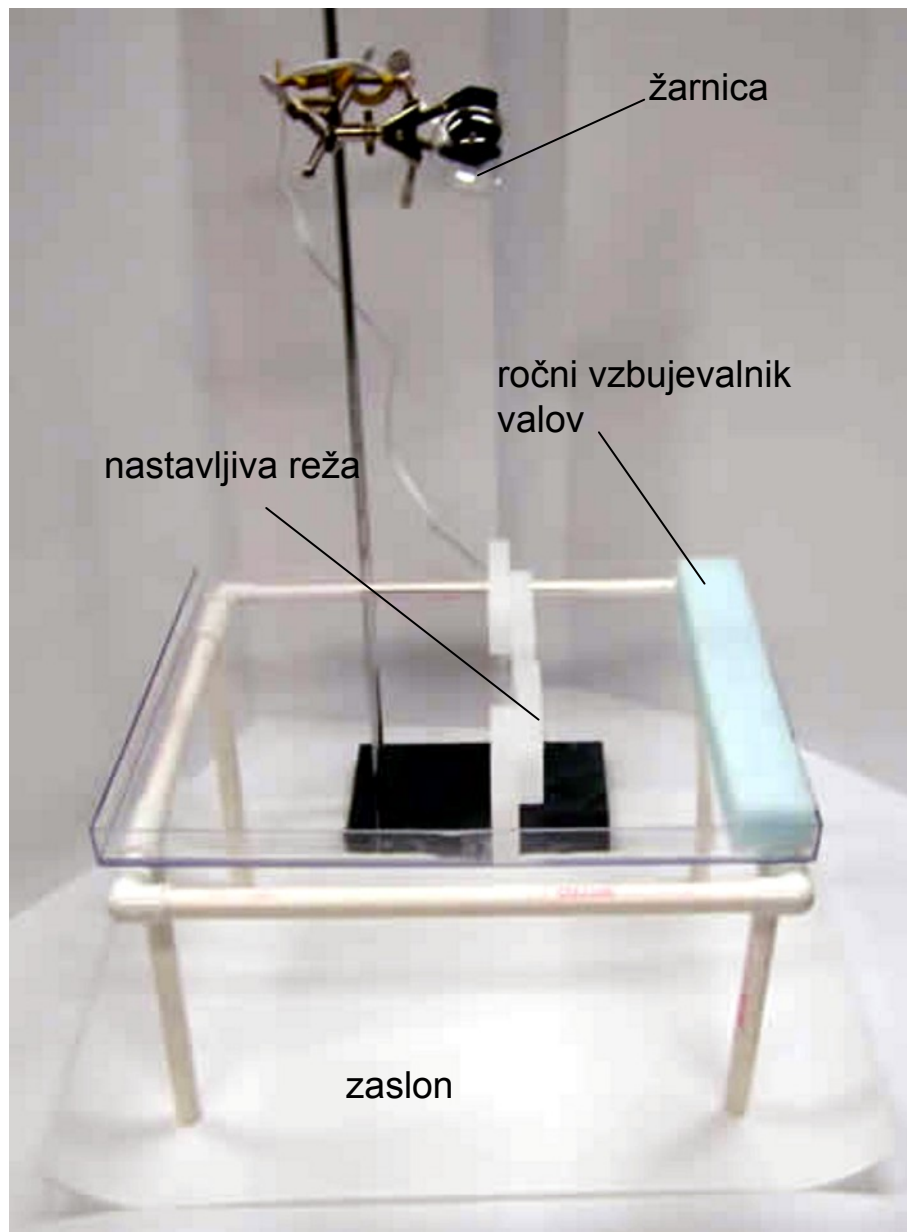
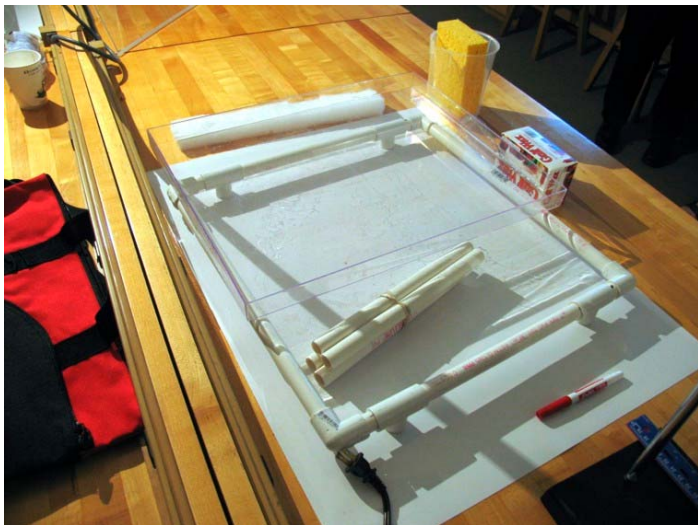
---

Obsežno tovrstno gradivo za praktične vaje pod imenom “*The Phantastic Photon*” je dostopno na <http://www.cns.cornell.edu/cipt/labs/lab-index.html>

