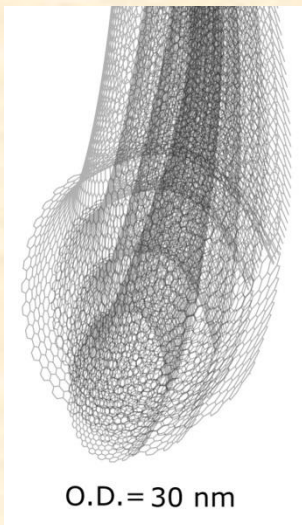




Základy nanomateriálů

Přednášející: doc. Ing. Jakub Siegel, Ph.D.

Ústav inženýrství pevných látek

č. dv.: 359, tel.: 22044 (5159)

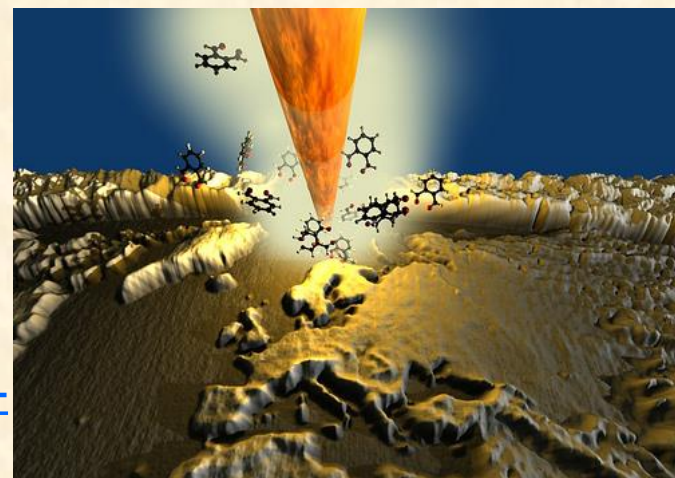
Časová dotace předmětu: 2/0 zk (3 kredity)



Kontrola studia v průběhu semestru: žádná

Forma zkoušky: písemná (14. týden semestru)

<https://ipl.vscht.cz/studium/studijni-materialy/zaklady-nanomaterialu>



Clarivate English Products

Web of Science™ Search Marked List History Alerts Sign In Register

Search > Results for nano* not nano... > Results for nano* not nano2 not nano3 not nanosomia not nanosomie (Title)

1,733,316 results from All Databases for:

Search nano* not nano2 not nano3 not nanosomia not nanosomie (Title) Analyze Results Citation Report Create Alert

Copy query link

Publications You may also like...

Refine results

Search within results for...

Quick Filters

☐ Highly Cited Papers 12,447

☐ Hot Papers 235

☐ Review Articles 52,652

☐ Open Access 281,387

☐ Associated Data 4,152

Publication Years

☐ 2022 18,484

☐ 2021 141,585

☐ 2020 146,285

☐ 2019 149,251

☐ 2018 137,047

See all >

0/1,733,316 Add To Marked List Export

Sort by: Date: newest first 1 of 2,000

☐ 1 Non-isothermal crystallization kinetics and rheological behaviors of PBT/PET blends: effects of PET property and nano-silica content

[Chen, SC; Fu, XH; \(...\); Chen, HZ](#)
Dec 31 2022 | DESIGNED MONOMERS AND POLYMERS 25 (1) , pp.32-46

PBT and PET are subjected to thermal-oxidative degradation and thermomechanical degradation during the process of melt blending, which affect the polymer structure and properties. The effect of feed properties of PET and the addition of modified nanoparticles on blends are a question worthy of discussion. This work describes the melting and thermal stability, the crystallization behavior and non-isothermal crystallization ... [Show more](#)

Links Free Full Text from Publisher ***

31 References

Related records ?

☐ 2 Olive oil and clove oil-based nanoemulsion for topical delivery of terbinafine hydrochloride: in vitro and ex vivo evaluation

[Gul, U; Khan, MI; \(...\); Peltonen, L](#)
Dec 31 2022 | DRUG DELIVERY 29 (1) , pp.600-612

In this article, formulation studies for terbinafine hydrochloride nanoemulsions, prepared by high-energy ultrasonication technique, are described. Pseudo-ternary phase diagram was constructed in order to find out the optimal ratios of oil and surfactant/co-solvent mixture for nanoemulsion production. Clove and olive oils were selected as oil phase. Based on the droplet size evaluation, maximum nanoemulsion region ... [Show more](#)

Links Free Full Text from Publisher ***

48 References

Related records

COMPARISON OF THE DIFFERENT METHODS OF ESTIMATING NANOPLANKTON

By Dorothy Ballantine

From the Plymouth Laboratory

An assessment of the abundance of nanoplankton in the sea cannot be made until a reliable method for counting has been found. The object of the present investigation was to compare the efficiency of a number of methods. The organisms concerned range in size from less than 1 to about 10μ , most being less than 5μ , and belong to the classes Chrysophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae and Chlorophyceae.

The larger planktonic diatoms and armoured the plankton in numbers insufficient to give accurate under comparison, have been omitted. The method gives the best results for these larger forms not suitable for naked nanoplankton, since none discovered which will leave these organisms



Journal of Pharmaceutical Sciences

Volume 68, Issue 11, November 1979, Pages 1443-1447



Research Articles

Distribution and Elimination of Poly(methyl-2-¹⁴C-methacrylate) Nanoparticle Radioactivity after Injection in Rats and Mice

Jörg Kreuter[✉], Ulrich Täuber[‡], Volker Illi[‡]

* School of Pharmacy, Swiss Federal Institute of Technology, CH-8092 Zürich, Clausiusstr. 25, Switzerland

Select	Field: Countries/Regions	Record Count	% of 1,424,366	Bar Chart
☐	PEOPLES R CHINA	283 758	19.922 %	
☐	USA	233 096	16.365 %	
☐	CHINA	143 434	10.070 %	
☐	INDIA	83 266	5.846 %	
☐	JAPAN	67 013	4.705 %	
☐	SOUTH KOREA	64 478	4.527 %	
☐	GERMANY	60 416	4.242 %	
☐	IRAN	53 600	3.763 %	
☐	FRANCE	43 731	3.070 %	
☐	RUSSIA	36 013	2.528 %	
☐	ENGLAND	34 358	2.412 %	
☐	ITALY	30 705	2.156 %	
☐	SPAIN	27 916	1.960 %	
☐	TAIWAN	27 004	1.896 %	
☐	CANADA	24 232	1.701 %	
☐	AUSTRALIA	22 401	1.573 %	
☐	UK	19 753	1.387 %	
☐	SINGAPORE	16 934	1.189 %	
☐	BRAZIL	16 029	1.125 %	
☐	POLAND	13 466	0.945 %	
☐	SAUDI ARABIA	13 456	0.945 %	
☐	SWITZERLAND	12 874	0.904 %	
☐	MALAYSIA	12 841	0.902 %	
☐	TURKEY	11 522	0.809 %	
☐	SWEDEN	11 318	0.795 %	
☐	NETHERLANDS	10 818	0.759 %	
☐	EGYPT	10 679	0.750 %	
☐	BELGIUM	9 221	0.647 %	
☐	MEXICO	7 806	0.548 %	
☐	ISRAEL	7 518	0.528 %	
☐	PAKISTAN	7 435	0.522 %	
☐	UKRAINE	7 405	0.520 %	
☐	CZECH REPUBLIC	7 210	0.506 %	
☐	ROMANIA	6 946	0.488 %	
☐	PORTUGAL	6 936	0.487 %	

31.

66 %

Motivace

WEB OF KNOWLEDGESM



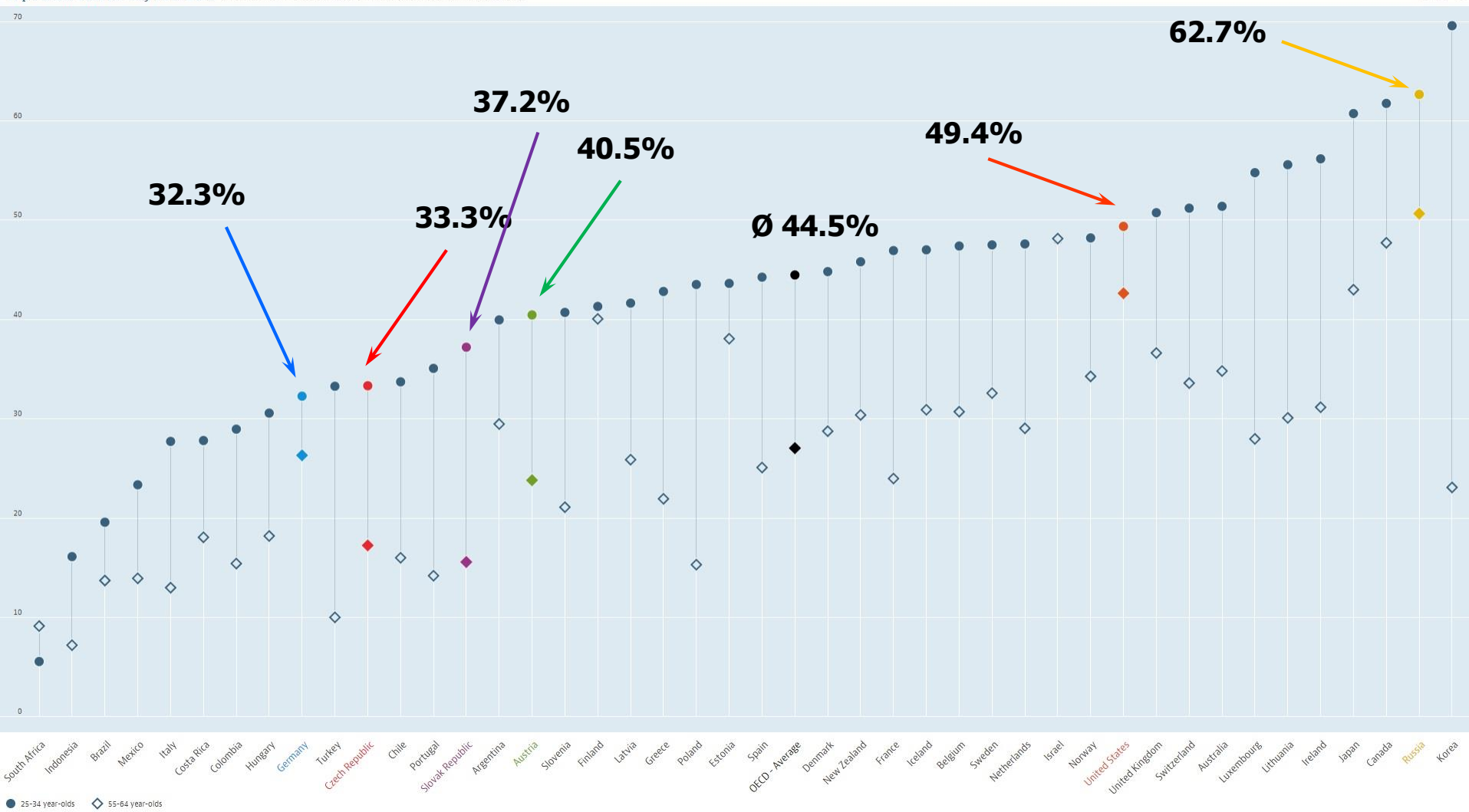
ČR - 31 místo, 7230 publikací (0,506 %),
za Polskem, Švédskem, Tureckem, Ukrajinou ...
před Rakouskem, Finskem, Dánskem, Řeckem,
Maďarskem, Norskem, Slovenskem ...

