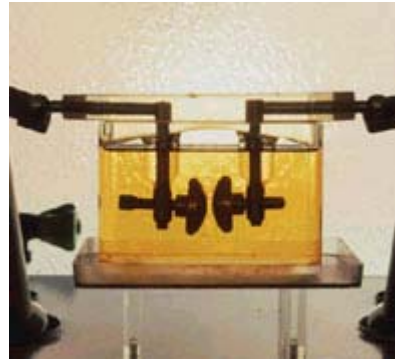


Modernios medžiagų technologijos. Nanodariniai ir jų technologijos

III paskaita

- Keli nano-struktūrų ir darinių pavyzdžiai
- Kas vyksta Lietuvoje nano-moksle
- Bendrų dalykų priminimas

Nanotepalai, nanodangos



- Mažėja trintis tarp mechanizmo dalių, oro ir vandens pasipriešinimas. Taikoma kosminėje, karinėje technikoje, plečiasi taikymai ir civiliniams tikslams (grafito priedas į tepalus seniai taikomas, nors nebuvo suvokta, kad šį tepalo pagerėjimą sąlygoja grafito nanodariniai).
- Applied Nanomaterials kuria nanotepalų reaktorius. Kol kas gamina 750 gramų miltelių per dieną, konstruojamas gigantiškas reaktorius Rehovoto gamykloje.

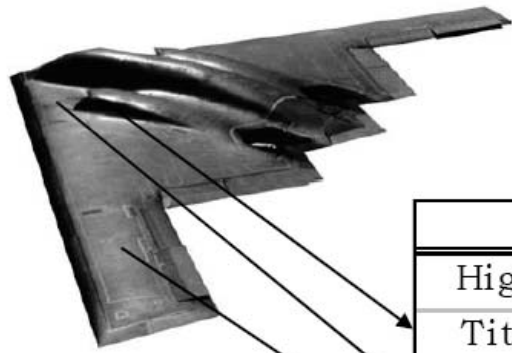
SiO₂-coatings based on nano-technology Textiles

- This innovative fibre protection-product, based on Nano-Technology protects almost any type of textile from water, dirt, contamination and stains – whilst remaining totally invisible! It will not affect the appearance, its ability to breath, its colour or handle and is easy to maintain
- Nano-Care products are exceedingly water-resistant on outdoor materials; keeping them drier longer. Oil, coffee and other frequent stains belong to the past, if the material is treated with protective products.



Nanodalelės metalų technologijai

- Metalų kietumas kinta atvirkščiai proporcingai šakniai iš jų sudarančių kristalitų skersmens. Kuo smulkesni kristalitai, tuo jis tvirtesnis.
- Nanotechnologija kuria:
 - Stipresnius metalus;
 - Lengvesnius kompozitus (metalas ir plastikas), ko dėka mažėja įrengimų svoris ir jie tampa stipresniais.

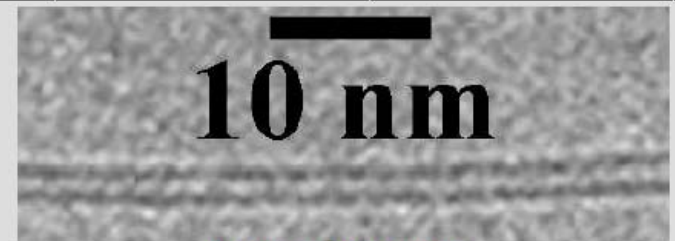


Looking beyond current advanced aircraft materials such as those used in the B-2 Stealth Bomber...

Material	Density (g/cc)	Modulus (Gpa)	Strength (Mpa)
High Carbon Steel	7.6	207	676
Titanium (Ti-55A)	4.5	83	241
Aluminum 2024	2.8	70	468
Carbon Fiber RP	2.7	140	2505
Carbon Nanotube RP	1.2	147	15220

...To **Carbon Nanotube Reinforced Polymer (CNRP)** composites for airframes

- *50% lighter and 6x stronger than current carbon fiber composites*
- A few possible effects on aircraft performance include reduction of wake vortex circulation, takeoff velocity, and braking times



Carbon Nanotube
Image via Scanning Electron Microscope

Impact of Nanotechnology in Materials on Aviation

- Advances in computation, sensing, and aircraft materials carried by innovations in nanotechnology

- *Problems:*

- Fabrication & Cost
Massive, parallel production of nano-systems evolving
- Conceptualization
Nontraditional aircraft designs
- Integration
Air traffic control adaptation to robust flight profiles



NASA Langley Morphing Wing Concept Vehicle
<http://oea.larc.nasa.gov/PAIS/21stcentury.html>

Kas dar neįvaldyta, bet atrasta: Molecules ring for information

Nature, Published online 13 May 2008



- “When DRQ flips between 0, 1, 2 and 3 it rotates in a particular direction and by a certain angle, making it perfect for processor applications,” says Bandyopadhyay. “Our work was the first demonstration of multilevel logic in a single molecule.”
- Now the researchers have managed to arrange a ring of sixteen DRQ molecules connected by hydrogen bonds to a central ‘control unit’ DRQ molecule (Fig. 1).

Kas vyksta Lietuvoje?

Что происходит в Литве?

- Fizikai turi gerą medžiagų savybių tyrimų bazę (VU - FF, TMI; FMTC - PFI) – charakterizuoja bandinius iš įvairių šalių mokslo centrų.
- VU TMI įsigijo Aixtron firmos MOCVD reaktorių tinkamą darinių auginimui (mokslo ir verslo reikmėms)
- Chemikai, medžiagų mokslo specialistai – formuoja paviršius su nanodariniiais, augina nanokeramikas (VU –ChF, FMTC – ChI, VDU, KTU)
- Biochemikai – sudėtingi molekulių kompleksai

VU ChF - technologijos tinkančios nanodarinių formavimui

- Anglinių nanovamzdelių sintezė, naudojant įvairiais būdais paruoštus Fe, Co ir Ni katalizatorius
- Nanostruktūrinių anglinių dangų sintezė
- Kombinatorinių bibliotekų, sudarytų iš anglinių nanostruktūrų, sintezė
- Tinka biosensoriams, pH - matuokliams
- MOCVD ir aerosolių pirolizė, funkcinių oksidinių sluoksnių ir daugiasluoksnių sandarų sintezė, tyrimai ir pritaikymai
- Sukurtas (kartu su LMGP, INPG, Grenoblis) naujas metodas oksidų sluoksnių nusodinimui - [impulsinis injekcinis MOCVD](#)