# Preprosta valovna kad\*

prozorni plastični pokrov in nosilec iz plastičnih cevi

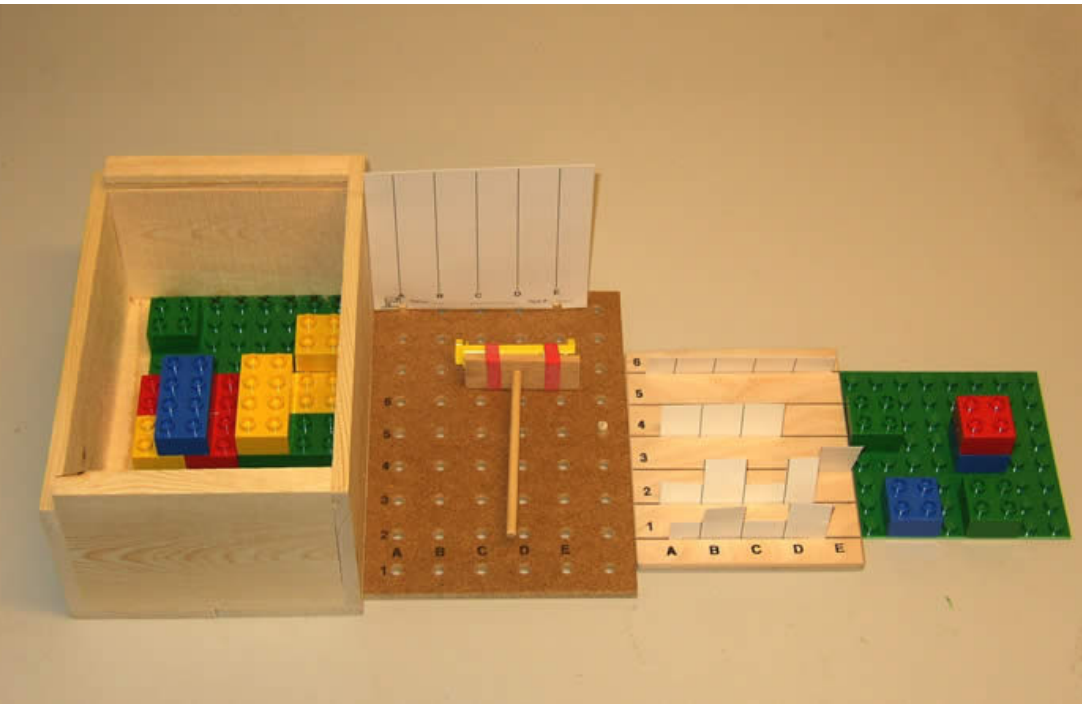
## Zložena valovna kad



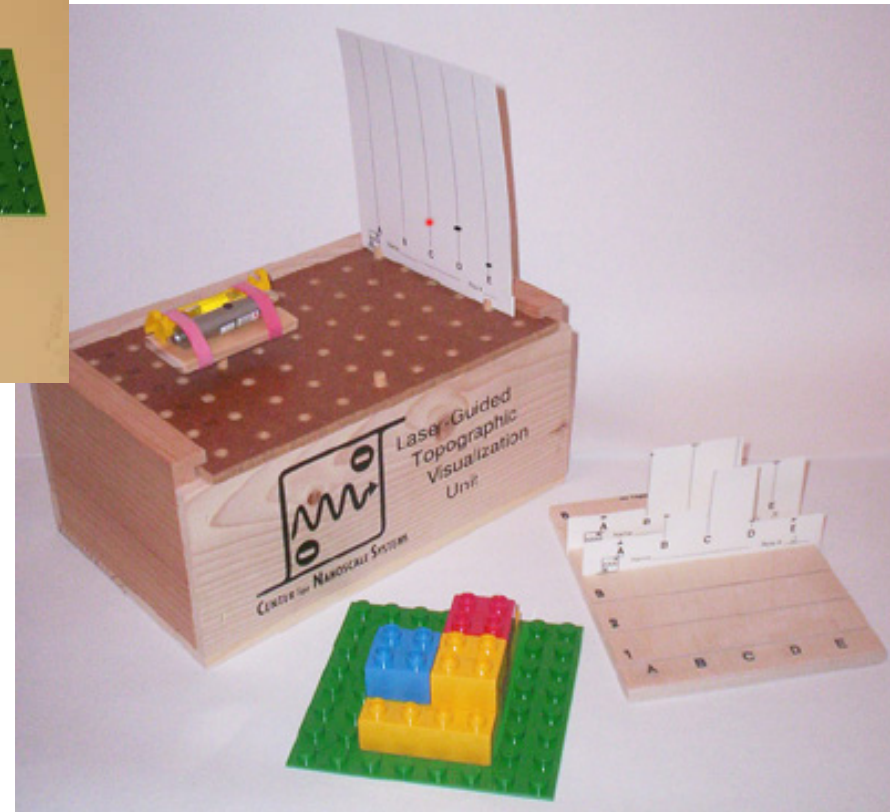
\* CNS - Cornell University, Institute for Physics Teachers

# Modeli, analogije

Model AFM (USA\*)