☐	CZECH REPUBLIC	7 210	0.506 %	
☐	ROMANIA	6 946	0.488 %	
☐	PORTUGAL	6 936	0.487 %	
☐	FINLAND	6 021	0.423 %	
☐	AUSTRIA	5 960	0.418 %	
☐	DENMARK	5 694	0.400 %	
☐	THAILAND	5 411	0.380 %	
☐	GREECE	5 373	0.377 %	
☐	SOUTH AFRICA	4 859	0.341 %	
☐	IRELAND	4 540	0.319 %	
☐	SCOTLAND	4 098	0.288 %	
☐	HUNGARY	3 644	0.256 %	
☐	ARGENTINA	3 551	0.249 %	
☐	VIETNAM	3 029	0.213 %	
☐	BELARUS	2 492	0.175 %	
☐	NORWAY	2 391	0.168 %	
☐	INDONESIA	2 364	0.166 %	
☐	SLOVENIA	2 248	0.158 %	

(226 Countries/Regions value(s) outside display options.)
(336266 records (23.608%) do not contain data in the field being analyzed.)

Polulace s dosaženým terciálním vzděláním

Population with tertiary education 25-34 year-olds / 55-64 year-olds, % in same age group, 2018 or latest available



Education spending Tertiary, US dollars/student, 2018 or latest available

Source: Education at a glance: Educational finance indicators

Show:

Chart

Map

Table

fullscreen

share

download

My pinboard

50k

45k

40k

35k

30k

25k

20k

15k

10k

5k

0k

V pořadí zemí 5. místo

V pořadí zemí 67. místo

Czech Republic 2018
Tertiary
16 148
US dollars/student

V pořadí zemí 35. místo

● Tertiary

Colombia Greece Mexico Chile Russia Lithuania Turkey Latvia Poland Korea Portugal Slovak Republic Italy Israel Hungary Spain Slovenia Iceland Czech Republic OECD - Average Ireland France Estonia New Zealand Finland Japan Germany Denmark Austria Belgium Australia Netherlands Canada Norway Sweden United Kingdom United States Luxembourg

Podíl na výzkumu dle institucí

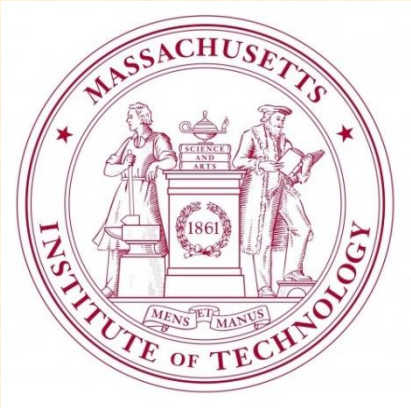
Select	Field: Institutions	Record Count	% of 1,425,031	Bar Chart
☒	CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	52 458	3.681 %	■
☒	CHINESE ACAD SCI	36 698	2.575 %	■
☒	CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS	28 808	2.022 %	■
☐	UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY DOE	22 056	1.548 %	■
☐	UNIVERSITY OF CALIFORNIA SYSTEM	21 055	1.478 %	■
☒	RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES	20 116	1.412 %	■
☐	INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY SYSTEM IIT SYSTEM	14 821	1.040 %	■
☐	ISLAMIC AZAD UNIVERSITY	12 225	0.858 %	■
☒	RUSSIAN ACAD SCI	11 129	0.781 %	■
☐	UNIVERSITY OF CHINESE ACADEMY OF SCIENCES CAS	10 664	0.748 %	■
☐	COUNCIL OF SCIENTIFIC INDUSTRIAL RESEARCH CSIR INDIA	10 161	0.713 %	■
☐	TSINGHUA UNIVERSITY	10 091	0.708 %	■
☐	CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE CNR	9 485	0.666 %	■
☐	HELMHOLTZ ASSOCIATION	9 293	0.652 %	■
☐	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS CSIC	9 136	0.641 %	■
☐	ISLAMIC AZAD UNIV	8 864	0.622 %	■
☐	UNIVERSITY OF TEXAS SYSTEM	8 833	0.620 %	■
☐	MAX PLANCK SOCIETY	8 556	0.600 %	■
☐	ZHEJIANG UNIVERSITY	8 207	0.576 %	■
☐	UNIVERSITY OF SCIENCE TECHNOLOGY OF CHINA	8 018	0.563 %	■
☐	NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY	7 896	0.554 %	■
☐	NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY NATIONAL INSTITUTE OF EDUCATION NIE SINGAPORE	7 891	0.554 %	■
☐	UNIVERSITY SYSTEM OF GEORGIA	7 713	0.541 %	■
☐	JILIN UNIVERSITY	7 642	0.536 %	■
☒	CNRS INSTITUTE OF CHEMISTRY INC	7 492	0.526 %	■

6.26%

2.19%



☐	NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE	7 447	0.523 %	
☐	PEKING UNIVERSITY	7 325	0.514 %	
☐	TSINGHUA UNIV	7 241	0.508 %	
☐	NANJING UNIVERSITY	7 197	0.505 %	
☒	STATE UNIVERSITY SYSTEM OF FLORIDA	30. 7 042	0.494 %	
☐	UNIV SCI TECHNOL CHINA	6 938	0.487 %	
☐	UNIVERSITE PARIS SACLAY	6 903	0.484 %	
☐	INDIAN INST TECHNOL	6 875	0.482 %	
☐	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	6 861	0.481 %	
☒	SEOUL NATIONAL UNIVERSITY SNU	35. 6 757	0.474 %	
☐	ZHEJIANG UNIV	6 747	0.473 %	
☒	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY MIT	37. 6 630	0.465 %	
☐	JILIN UNIV	6 627	0.465 %	
☐	NANYANG TECHNOL UNIV	6 471	0.454 %	
☐	NANJING UNIV	6 267	0.440 %	
☐	GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	6 239	0.438 %	
☐	PENNSYLVANIA COMMONWEALTH SYSTEM OF HIGHER EDUCATION PCSHE	6 211	0.436 %	
☐	NATL UNIV SINGAPORE	6 201	0.435 %	
☐	UNIV CHINESE ACAD SCI	6 109	0.429 %	
☐	PEKING UNIV	5 980	0.420 %	
☐	CNRS	5 825	0.409 %	
☒	UNIVERSITY OF CALIFORNIA BERKELEY	47. 5 824	0.409 %	
☐	NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE TECHNOLOGY AIIST	5 751	0.404 %	
☐	TOHOKU UNIVERSITY	5 735	0.402 %	
☐	HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	5 713	0.401 %	



140. Polish Academy of Science

156. University of Cambridge

158. Czech Academy of Science

167. Karlsruhe Institute of Technology

181. University of Oxford

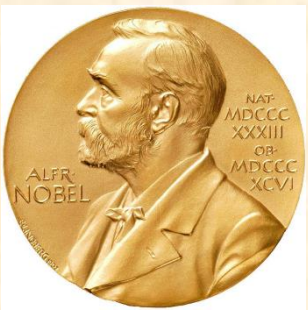
627. Charles University Prague

1 320. University of Chemistry and
Technology Prague





- největší evropská výzkumná a vývojová instituce se sídlem v Paříži
- 11600 vědeckých pracovníků (26 000)
- rozpočet v roce 2014 činil 2,2 miliardy EUR
- vlastníkem velkého množství patentů a licencí
- licence na vakcínu proti Hepatitidě B
- licence na „Diagnose-Kits“ proti viru HIV
- nositelem 6 Nobelových cen v oblasti fyziky, chemie a ekonomie



- Nobelova cena za fyziku
 - 1970 : Louis Néel
 - 1991 : Pierre-Gilles de Gennes
 - 1992 : Georges Charpak
 - 1997 : Claude Cohen-Tannoudji
- Nobelova cena za chemii
 - 1987 : Jean-Marie Lehn
- Nobelova cena za ekonomii
 - 1988 : Maurice Allais

Select	Field: Institutions	Record Count	% of 1,425,031	Bar Chart
☐	CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	52 458	3.681 %	■
☐	CHINESE ACAD SCI	36 698	2.575 %	■
2. ☒	CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS	28 808	2.022 %	■

Publikované výsledky - roky

Select	Field: Publication Years	Record Count	% of 1,425,031	Bar Chart
☐	2020	16 924	1.188 %	
☐	2019	139 565	9.794 %	■
☐	2018	135 516	9.510 %	■
☐	2017	129 579	9.093 %	■
☐	2016	119 625	8.395 %	■
☐	2015	111 230	7.805 %	■
☐	2014	101 336	7.111 %	■
☐	2013	92 703	6.505 %	■
☐	2012	84 683	5.943 %	■
☐	2011	75 690	5.311 %	■
☐	2010	66 604	4.674 %	■
☐	2009	60 479	4.244 %	■
☐	2008	54 183	3.802 %	■
☐	2007	47 164	3.310 %	■
☐	2006	39 895	2.800 %	■
☐	2005	33 955	2.383 %	■
☐	2004	26 608	1.867 %	■
☐	2003	21 167	1.485 %	■
☐	2002	15 908	1.116 %	■
☐	2001	11 017	0.773 %	■
☐	2000	8 010	0.562 %	■

75 %



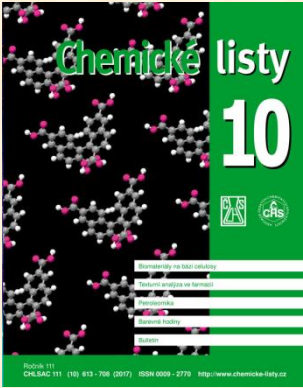
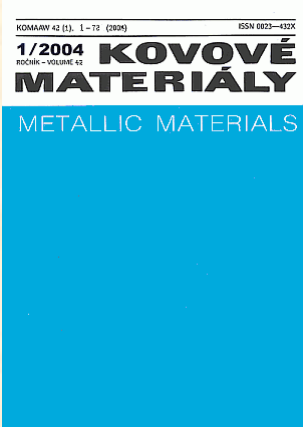
75 % veškerého výzkumu z oblasti nanotechnologií bylo od roku 1958 publikováno za posledních 10 let