VU ChF - technologijos tinkančios nanodarinių formavimui

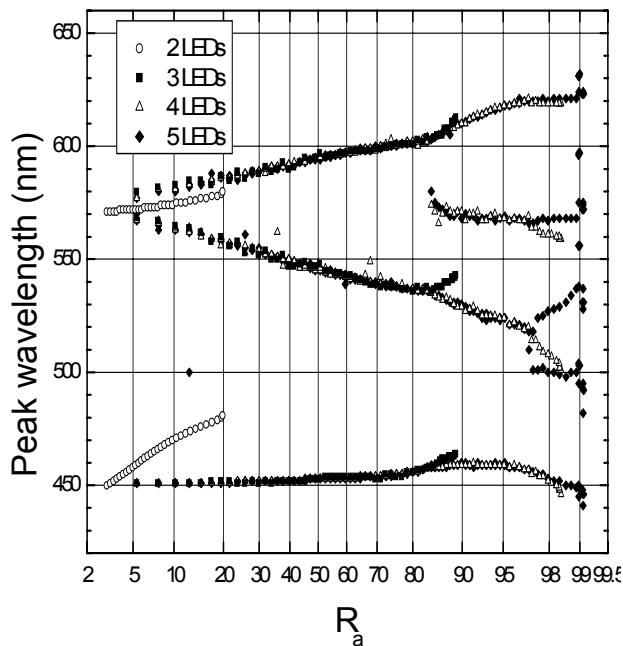
- Sol - gel synthesis.
- Synthesis of boron clusters-carborans;
- NanoBioPolymerai
- Polimerų nanostruktūrų formavimas
- Biologiniai žymenys
- Koloidinių tirpalų ir tarpfazinių virsmų chemija nanotechnologijoms.
- Elektrai laidžių ir elektrochemiškai aktyvių polimerų tyrimas;
- Elektrokatalizės reiškinių, vykstančių ant elektrodų, modifikuotų laidžiaisiais polimerais ir neorganiniais kompleksais, tyrimas;
- Paviršiumi sustiprinta ir rezonansinė spektroelektrochemija

VU PFK ir TMI

- **Nitridinių puslaidininkinių optinės savybės**
- **Kietakūnis apšvietimas**
- **Organinių puslaidininkinių optinės savybės**
- **Puslaidininkinių nanokristalų fotoluminescencija ir optiniai netiesiškumai**
- **Puslaidininkinių nanodarinių formavimas, greitos krūvininkų dinamikos tyrimai, dvimačių fotoninių kristalų formavimas ir jų optinių savybių tyrimai**
- **Fulerenų ekstrakcija ir plonųjų vamzdelių bei sluoksnių formavimas iš gamtinių anglies junginių**

Puslaidininkinės lempos

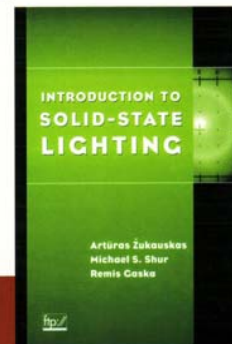
VU TMI
ir
VU MIF



国外优秀科技著作出版专项基金资助

INTRODUCTION TO SOLID-STATE LIGHTING 固体照明导论

[立陶宛] A. 茹考斯卡斯 (Artūras Žukauskas)
[美] 迈克尔 S. 舒尔 (Michael S. Shur) 著
[美] 勒米·加斯卡 (Remis Gaska)
黄世华 译 滕枫 校



Chemical Industry Press

化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

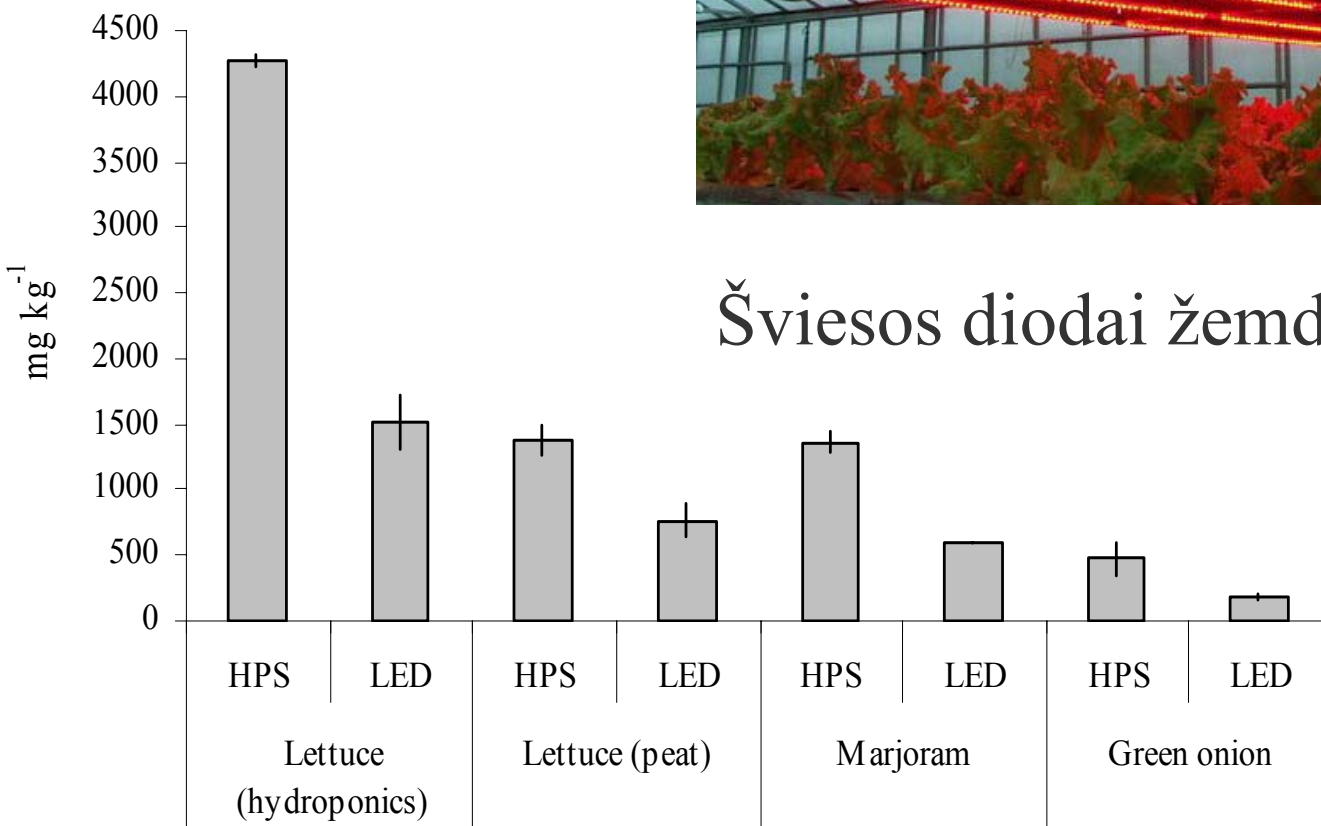
A. Žukausko ir bendraautorių
monografija kinų kalba.