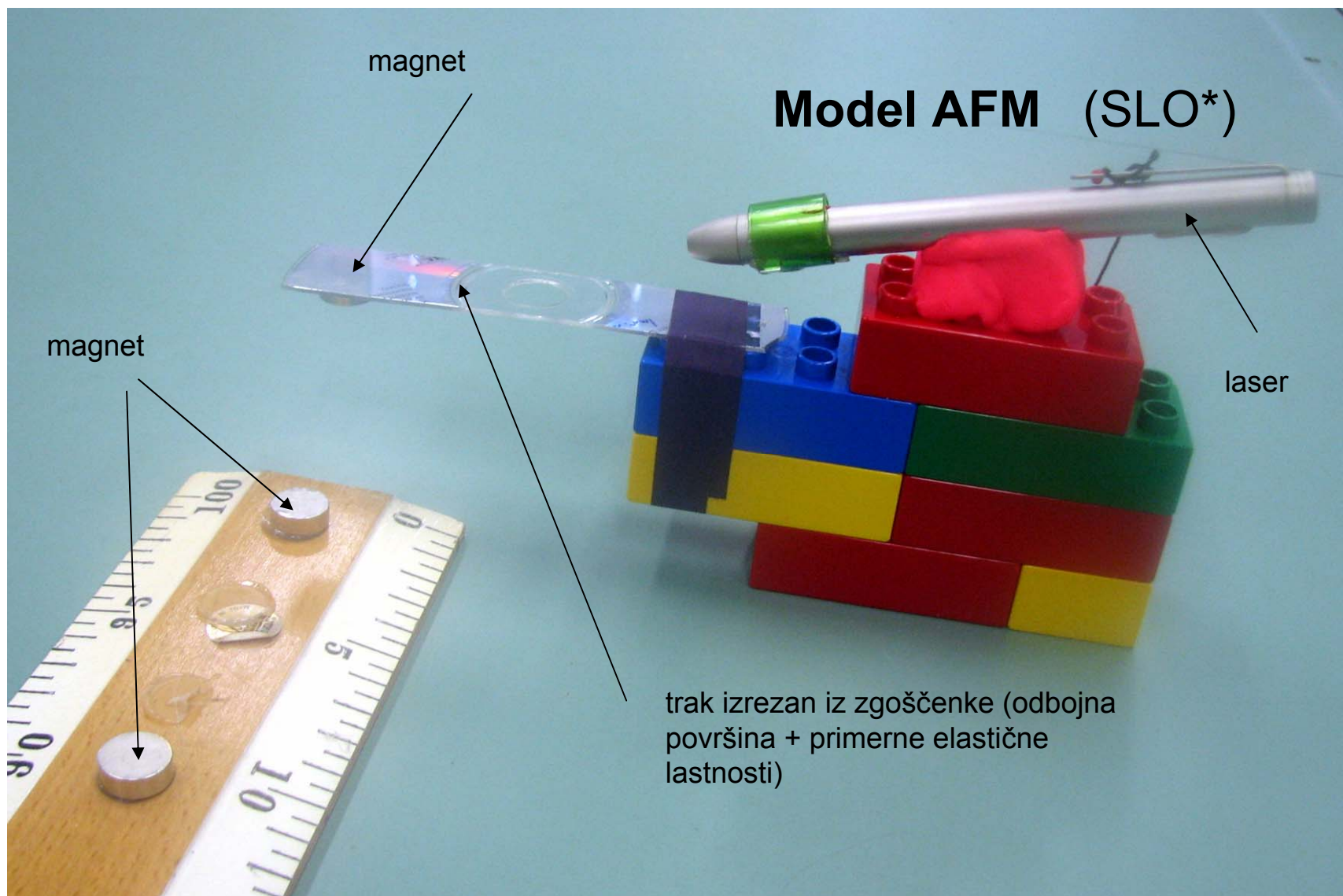


Izdelovalec: West Hill Biological Resources, Inc., [www.westhillbio.com](http://www.westhillbio.com)  
(cena cca 70 USD)