Select	Field: Languages	Record Count	% of 1,425,031	Bar Chart
☐	ENGLISH	1 393 939	97.818 %	
☐	CHINESE	13 084	0.918 %	
☐	RUSSIAN	10 031	0.704 %	
☐	KOREAN	5 793	0.407 %	
☐	UNSPECIFIED	2 932	0.206 %	
☐	JAPANESE	1 121	0.079 %	
☐	GERMAN	960	0.067 %	
☐	SPANISH	833	0.058 %	
☐	FRENCH	700	0.049 %	
☐	PORTUGUESE	564	0.040 %	
☐	POLISH	377	0.026 %	
☐	UKRAINIAN	373	0.026 %	
13. ☐	CZECH	110	0.008 %	
☐	TURKISH	95	0.007 %	
☐	ITALIAN	63	0.004 %	
☐	CROATIAN	43	0.003 %	
☐	MALAY	37	0.003 %	
☐	PERSIAN	36	0.003 %	
☐	HUNGARIAN	28	0.002 %	
☐	SERBIAN	20	0.001 %	
☐	SERBO CROATIAN	18	0.001 %	
☐	SLOVAK	18	0.001 %	
☐	ARABIC	14	0.001 %	

WEB OF KNOWLEDGESM



THOMSON REUTERS

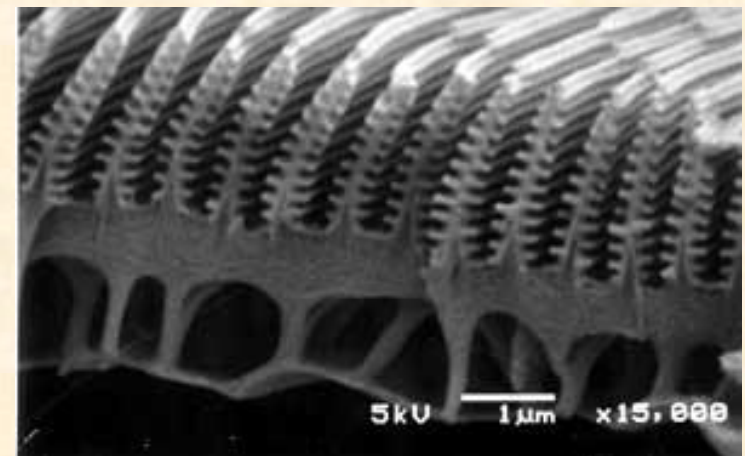
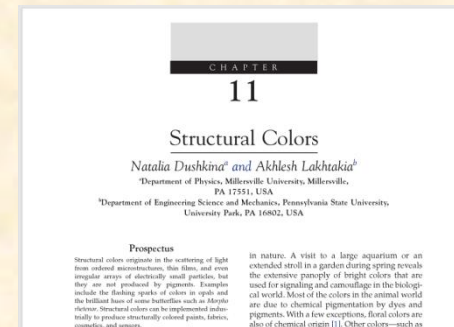
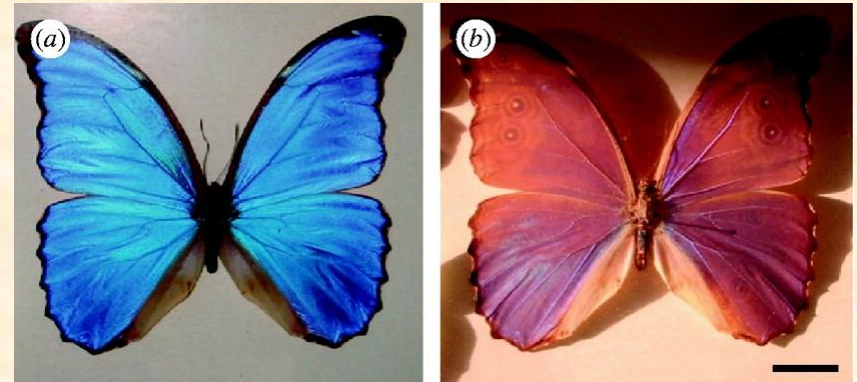


Nanostruktury v přírodě



Morpho cypris

Morpho didius



Physics of structural colors

S Kinoshita, S Yoshioka and J Miyazaki

Nanostruktury v přírodě

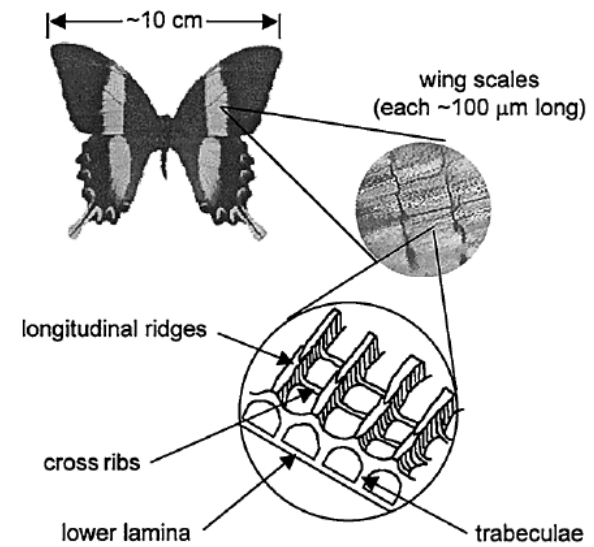
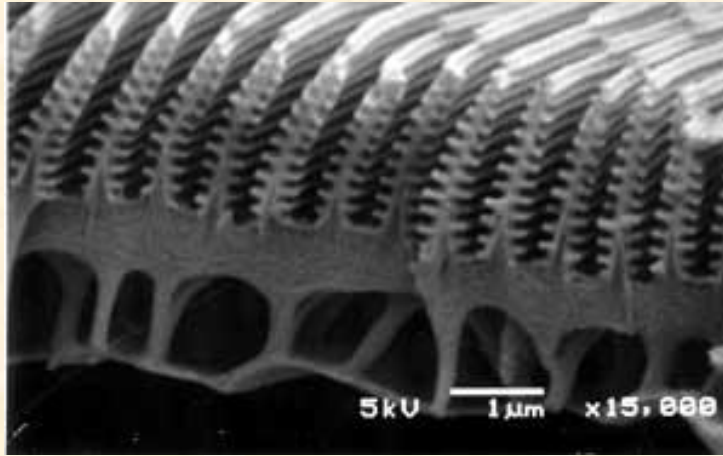
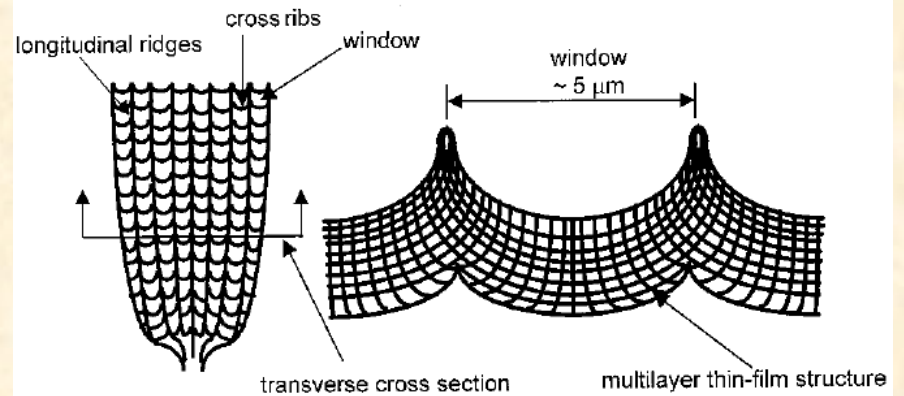
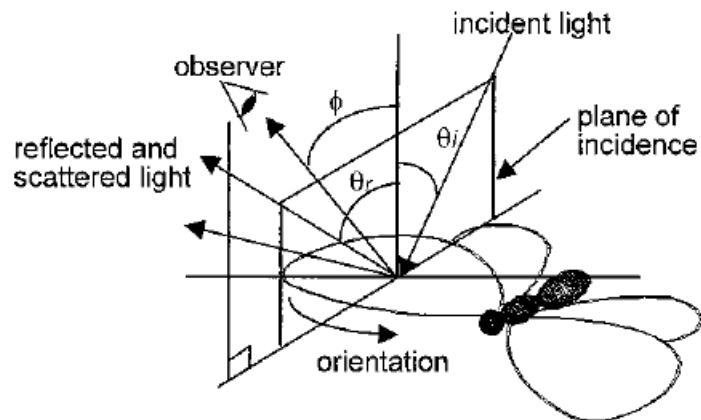


Fig. 2. General architecture of a butterfly scale.





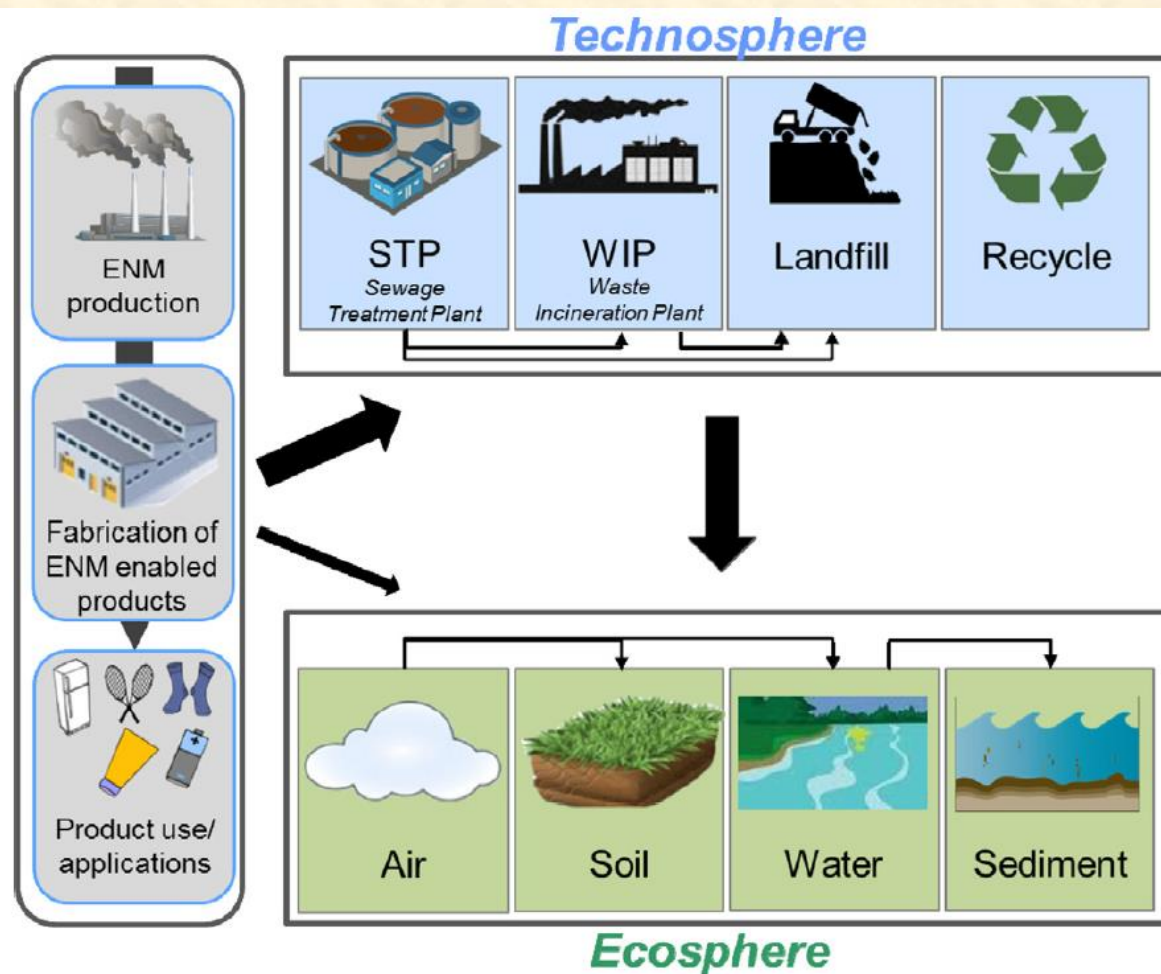
NANO Silver



Toxicita nanočástic (nanomateriálů)