VU TMI

Bendri darbai su LSDI



Šviesos diodai žemdirbystės tarnyboje.



VU TMI kartu su KTU chemikais

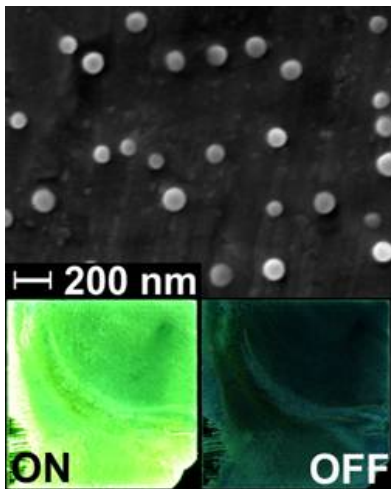
Cheminių ir biologinių objektų liuminescencijos atpažinimas

(Prof. S. Juršėno grupė,)

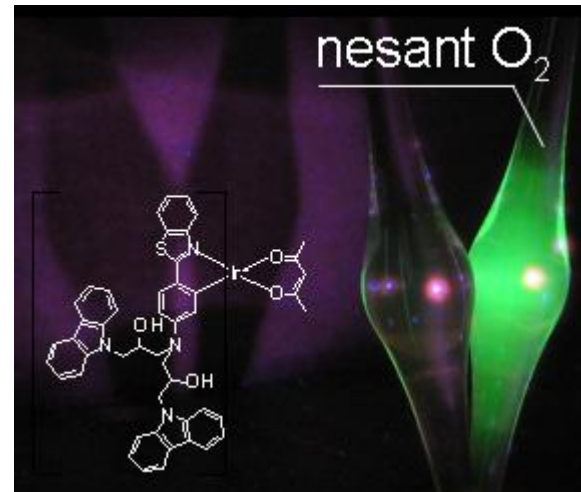


Saviorganizacijos būdu dviejų skysčių sandūroje suformuotos organinės nanodalelės.

Šios nanodalelės gali būti pritaikomos fluorescenciniame jutiklyje įvairių organinių tirpiklių garų aptikimui.



Nesant garams jutiklis fluorescuoja ryškia žalia šviesa - "ON" būseną, o atsiradus garams fluorescencija užgستا - "OFF" būseną.



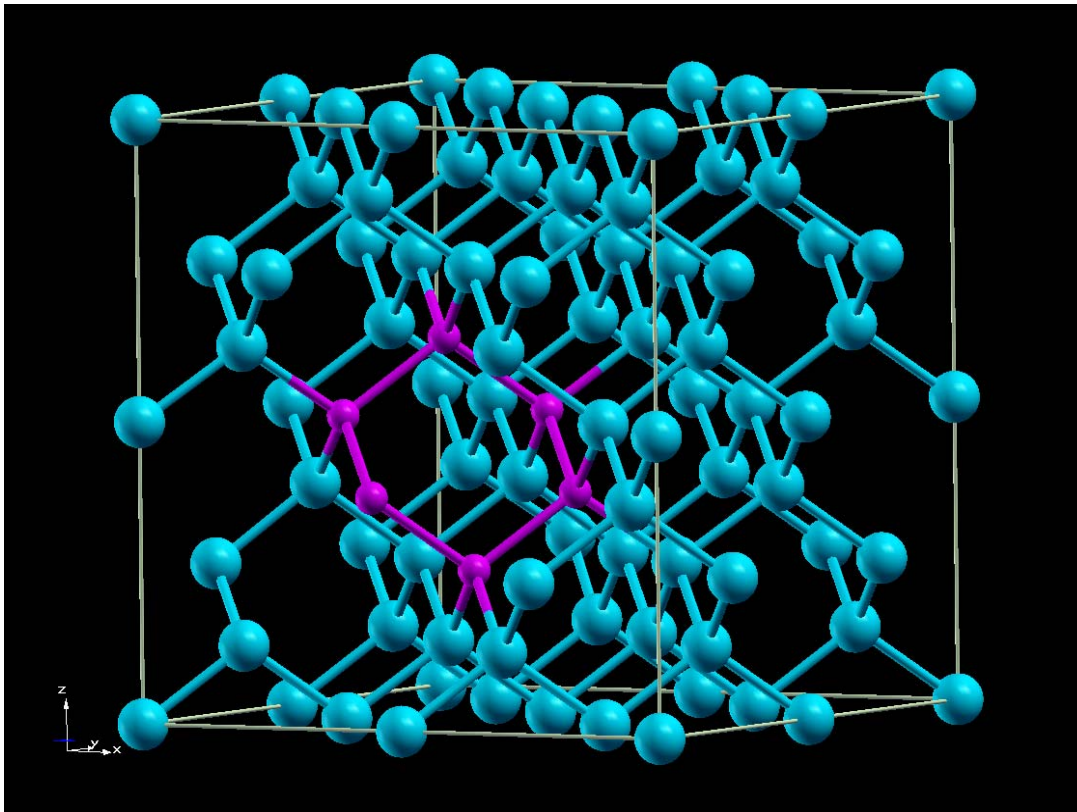
Tripletinių spinduolių, sudarytų iš našių iridžio spindulinių centrų ir papildomų krūvio pernašos grupių, **fosforescencija**.

Nuotraukoje matyti, kad tirpalas su tuo pačiu spinduoliu užsandarintoje ampulėje iš kurios pašalintas deguonis fosforescuoja dešimtis kartų stipriau nei tirpalas prisotintas deguonies.

Šių spinduolių pagrindu yra kuriami **fosforescenciniai organiniai šviesos diodai**.