\* CNS - Cornell University, Institute for Physics Teachers



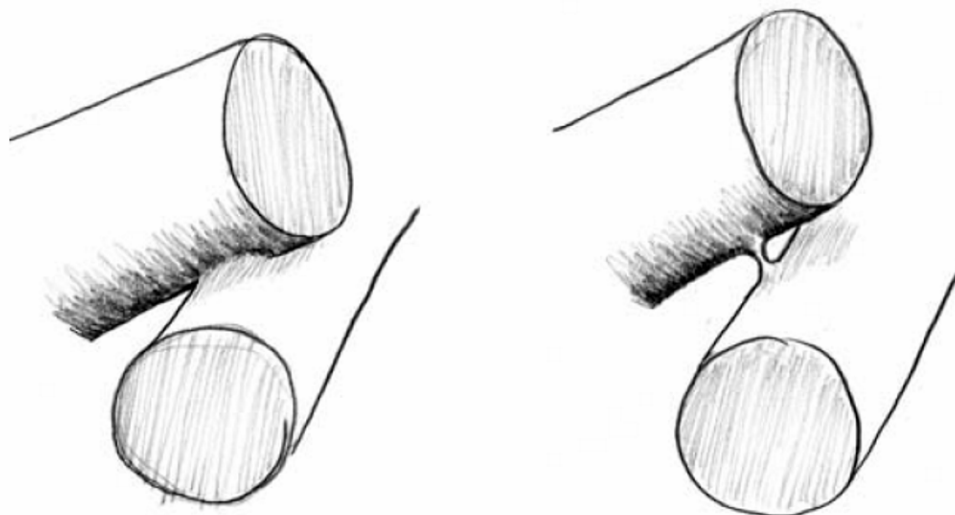


\* za več informacij se obrnite na Gorazda Planinšiča, FMF

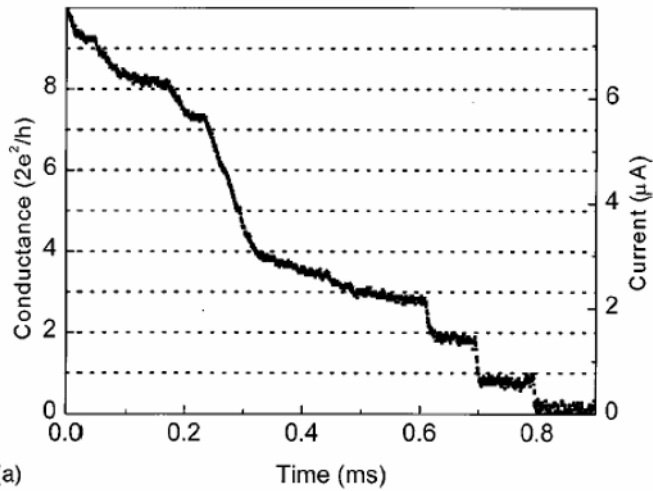
*Pravi* poskusi

# Kvantizirana prevodnost

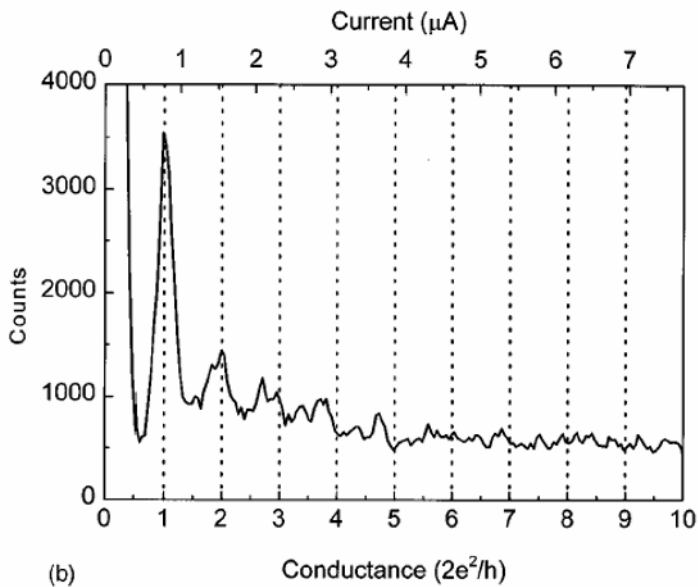
Upor nanožice s presekom enega atoma je  $h/(2e^2) = 12,8\text{k}\Omega$ , kar je mnogo več kot napove zveza  $R=\xi l/S$ . Upor **ni** odvisen od dolžine žice ali vrste atomov, odvisen je le od preseka (tj. števila atomov v preseku žice).



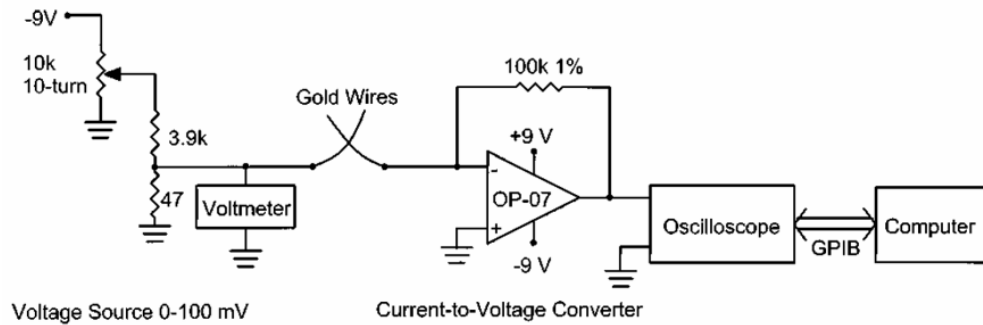
**Nastanek nanožic ob stiku dveh zlatih žic**



(a)



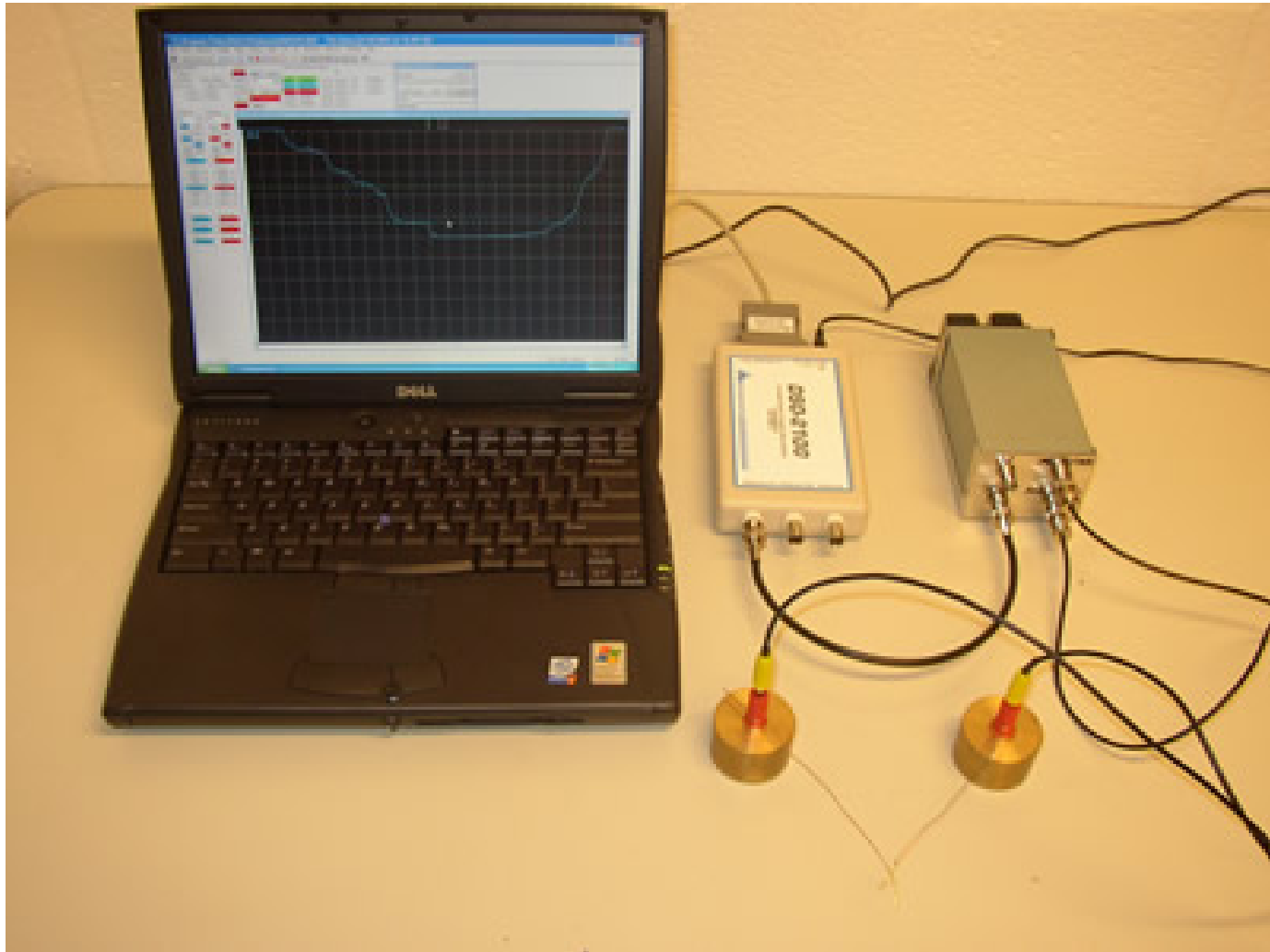
(b)