- Vyrůstající produkce nanomateriálů a jejich nové aplikace vedou k zvýšené emisi a kontaminaci životního prostředí (vzduch, voda, půda).
- Výzkum v oblasti nano-toxicity (nano-bezpečnosti) dlouhou dobu zaostává za vývojem nových nanomateriálů a nanotechnologií. První studie o TiO_2 na počátku 90-tých let (G. Oberdörste, J. Ferin).
- Vzniká specifická legislativa, vyvíjí se jednotná metodika testování. EU-Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR): Risk Assessment of Products of Nanotechnologies (2009) (http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_023.pdf).
- Testy *in-vitro* a *in-vivo*, zjištěné akutní toxické účinky (cytotoxicita, zvýšená produkce volných radikálů a ROS, genotoxicita...)
- U pokusných zvířat poškozeny vnitřní orgány (plíce, játra, ledviny, slezina)

Kontaminace životního prostředí (ENM)



Environmental Pollution 185 (2014) 69–76

Contents lists available at [ScienceDirect](http://www.sciencedirect.com)

Environmental Pollution

journal homepage: www.elsevier.com/locate/envpol



Comprehensive probabilistic modelling of environmental emissions of engineered nanomaterials

Tian Yin Sun^{a,b}, Fadri Gottschalk^{a,c}, Konrad Hungerbühler^b, Bernd Nowack^{a,*}

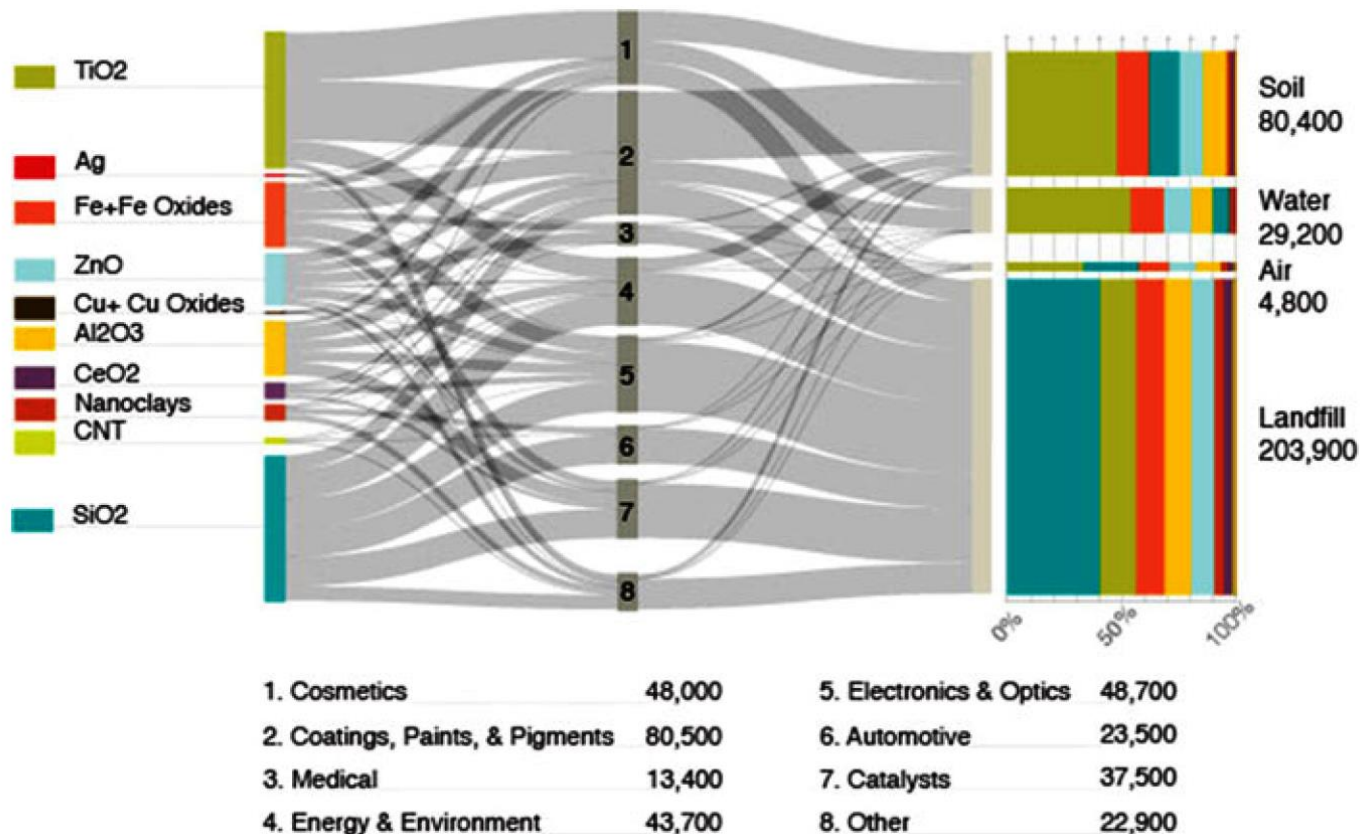
^aEmpa – Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, Technology and Society Laboratory, Lerchenfeldstrasse 5, CH-9014 St. Gallen, Switzerland

^bInstitute for Chemical and Bioengineering, ETH Zürich, CH-8093 Zürich, Switzerland

^cETSS, CH-7558 Strada, Switzerland



Produkce průmyslových nanomateriálů (ENM)



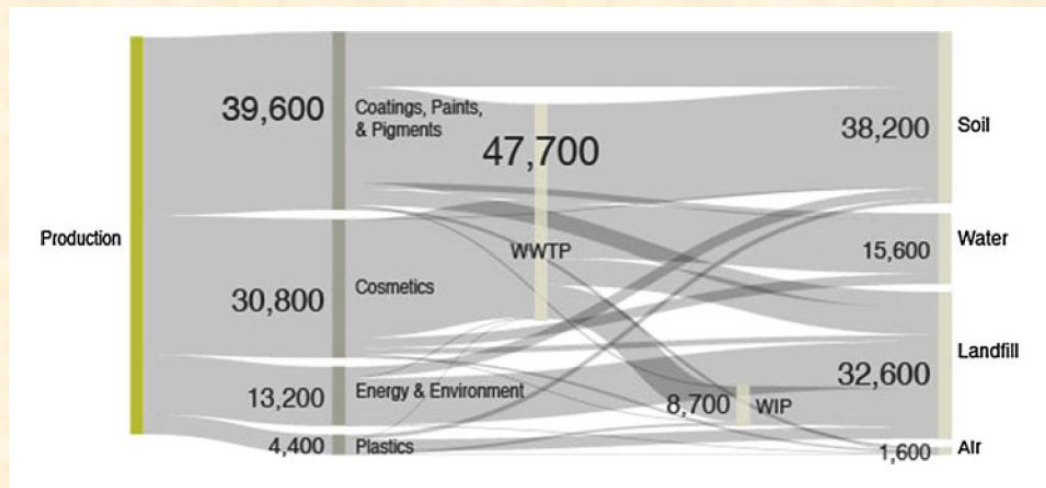
J Nanopart Res (2013) 15:1692
DOI 10.1007/s11051-013-1692-4

PERSPECTIVES

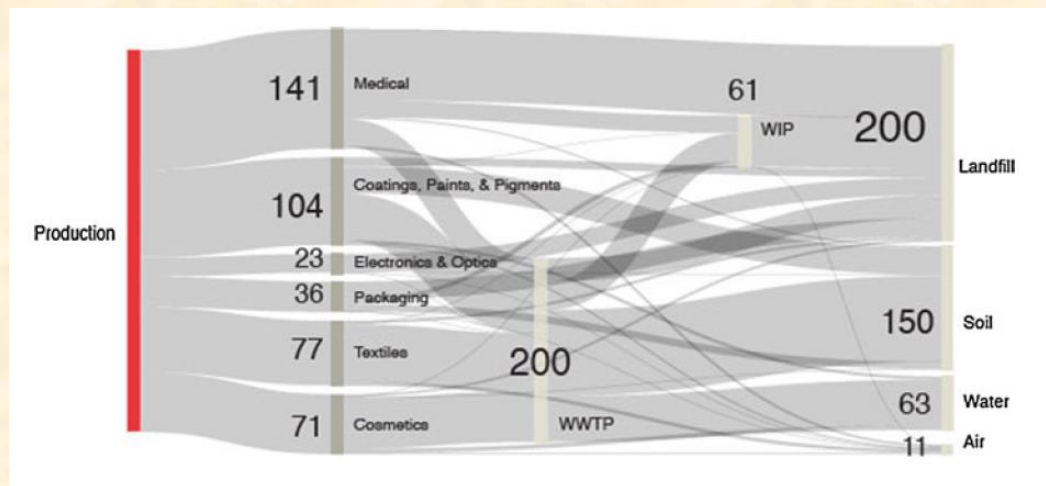
Global life cycle releases of engineered nanomaterials

Arturo A. Keller · Suzanne McFerran ·
Anastasiya Lazareva · Sangwon Suh

Produkce průmyslových nanomateriálů (ENM)