Modeliavimas (doc.E.Žašinas): V6 defect electronic and lattice structure;
atomo migracija kristalo paviršiuje

The 6 vacancies ring (V6) was modeled by embedding such a defect into periodic 64 Silicon atoms supercell. To calculate a total energy of the atomic system, its relaxation and energy bands we applied density functional theory.



Ideal bulk positions of Si ions (cyan) and 6 vacancies (represented by magenta spheres) forming a ring.

(Magenta spheres and their links to Si ions are only for demonstration purpose.)

Šios mokyklos tradicijas ženkliai plėtoja kelios mokslinės grupės:

FTMC – PFI

Prof. Arvydas Matulionis tęsdamas a.a.

prof. V.Bareikio pradėtus darbus sukūrė originalią pasaulyje pripažintą metodiką puslaidininkiams ir jų dariniams tirti panaudojant aukšto dažnio triukšmų spektroskopiją.

Tai ne tik tyrimų metodas, bet ir kelias, kuriuo einant teikiamos rekomendacijos optimizuoti puslaidininkinius darinius.



Monografija H. L. Hartnagel, R. Katilius, A. Matulionis. **Microwave Noise in Semiconductor Devices**, John Wiley and Sons, New Jersey, 2001, 300 psl.

Pikosekundinė elektronika ir terahercai

FTMC – PFI

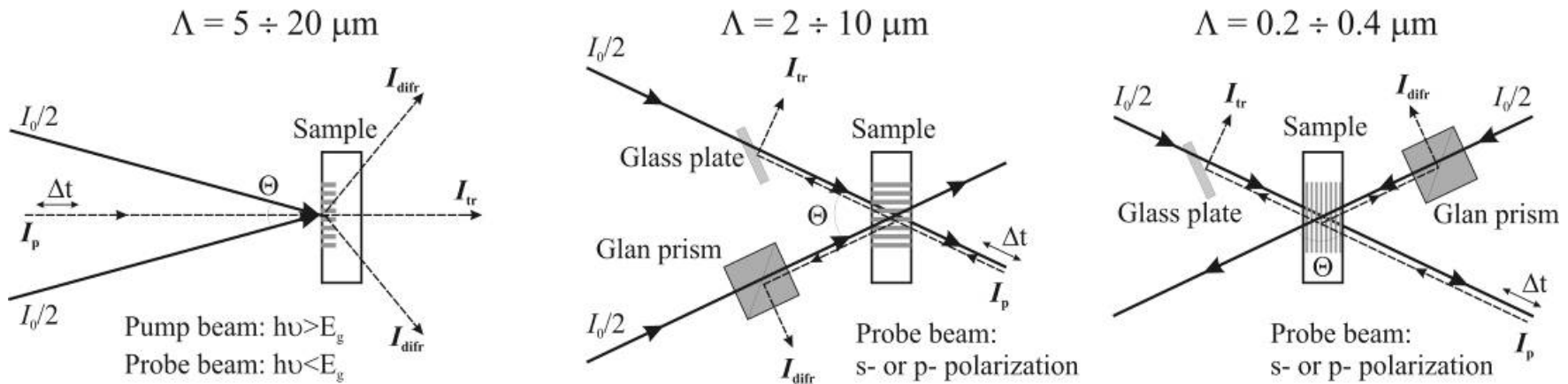
Prof. A.Krotkus tęsdamas a.a. T.Lideikio pradėtus puslaidininkinių darinių auginimo technologijos darbus **sukūrė optoelektroninius prietaisus** pasižyminčius išskirtiniu mažu inertiškumu – jau matuojamu femtosekundėmis (~ 70 fs, t.y. $7 \cdot 10^{-14}$ s).

Tokie spartūs vyksmai puslaidininkiuose leidžia generuoti **terahercines mikrobangas**, kas tampa aktualu įvairiuose biomedicininiuose taikymuose.



Naujos puslaidininkių parametru (kristaluose ir nanodariniuose) matavimo metodikos – dinaminės gardelės

VU TMI prof. K.Jarašiūno grupė



Metodiką plačiai žinoma pasaulyje, pilna stažuotojų iš kitų šalių

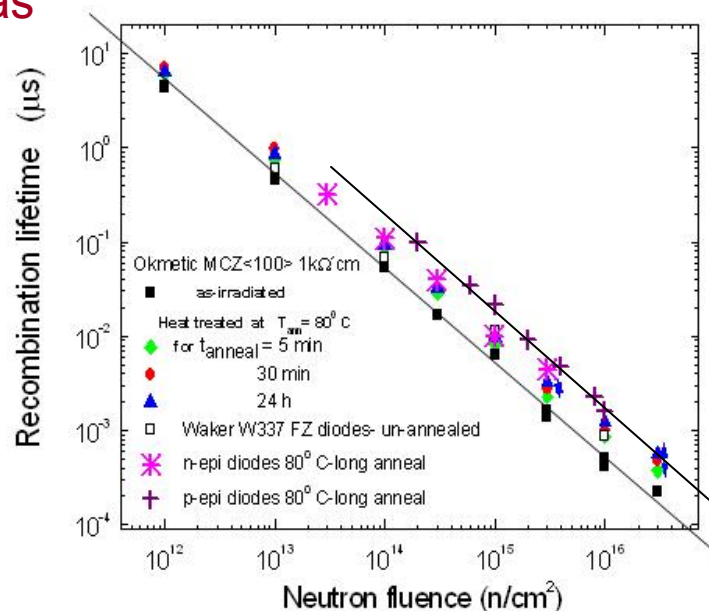


Radiaciniai defektai – nanosandaros radiacijos monitoringui VU TMI

Sukurta originali krūvininkų gyvavimo trukmės matavimo įranga

Atrasta, kad krūvininkų rekombinacijos sparta tiesiai proporcinga apšvitai hadronais

Habil. Dr. E.Gaubo mokslinės grupės darbo rezultatas



Pradedamas CERN'e projektas AIDA, kuriame mums suformuluota užduotis: sukurti alternatyvią radiacijos monitoringo sistemą CERN'e

Įranga nanodarinių technologijai - Saulėtekio slėnyje – prasideda naujas proveržis mokslui ir verslui

VU TMI, FMTC PFI



Dr.A.Kadys ir dr. T. Malinauskas valdo
MOCVD reaktorių.



Dr. R. Butkutė ir naujasis
MBE įrenginys.