E. L. Foley, *et al.* Am. J. Phys. (1999) **67** (5), p389 “An undergraduate laboratory experiment on quantized conductance in nanocontacts”



# Šolska izvedba poskusa



Vir: Monica Plisch, CNS - Cornell University, Institute for Physics Teachers

# Demonstracija posebnih lastnosti nanosnovi

## Kovček Nano Tool Box

- Priročna izvedba
- Cena 300 EUR (z dostavo v SLO)
- Poudarek na kemiji (lastnosti snovi)
- Le nemška navodila

Dobavitelj : CONATEX [www.conatex.de](http://www.conatex.de)

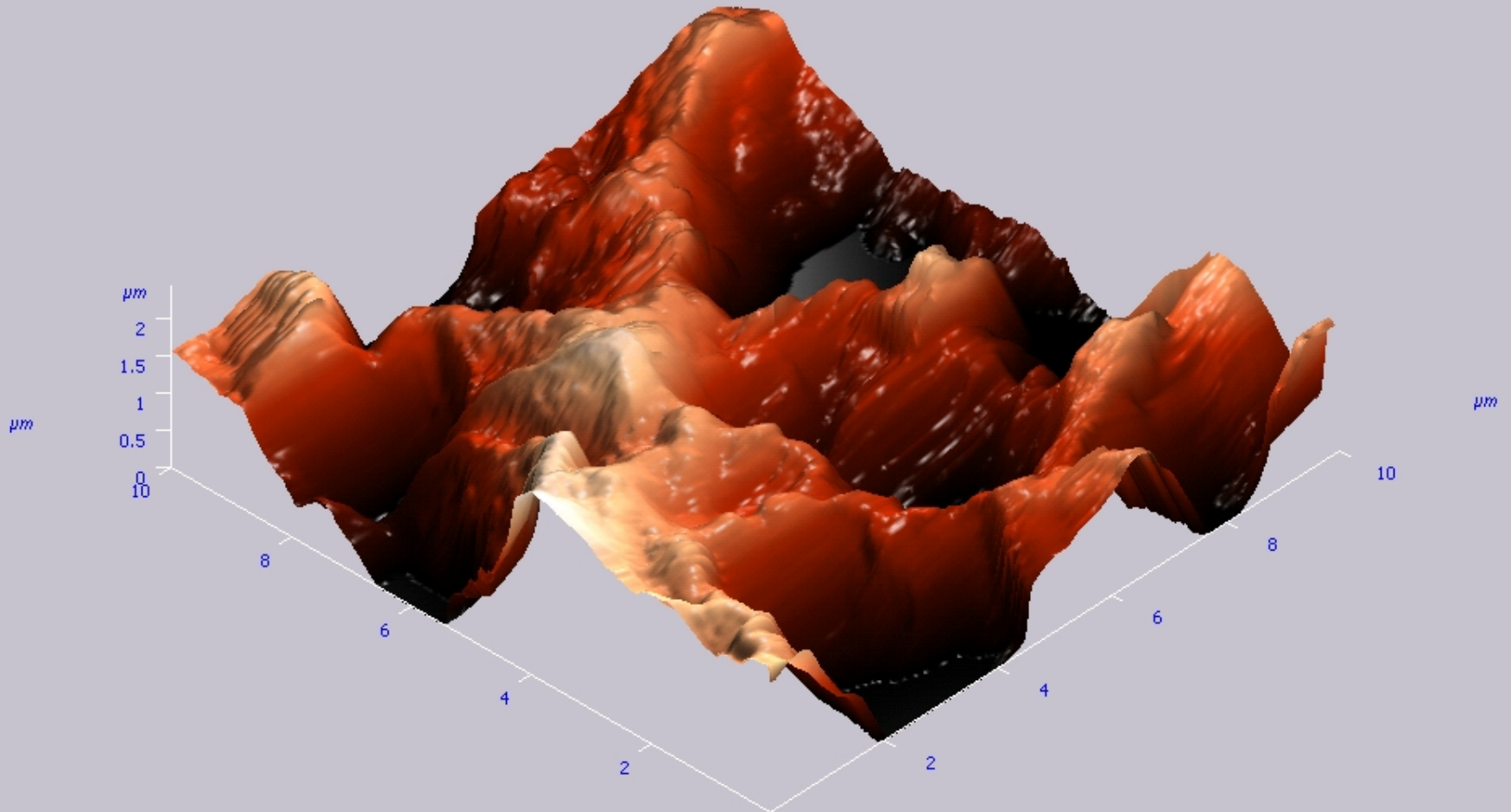
# Seznam poskusov iz zbirke Nano Tool Box

1. Brezmadežna plast
2. Vodoodbojna plast
3. Oljeodbojna plast
4. Premaz proti rosenju
5. Požarna zaščita papirja
6. Kovina s spominom
7. Fotokatalitične barvne reakcije
8. Izdelajmo sončno celico
9. Poskus s Tyndallovim pojavom