TiO₂

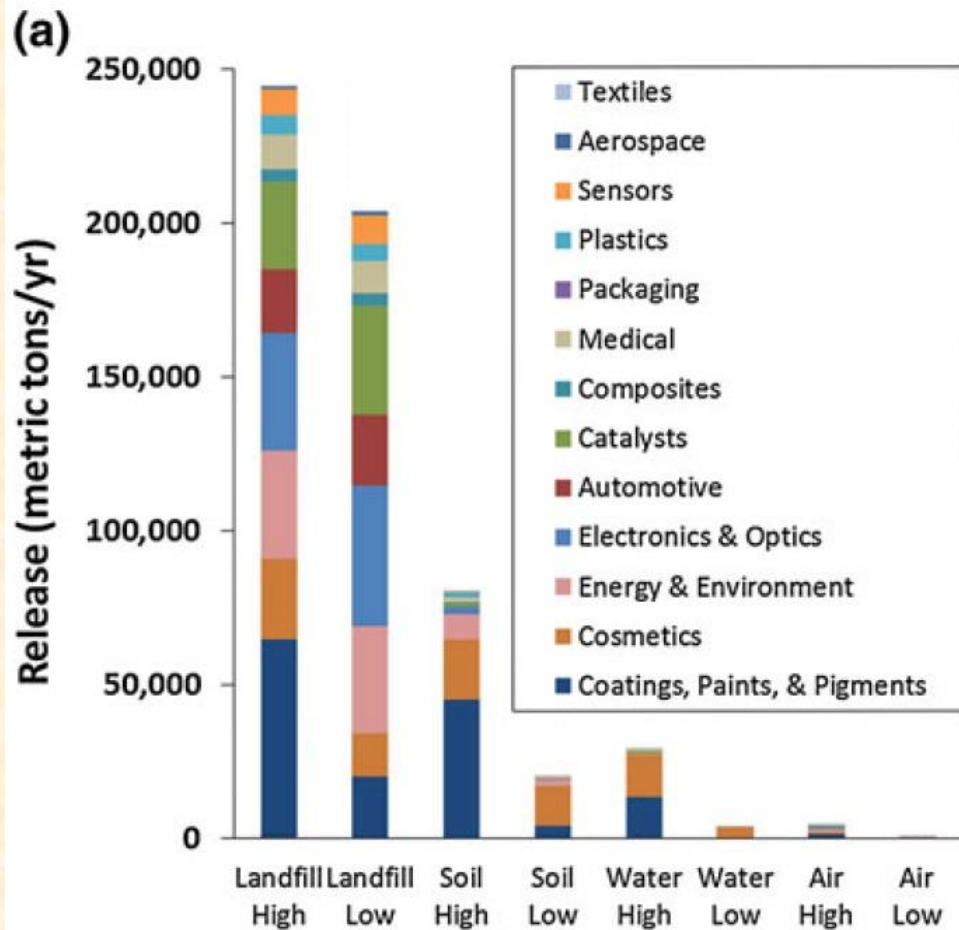


Ag

Global life cycle releases of engineered nanomaterials

Arturo A. Keller · Suzanne McFerran ·
Anastasiya Lazareva · Sangwon Suh

Produkce průmyslových nanomateriálů (ENM)



s (2013) 15:1692
DOI 10.1007/s11051-013-1692-4

PERSPECTIVES

Global life cycle releases of engineered nanomaterials

Arturo A. Keller · Suzanne McFerran ·
Anastasiya Lazareva · Sangwon Suh



Short review (expert opinion)

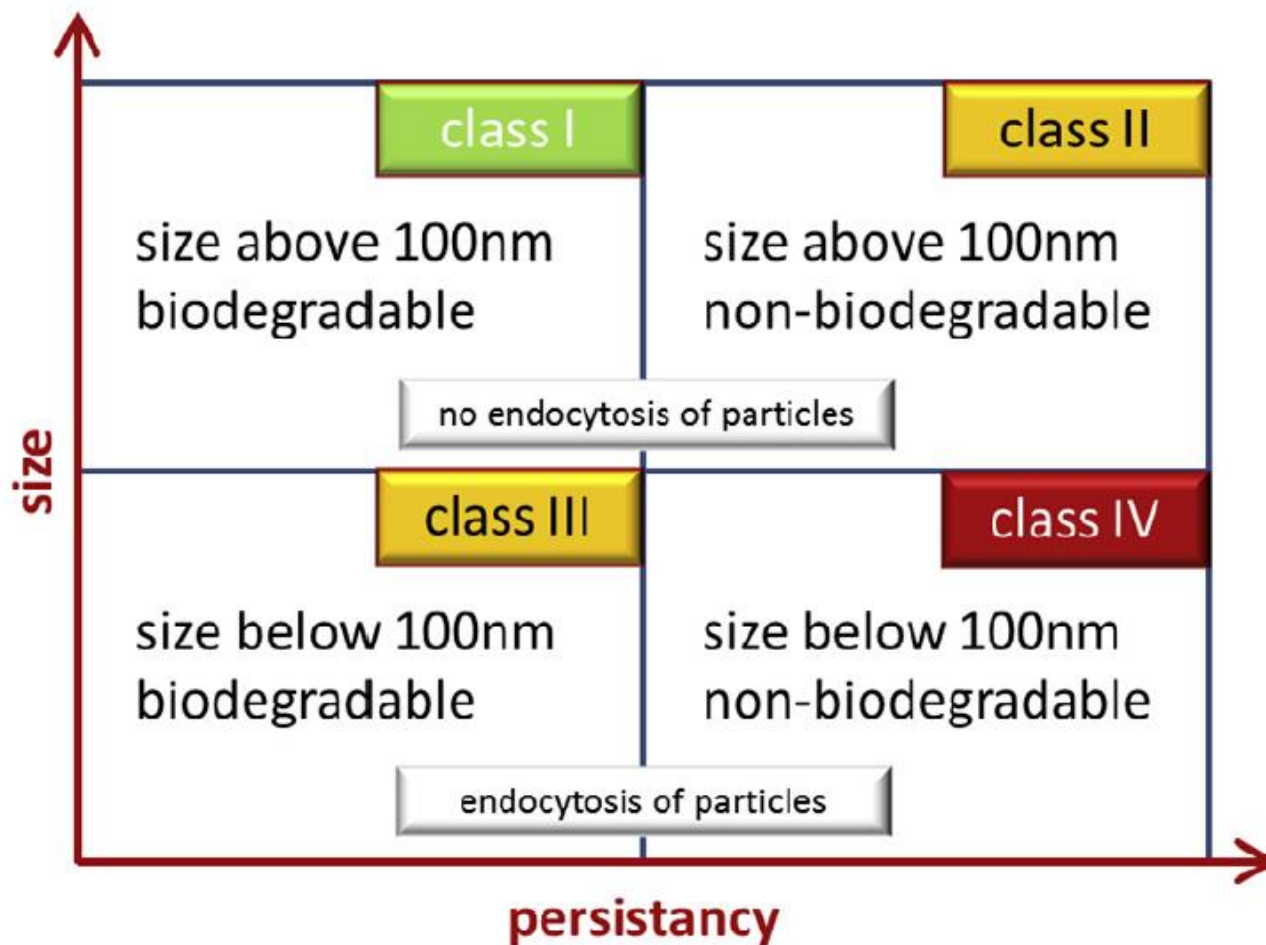
Nanotoxicological classification system (NCS) – A guide for the risk-benefit assessment of nanoparticulate drug delivery systems

Cornelia M. Keck^{a,b,*}, Rainer H. Müller^a^a Department of Pharmaceutics, Biopharmaceutics & NanoCosmetics, Freie Universität Berlin, Berlin, Germany^b University of Applied Sciences Kaiserslautern, Applied Pharmacy, Pirmasens, Germany

Toxikologická klasifikace ENM

suggestion of a

Nanotoxicological classification system (NCS)



Toxikologická klasifikace ENM

European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics 78 (2011) 1–9

Contents lists available at ScienceDirect

European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ejpb

Review article

State of the art of nanocrystals – Special features, production, nanotoxicology aspects and intracellular delivery

Rainer H. Müller^a, Sven Gohla^b, Cornelia M. Keck^{a,c,d,*}

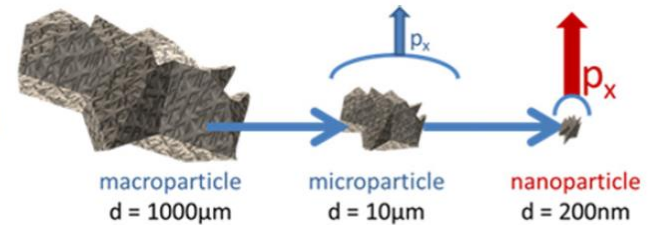
^aDepartment of Pharmaceutics, Biopharmaceutics & NutriCosmetics, Freie Universität Berlin, Berlin, Germany

^bLa Prairie Group, Volkenswil, Switzerland

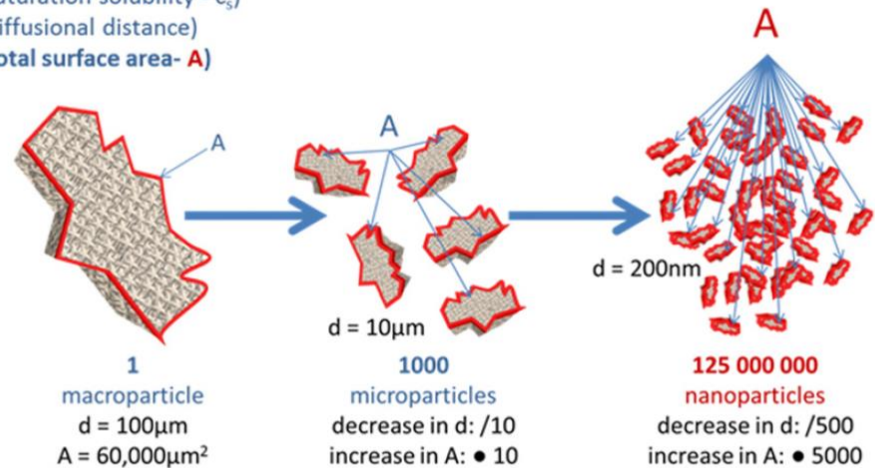
^cDepartment of Applied Logistics and Polymer Sciences, University of Applied Sciences Kaiserslautern, Pirmasens, Germany

^dInstitute of Biosciences (IBS), University Putra Malaysia (UPM), Serdang-Kuala Lumpur, Malaysia

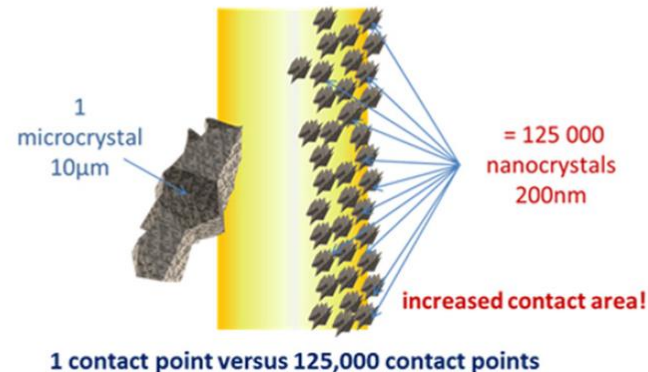
1. saturation solubility c_s :
 $= f(\text{size} - d)$
 $= f(\text{curvature})$
 $= f(\text{dissolution pressure} - p_x)$