Nanotechnologijų įtaką pajaus ar jau jaučia:

IR TAIP TOLIAU -

Transportas -

Konstruktinės medžiagos -

Elektronika, kompiuteriai -

Higienos priemonės, kosmetika -

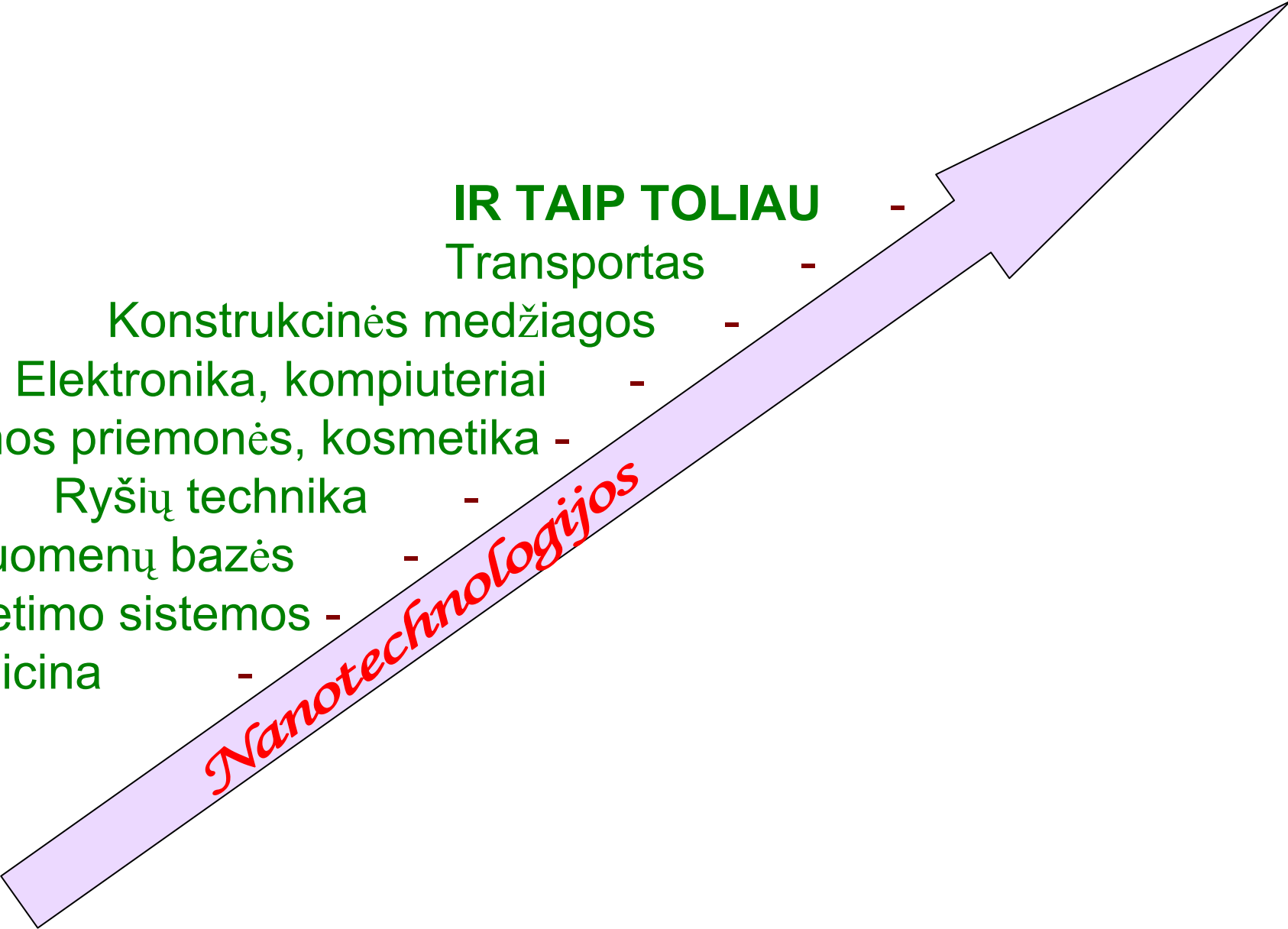
Ryšių technika -

Duomenų bazės -

Apšvietimo sistemos -

Medicina -

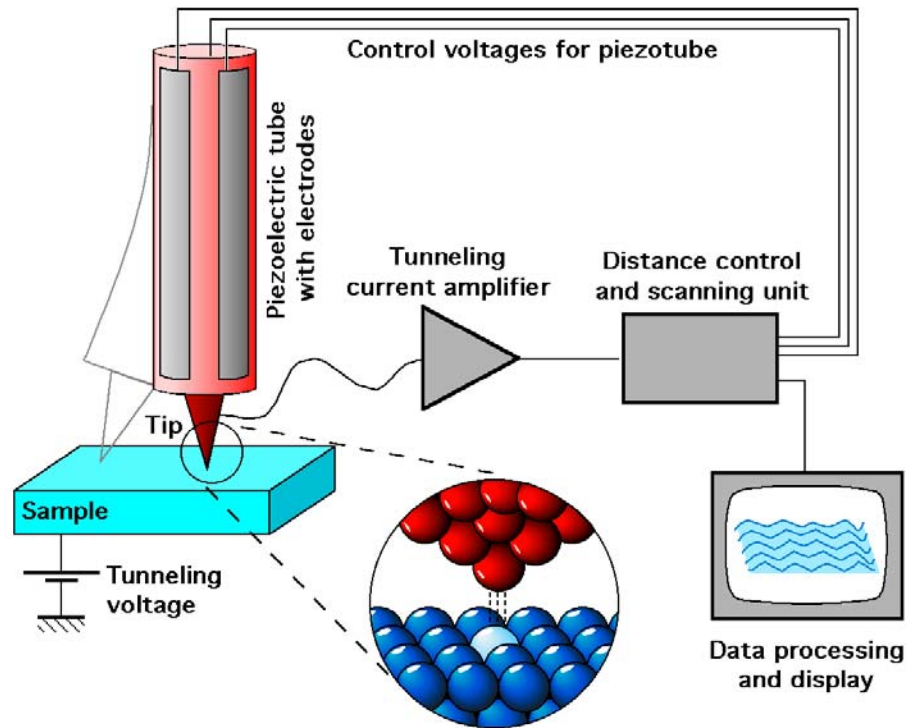
Nanotechnologijos



Priminimas bendriausių dalykų:

Kaip pamatyti nanodaleles?