# Saje kot tipalo za pline

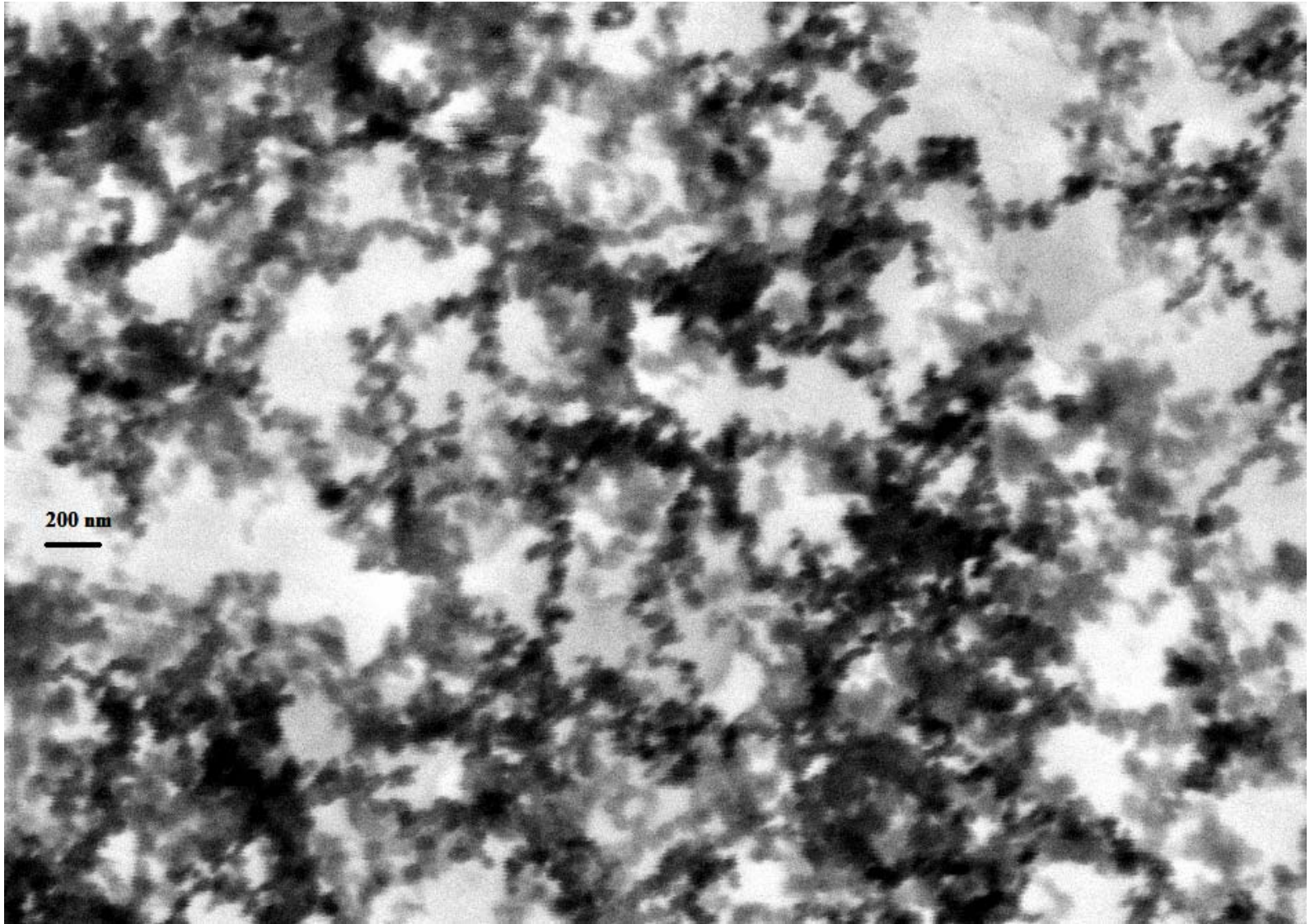
- Nanodelci so že od davno okrog nas: npr. nanokristali soli v morskem zraku in nanodelci ogljika v **sajah**.

# Saje sveče



Slikano z AFM,  $10 \times 10 \mu\text{m}$  (J.Kovač-IJS)

# Saje sveče



Slikano s TEM (negativ), (M.Remškar-IJS)

- Ogljik se lahko veže z vrsto različnih atomov preko kovalentne vezi.
- Vsak atom ogljika se lahko veže na štiri druge atome, kar je več kot za večino drugih atomov.
- Od vseh atomov se ogljik najmočnejše veže na sebi enake atome in to na številne različne načine (=> plin, grafit, diamant, cevke, C<sub>60</sub>...)

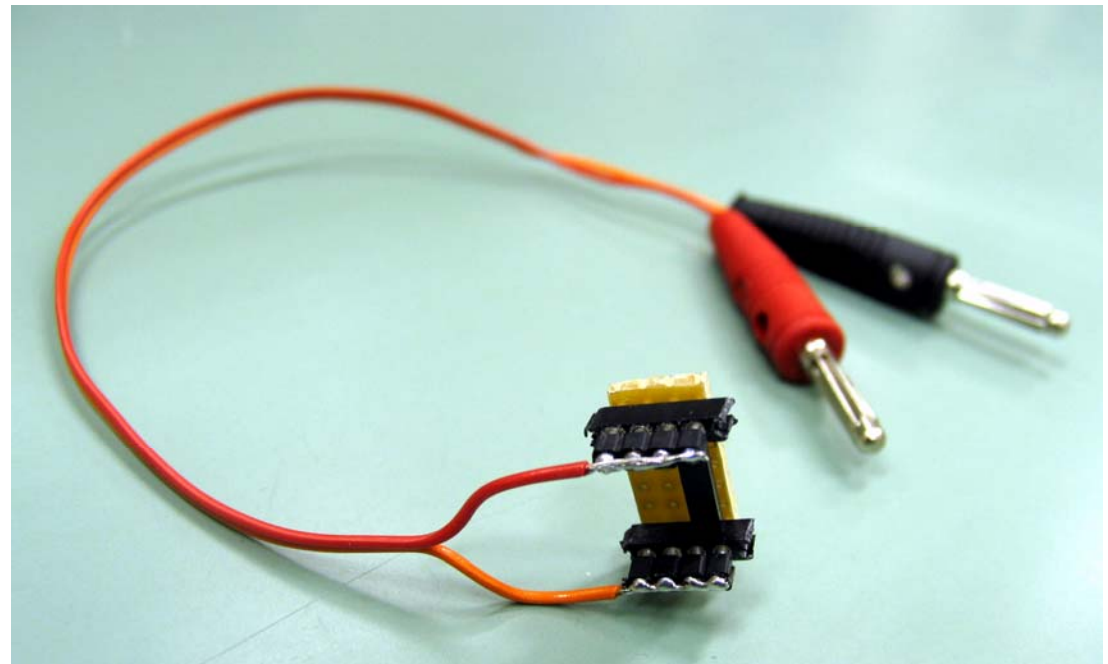
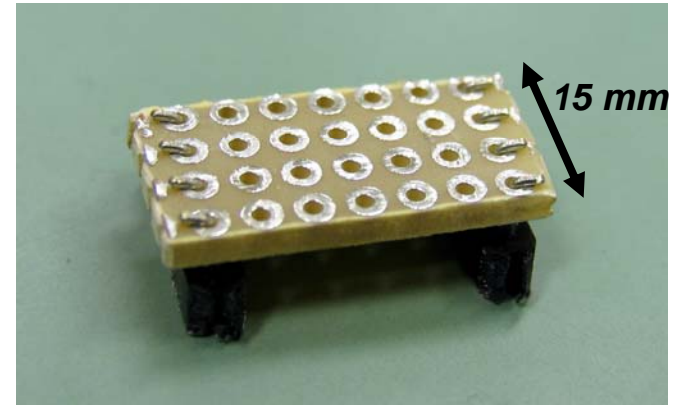
- Struktura saj ima velikansko površino preko katere lahko pridejo molekule plina iz okolice v stik z velikim delom ogljikovih atomov.