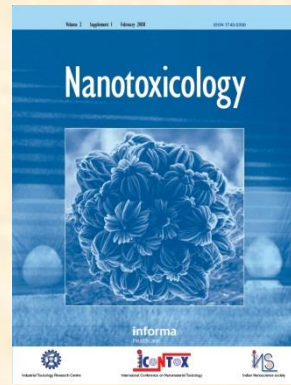
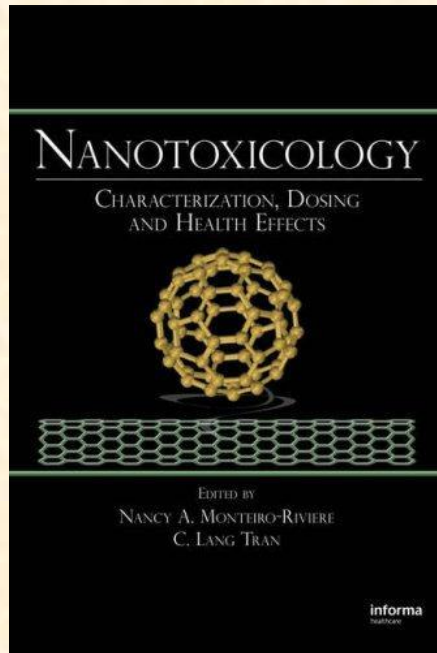
2. dissolution velocity dc/dt :
 $= f(\text{saturation solubility} - c_s)$
 $= f(\text{diffusional distance})$
 $= f(\text{total surface area} - A)$



3. adhesiveness:
 $= f(\text{size})$
 $= f(\text{contact area})$

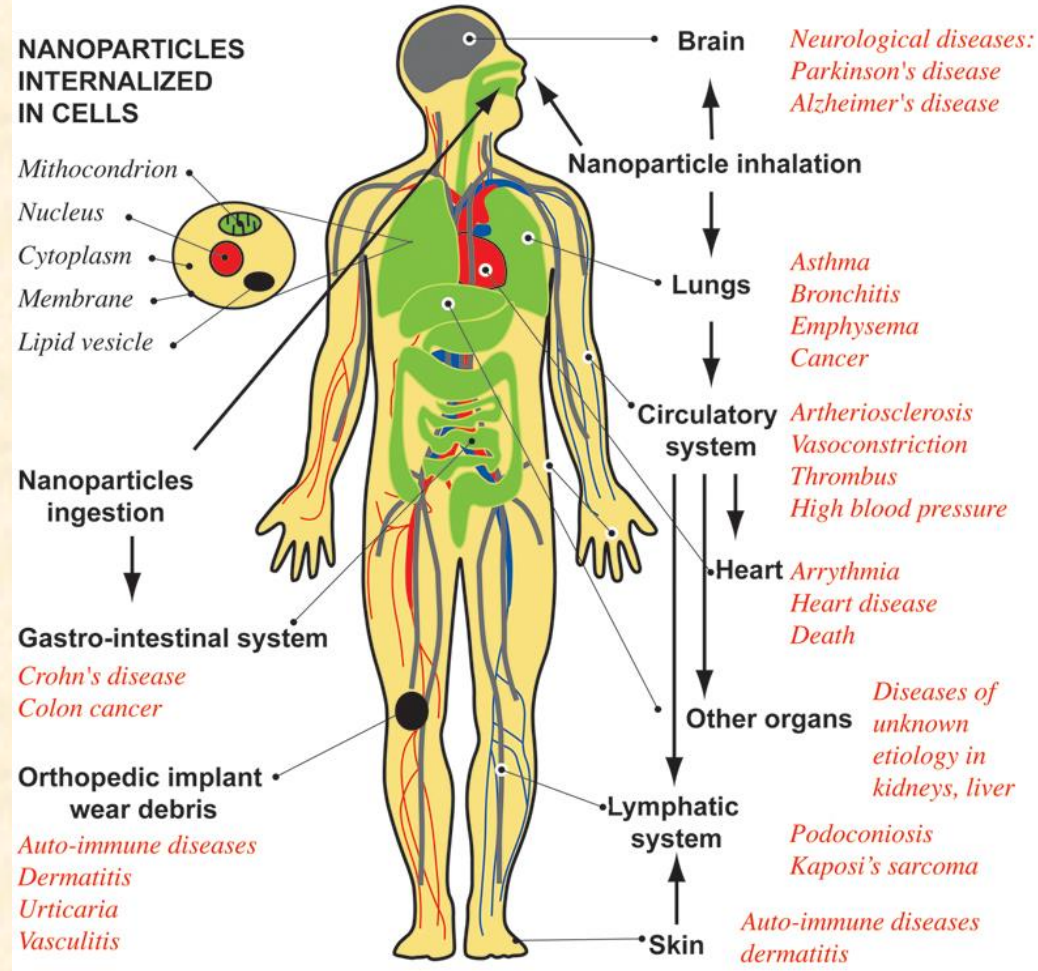


Je to bezpečné ?



DISEASES ASSOCIATED TO NANOPARTICLE EXPOSURE

C. Buzea, I. Pacheco, & K. Robbie, *Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity*, Biointerphases 2 (2007) MR17-MR71



Cytotoxicita
toxický účinek na buňky

Oxidační stress
zvýšená tvorba radikálů
obsahujících kyslík (ROS)

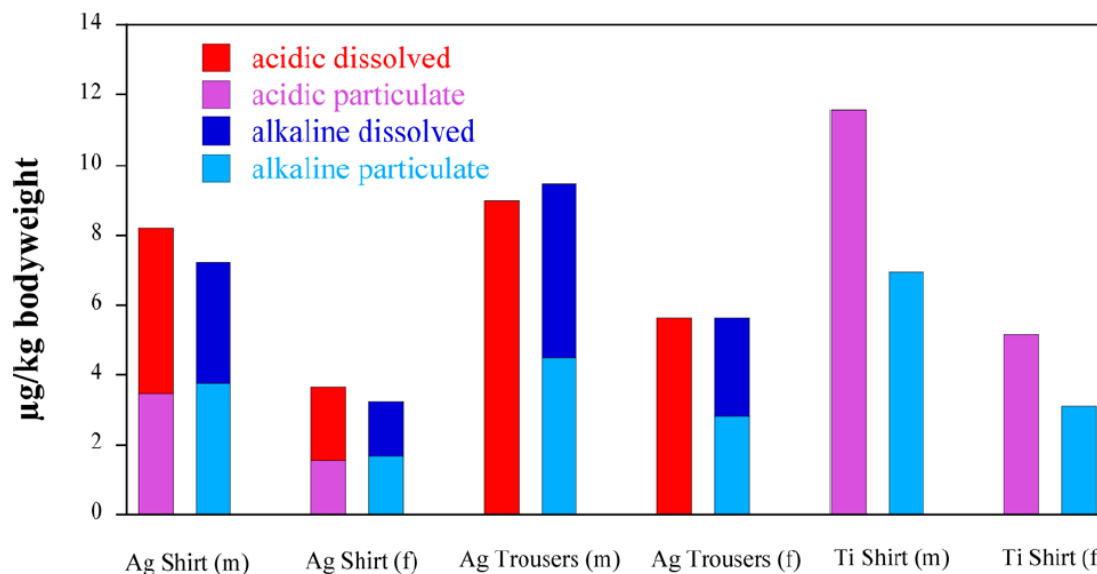
<http://en.wikipedia.org/wiki/Nanotoxicology>

Je to bezpečné ?

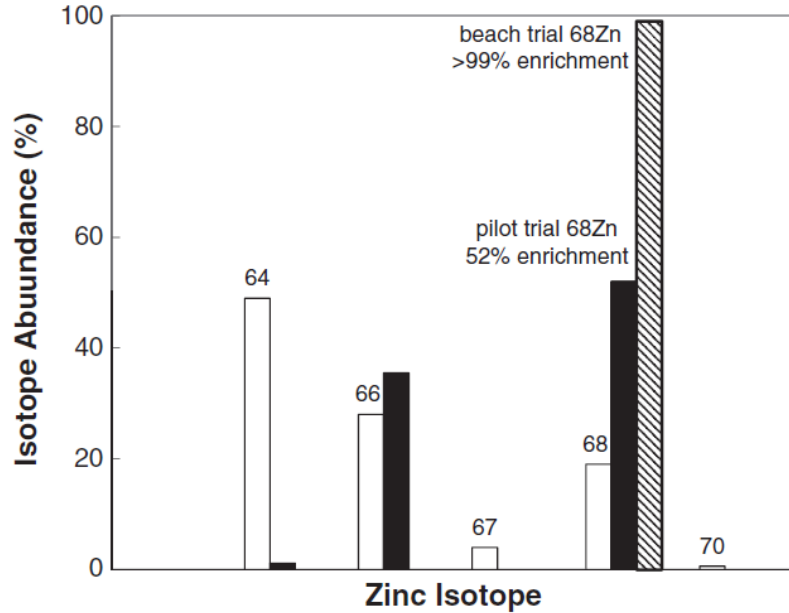


Table 1. Description of the Functional Textiles Investigated in this Study^a

no.	type	product identity		product parameters		
		composition of fabric	product labeling	mass of textile (g)	Ag content (mg Ag/kg textile)	Ti content (mg Ti/kg textile)
1	socks	41% polypropylene, 31% polyamide, 18% cotton, 10% wool	“silver integrated in polyamide fiber”	42 (pair)	18 ± 2	
2	shirt	83% polyester, 17% wool	Ag-NP ^b	89/64 ^c	183 ± 10	2153 ± 35
3	shirt	100% polyester	“silver ions”	71	45 ± 8	
4	trousers	93% polyamide, 7% elastane	AgCl-NP (200–400 nm) ^b	345/300 ^c	41 ± 0	
5	shirt	80% polyamide, 20% polyester	contains nano-TiO ₂ ^b	203		7149 ± 725
6	pants (children)	82% polyamide, 18% lycra	contains nano-TiO ₂ ^b	68		6772 ± 112
7	long sleeved shirt	46% Lenzing ModalSun (cellulose), 46% cotton, 8% elastane	contains TiO ₂ (incorporated sunblocker)	176		2983 ± 11
8	long sleeved shirt (children)	91% polyamide, 9% elastane	contains TiO ₂	187		8543 ± 32
9	long sleeved shirt (children)	53% polyester, 47% polybutylene terephthalate, PBT	contains TiO ₂	183		4482 ± 98



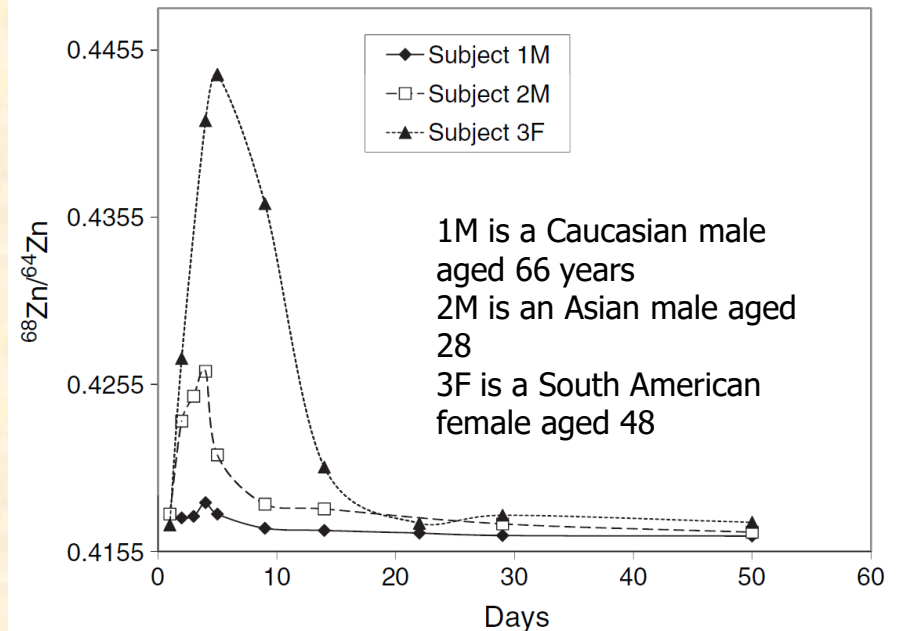
Je to bezpečné ?