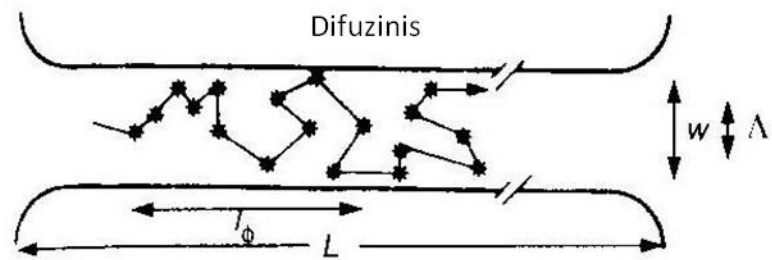
Didelės skyros peršviečiančių elektroniniu mikroskopu, o taip pat ir:
naujo tipo mikroskopais:



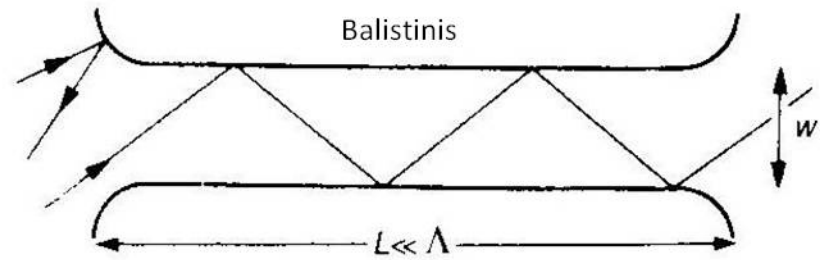
Skenuojantis tunelinis mikroskopas

Atominės jėgos mikroskopas

Link nanodarinių: kinta krūvininkų sklaida, jų pernaša



(a)

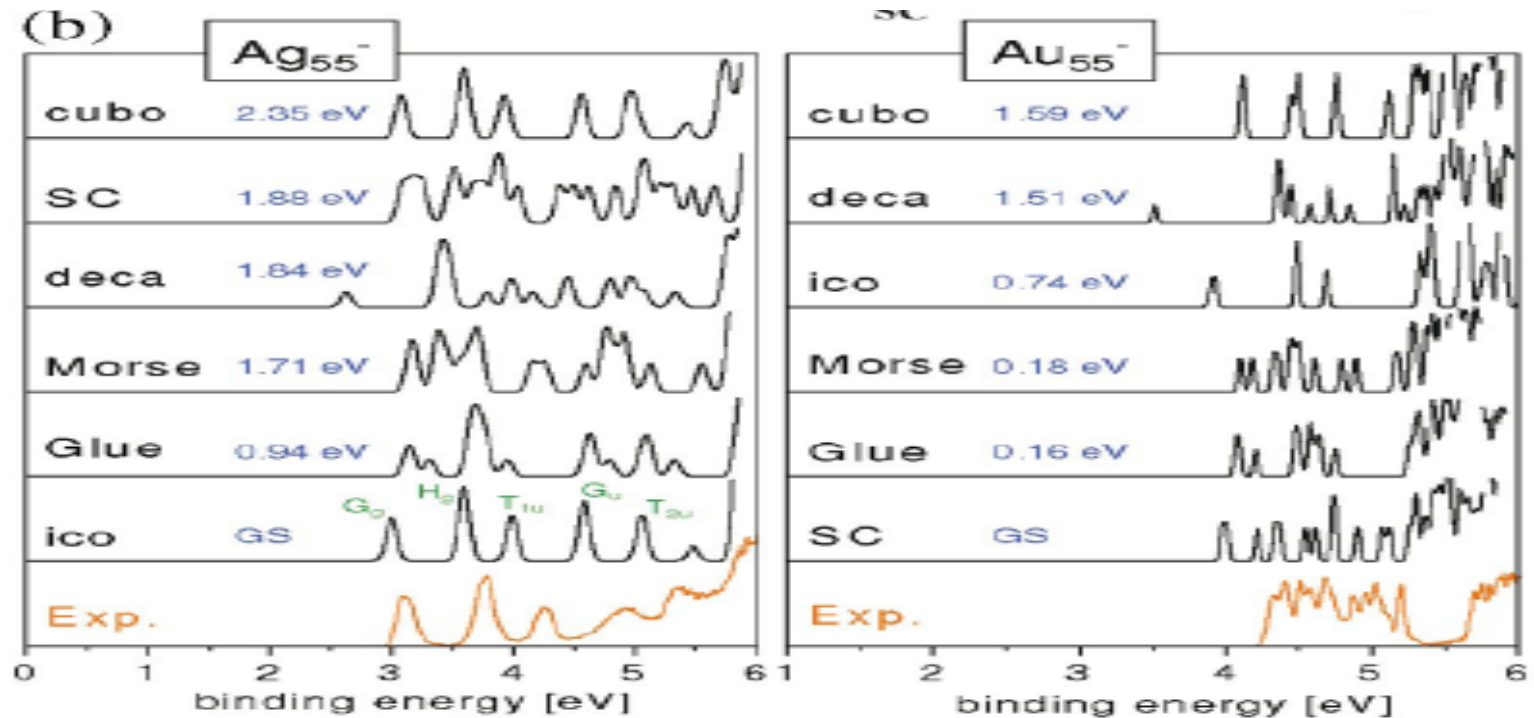
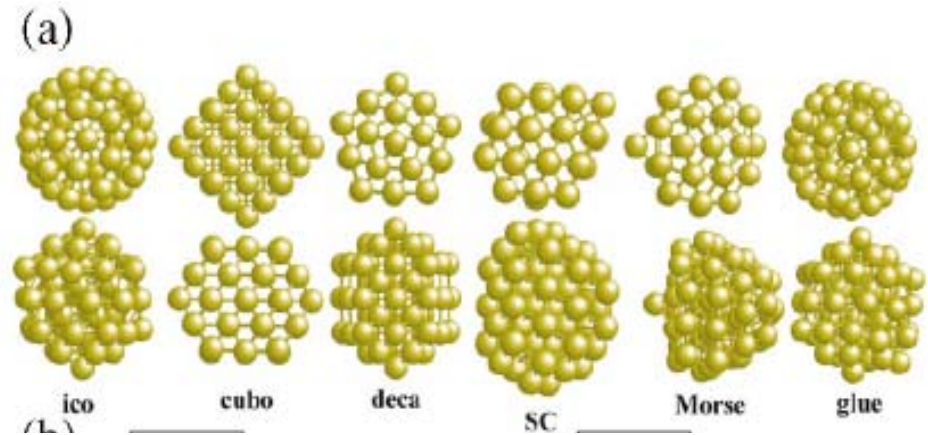