Nanomateriali so primerni za izdelavo občutljivih tipal, ki zaznavajo različne pline. En tip takšnih tipal temelji na merjenju električnega upora plasti nanodelcev. Prisotnost plinov lahko nanostrukturi vzame ali pa da elektrone, kar povzroči povečanje oziroma zmanjšanje upora plasti.



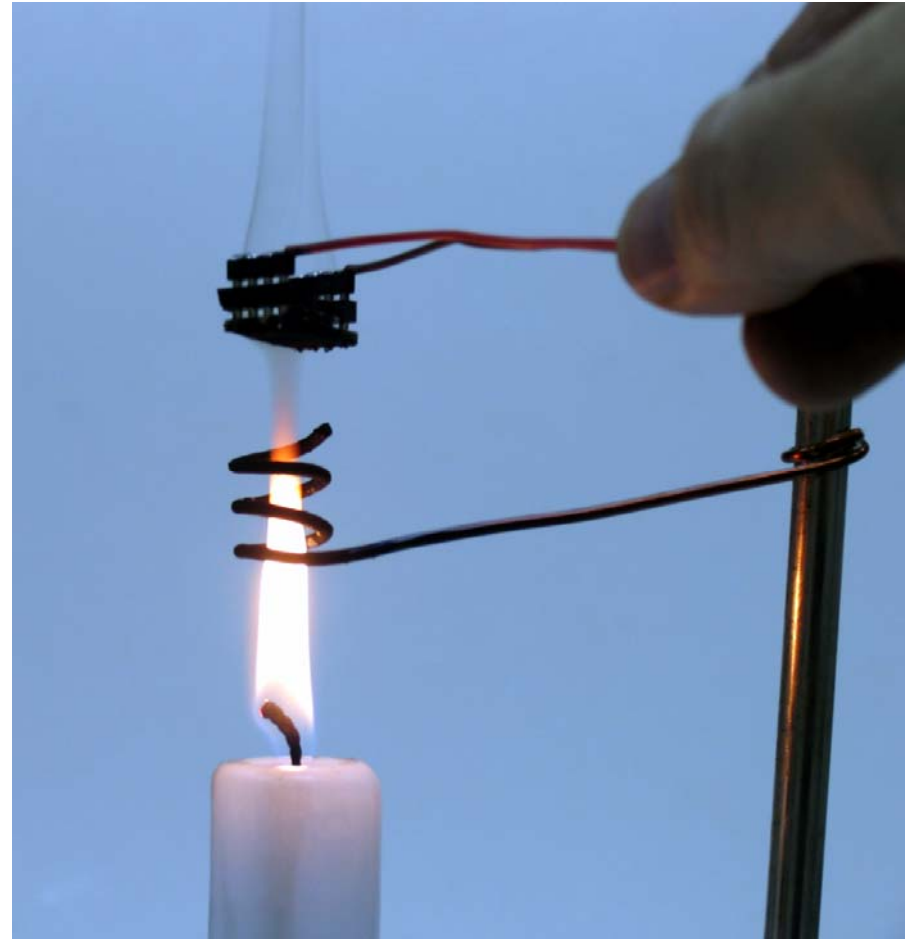
Tudi upor plasti saj, ki jih naneseemo s svečo se spreminja ob prisotnosti različnih plinov. Zaradi velikega števila parametrov, ki jih pri takšnem grobem poskusu ne moremo nadzorovati, pa lahko s takšnim “sajastim” tipalom pokažemo le, da se upor saj odziva na prisotnost plinov, medtem ko pravilnosti v odzivih na posamezne pline ali njihove koncentracije le redko opazimo.

Nosilec občutljivega dela tipala lahko izdelamo iz ploščice t.i. proto-boarda, v kateri je mreža metaliziranih luknjic, ki so med seboj izolirane.

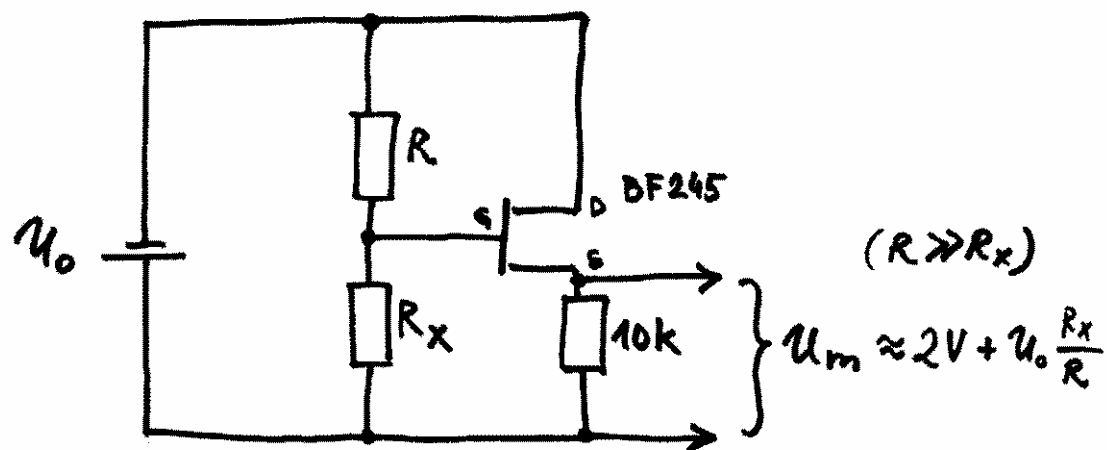


Če hladimo plamen z bakreno tuljavo, dosežemo nepopolno izgorevanje, kar ima za posledico izdatnejše sajenje sveče.