NP-ZnO (1 μm)
 ^{68}Zn 18,8 % $\rightarrow$ 52 %
18 hm.% ZnO v krému



5 dní (ráno a v poledne) 2-3 g krému
zjišťován poměr $^{68}\text{Zn}/^{64}\text{Zn}$ v krvi a moči



Science of the Total Environment 420 (2012) 313–318

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

ELSEVIER

Comparison of dermal absorption of zinc from different sunscreen formulations and differing UV exposure based on stable isotope tracing

Brian Gulson ^{a,b,*}, Herbert Wong ^a, Michael Korsch ^b, Laura Gomez ^a, Philip Casey ^c, Maxine McCall ^d, Malcolm McCulloch ^e, Julie Trotter ^e, Jenny Stauber ^f, Gavin Greenoak ^g

^a Graduate School of the Environment, Macquarie University, North Ryde NSW 2109, Australia
^b CSIRO Earth Science and Resource Engineering, North Ryde NSW 2113, Australia
^c CSIRO Materials Science and Engineering, Clayton VIC 3168, Australia
^d CSIRO Food and Nutritional Sciences, North Ryde NSW 2113, Australia
^e Research School of Earth Sciences, Australian National University, Canberra ACT 2601, Australia
^f CSIRO Land and Water, Lucas Heights, Menai, NSW, 2232, Australia
^g Australian Photobiology Testing Facility, Sydney University, NSW 2006, Australia

Je to bezpečné ?

Chem. Res. Toxicol. **2008**, *21*, 1726–1732

Copper Oxide Nanoparticles Are Highly Toxic: A Comparison between Metal Oxide Nanoparticles and Carbon Nanotubes

Hanna L. Karlsson, Pontus Cronholm, Johanna Gustafsson, and Lennart Möller*

Unit for Analytical Toxicology, Department of Biosciences and Nutrition at Novum, Karolinska Institutet, SE-141 57 Huddinge, Stockholm, Sweden

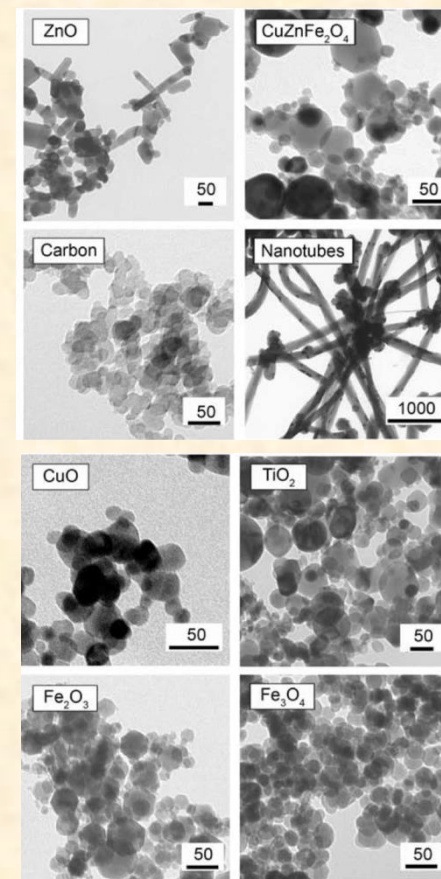
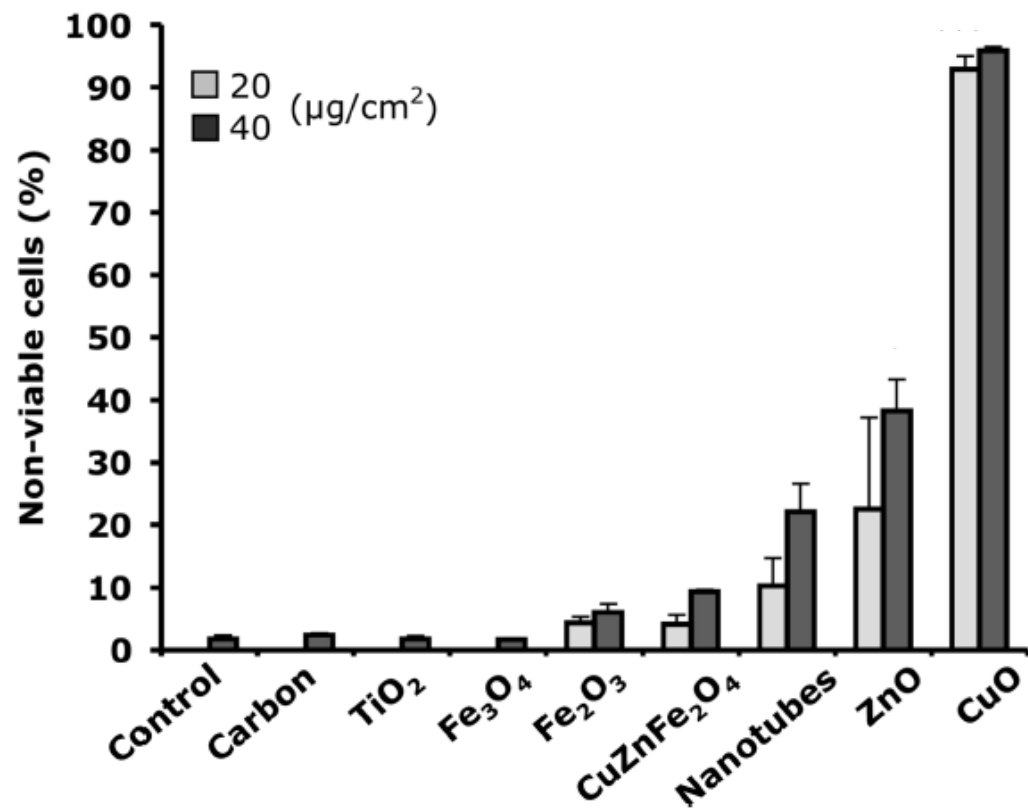
buňky plicního epitelu

18 hod expozice 40 a 80 $\mu\text{g/mL}$

separace buněk

identifikace mrtvých buněk (trypan blue)

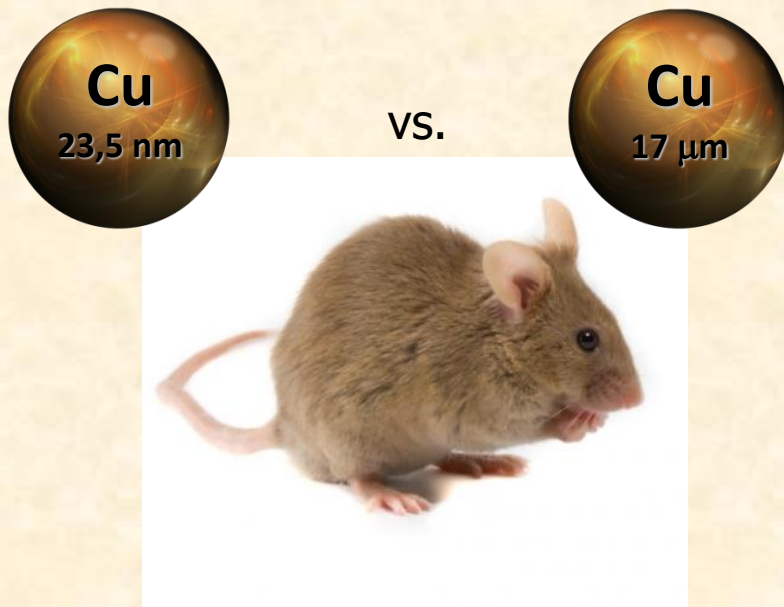
sodná sůl toluidin-diazo-diaminonaftoldisulfonové kyseliny



Advanced Review

Metal-based nanoparticles and their toxicity assessment

Amanda M. Schrand,¹ Mohammad F. Rahman,² Saber M. Hussain,¹ John J. Schlager,¹ David A. Smith¹ and Ali F. Syed^{2*}



LD₅₀

413 mg/kg (nano) – jako Cu²⁺
>5000 mg/kg (mikro)