(b)

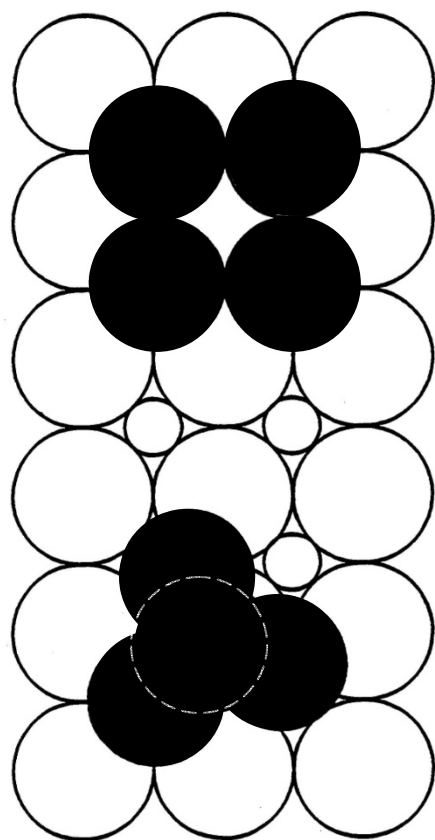
Kinta banginės funkcijos

Sidabro ir aukso klasteriai

Hannu Hakkinen PRL
93, 093401, 2004



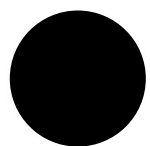
Kinta cheminės savybės



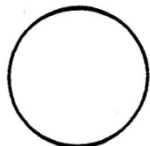
Kvadratinė aibė

Tetraedras

MgO (100)



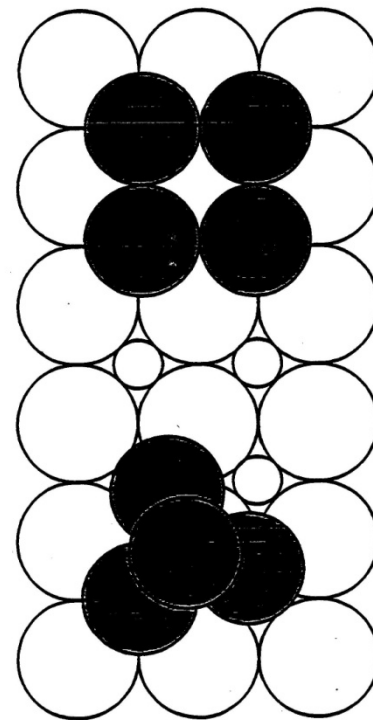
Ir atomas



O atomas



Mg atomas



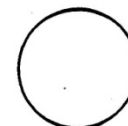
square raft

tetrahedron

MgO (100)