Plast saj naneseemo na stran nosilca, na kateri so metalizirane luknjice.

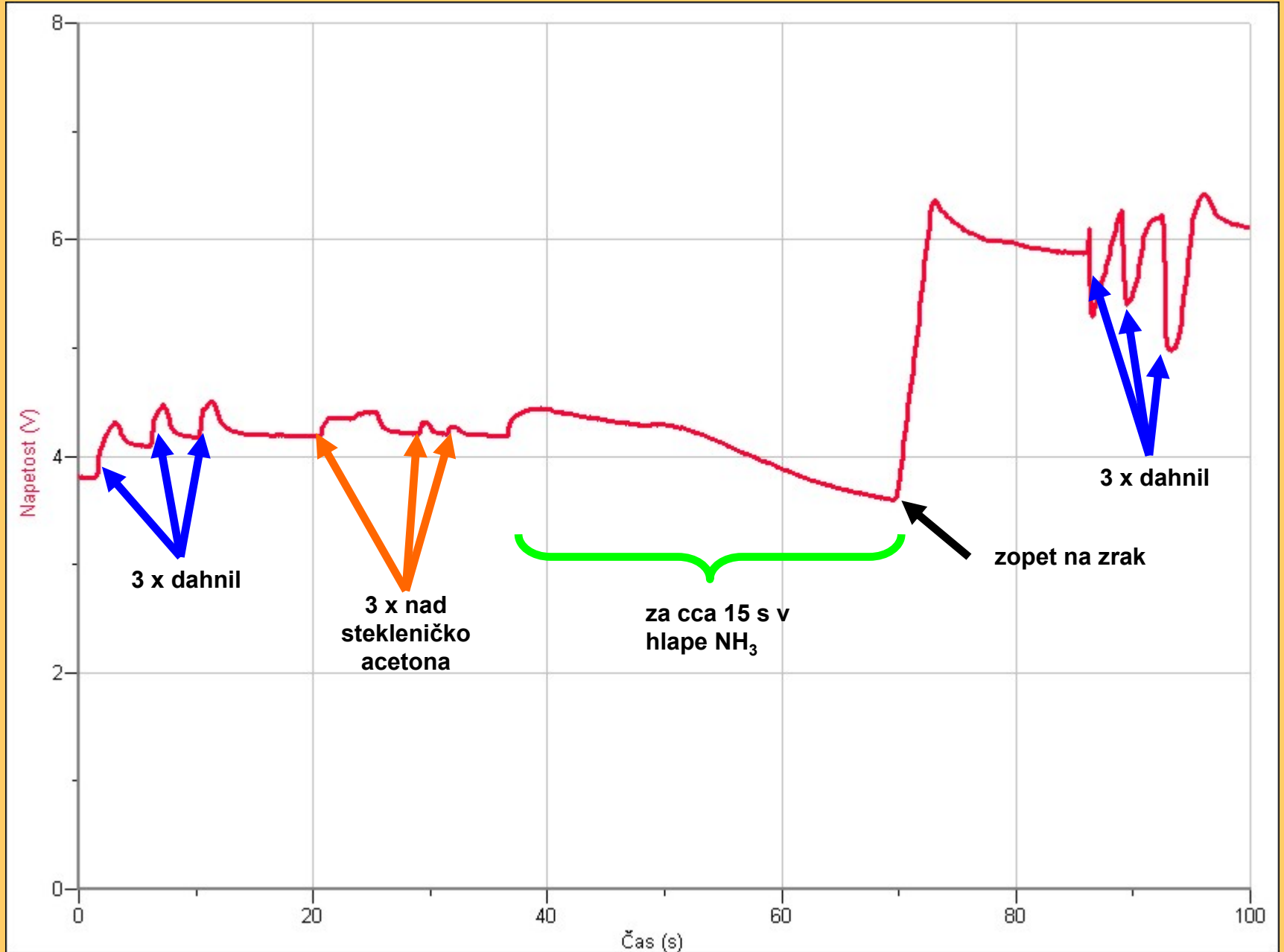


Upor plasti saj na prikazani ploščici naj bo med 1 in 10 MOhm. Upor ploščice merimo posredno, tako da merimo padec napetosti na plasti saj, ki jo vežemo zaporedno v tokokrog, z virom napetosti in znanim uporom.



Ker je upor plasti večji kot notranji upor merilnika napetosti v vmesniku *LabPro*, uporabimo za merjenje preprosto vezje, ki nam omogoča uporabo navadnega priključka *Vernier* za merjenje napetosti (slika zgoraj; v našem primeru smo vzeli  $R=10\text{M}\Omega$ ).

# Primer odziva tipala na prisotnost različnih plinov



# Hvala!

- Dr. Janez Kovač, IJS (slike AFM, diskusija)
- Dr. Maja Remškar, IJS (slike TEM, diskusija)
- Dr. Monica Plisch, Cornell Univ. (diskusija, predstavitev dela Inštituta)
  
- Dr. Aleš Mohorič (prevodi nemških navodil Nano-Tool-Box)
- Janez Lovšin (izdelava vezij za delavnico)