Ir atom

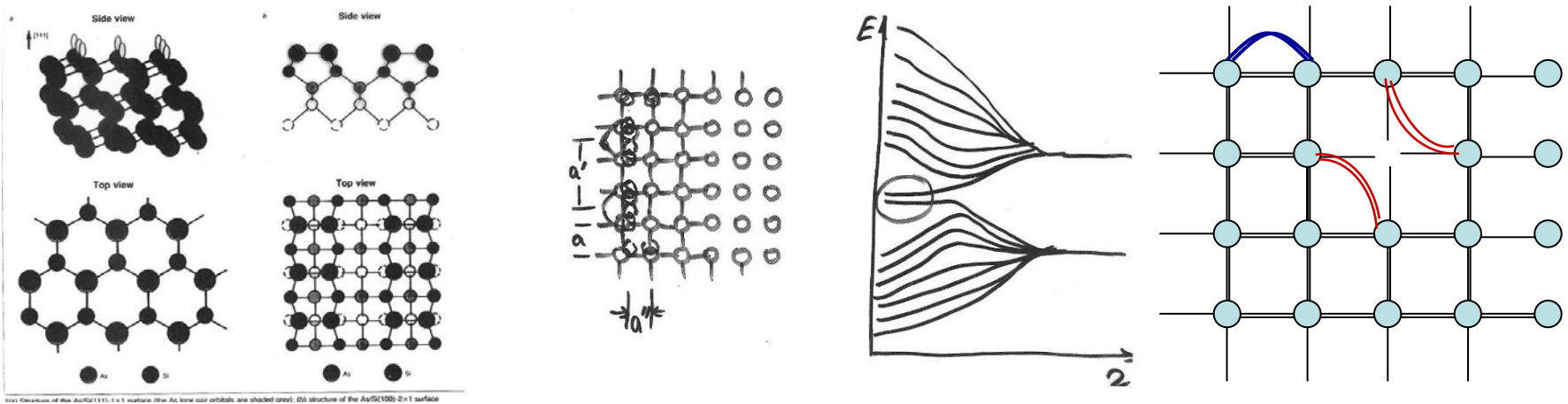


O atom



Mg atom

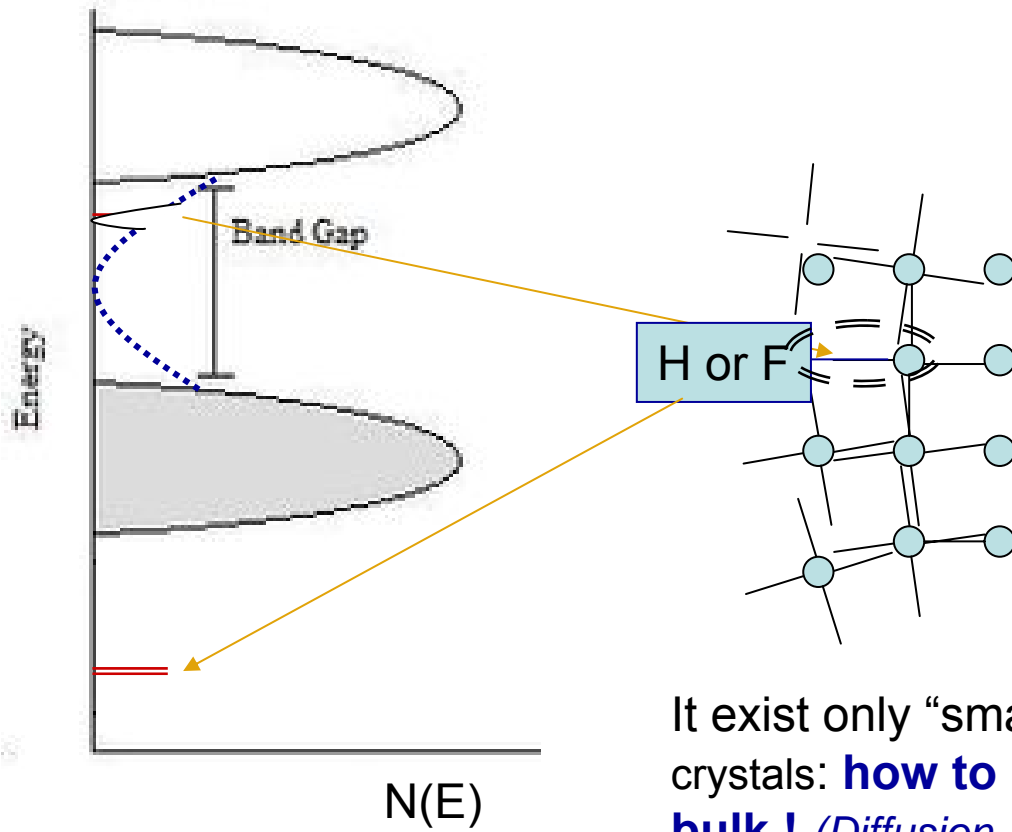
Defektai – nanodariniai kristalai



- Different orientation surface has different properties (e.g., the possibility to migrate of deposited atoms. It is used for single electron devices technology);
- At the surface, due to a break of symmetry, the dangling bonds appear, and as a consequence, the reconstruction and relaxation of surface create the material layer with rather different properties.
- The vacancy has the same dangling bonds and the break of symmetry, only the result is more complicated due to the 3D case.

The dangling bond healing

The passive foreign atom that likes to have filled orbitals: H (s) and F (p) can find the dangling bond and to change its level energy!



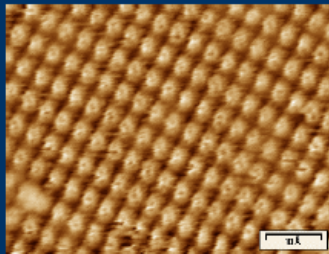
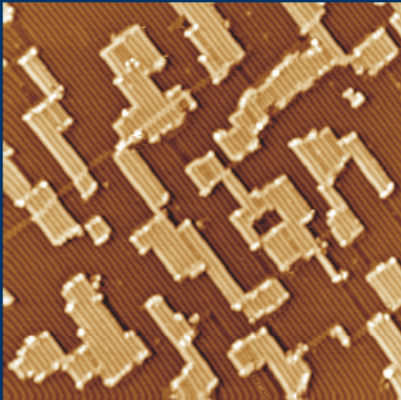
It is demonstrated in a-Si, and this effect has opened the future of a-Si in Solar energy.

It exist only “small” problem, especially in bulk crystals: **how to insert H or F into the sample bulk !** (*Diffusion – thermal treatment in the plasma, implantation*)

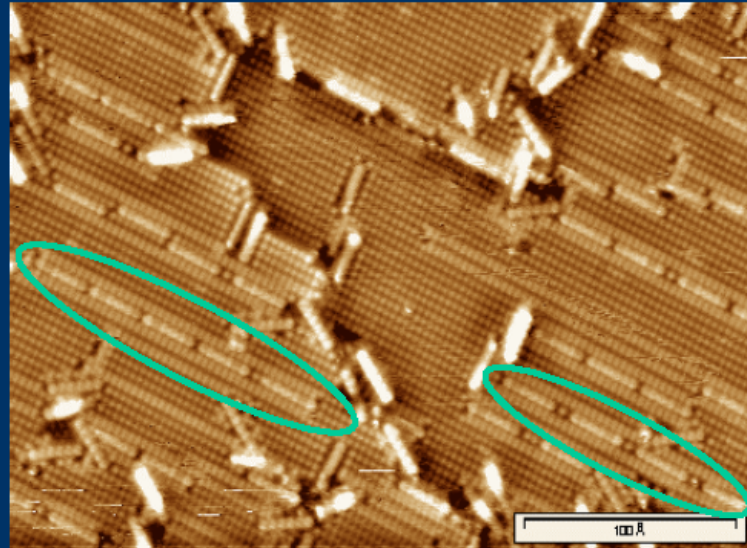
Nanolygmenyje galima valdyti molekulių išsidėstymą

Self-organization of complex molecules on a functionalized Ni surface

Ni (110) 2x1 - oxygen



Hexaphenyl



Kuriasi naujos mokslo ir taikymų sritys

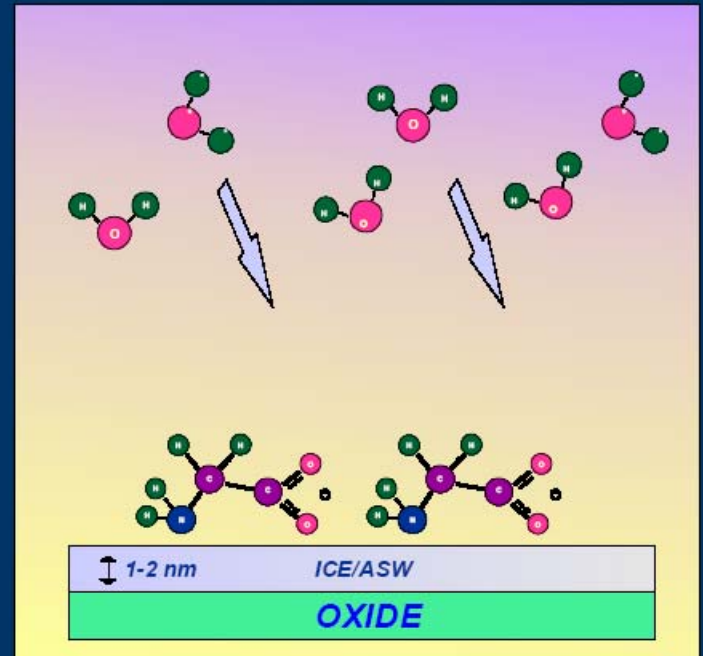
BIOMOLECULES IN ICE NANOLAYERS

*Study of Atomic- and Molecular-Level
Interaction of Amino-acids and
Condensed Water*

“The Surface Science Approach”

Model Study of Relevance for:

- Biocompatibility
- Biosensors Materials
- Immobilisation of Biomolecules
- Environmental Biochemistry
- Atmospheric Chemistry



Sèkmès egzamine !