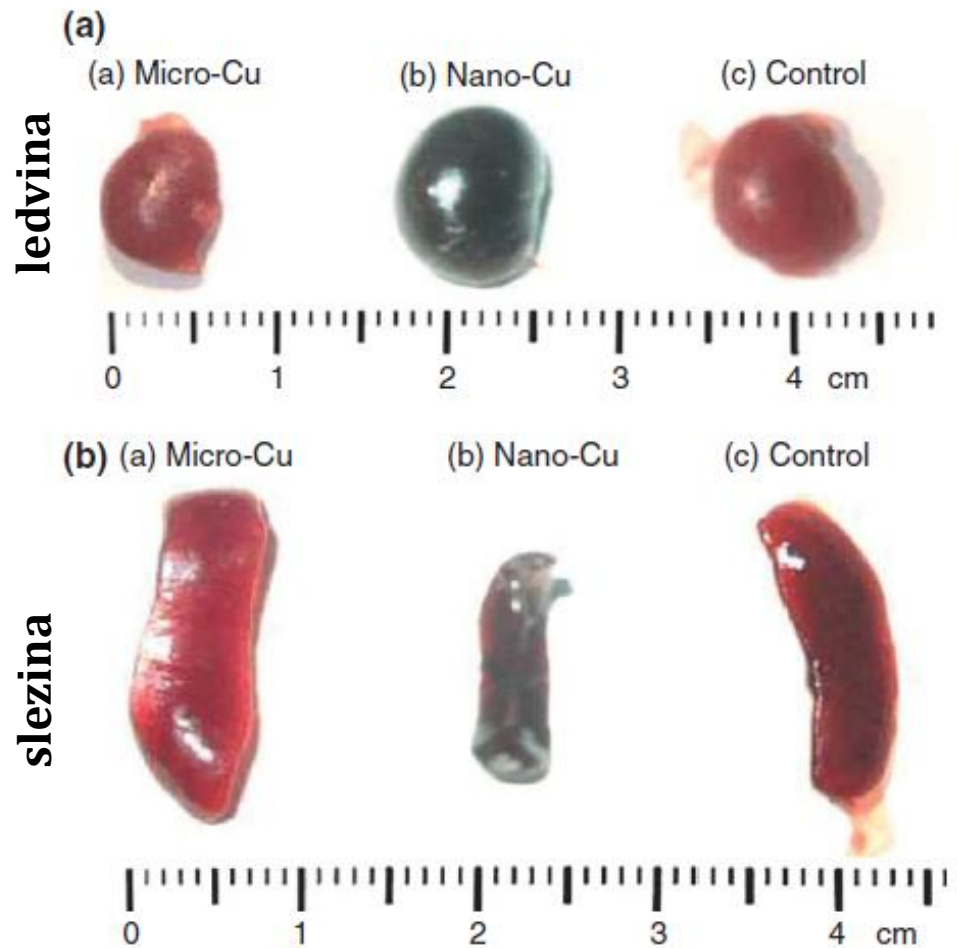
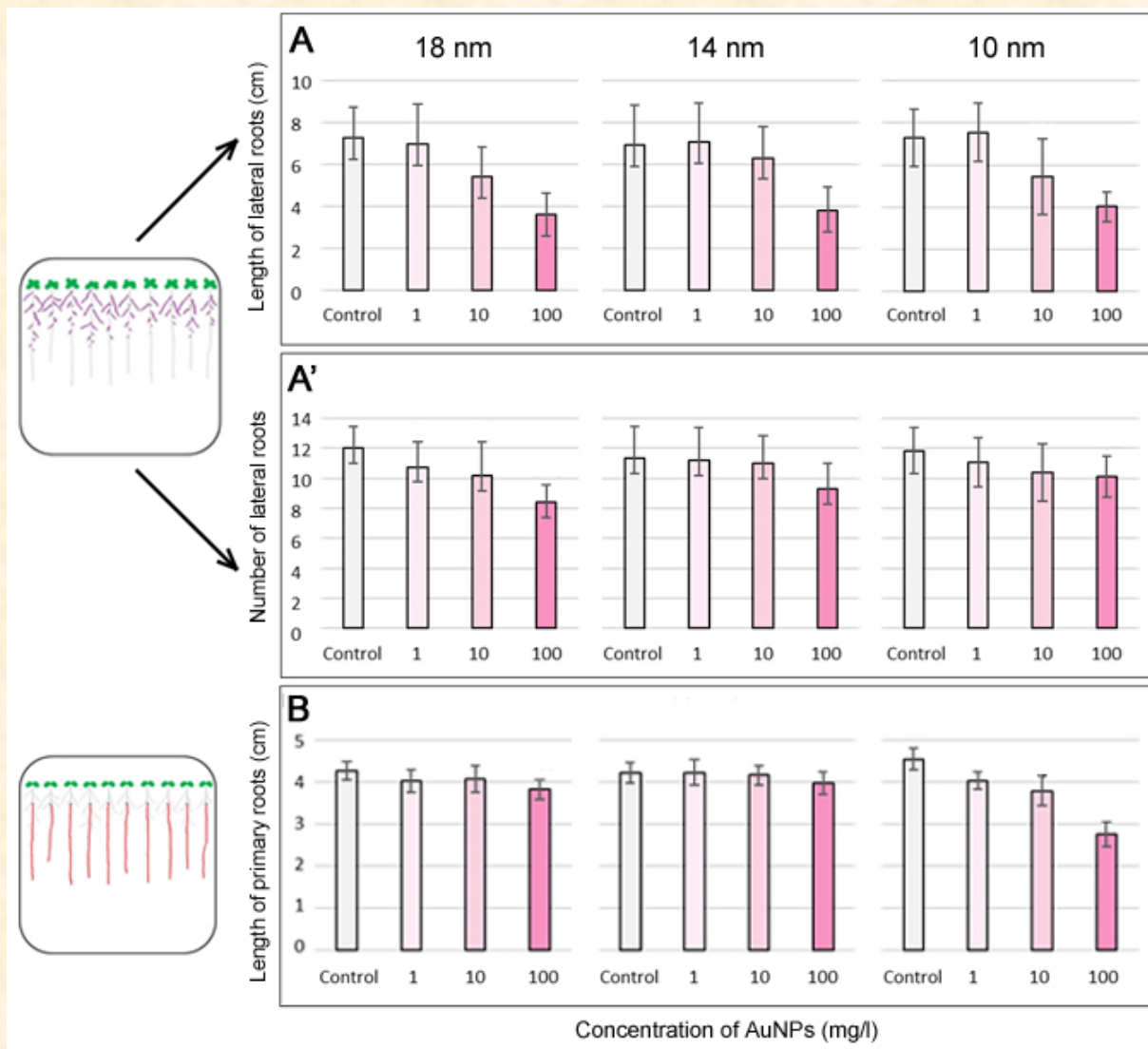
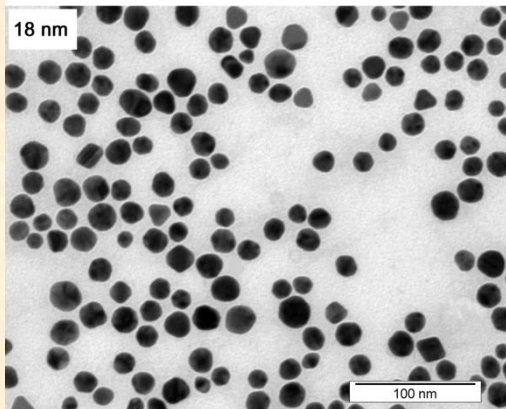
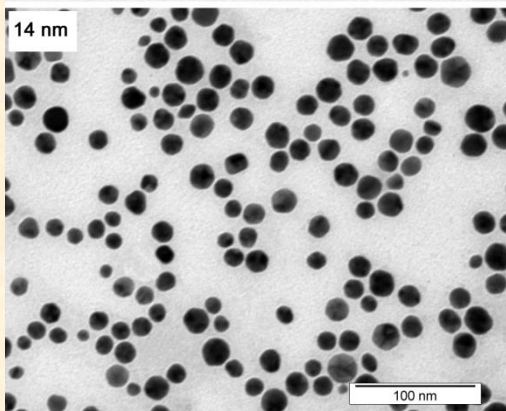
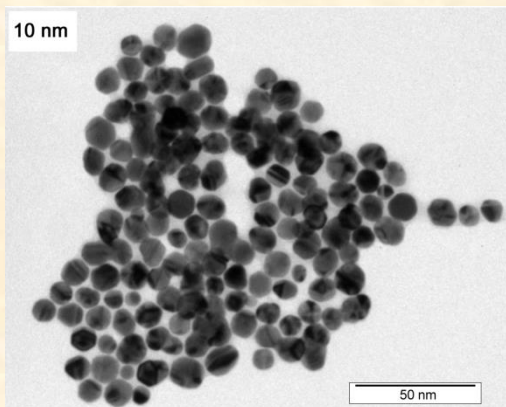
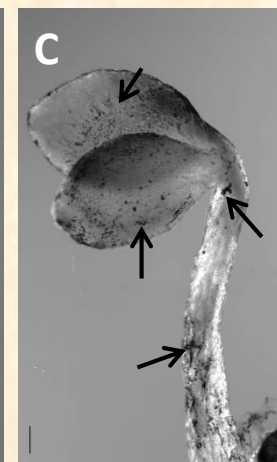
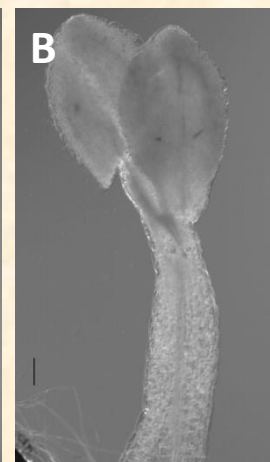
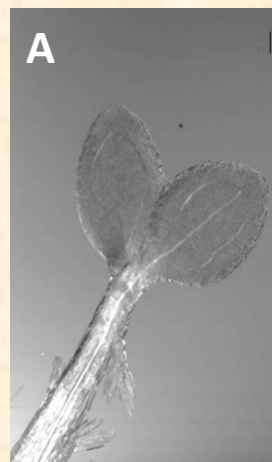
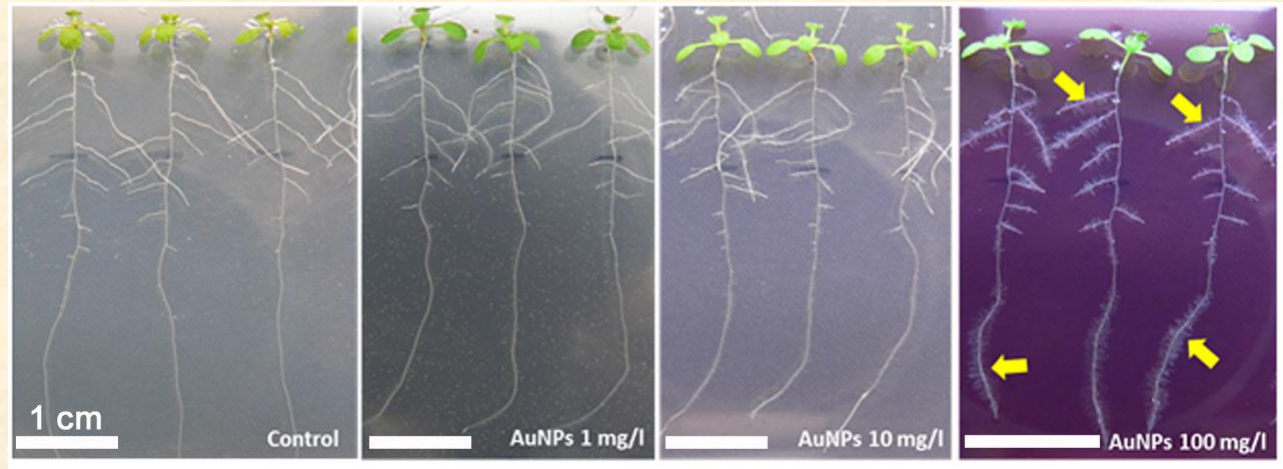
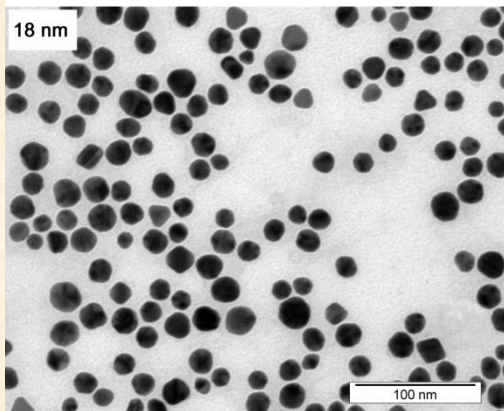
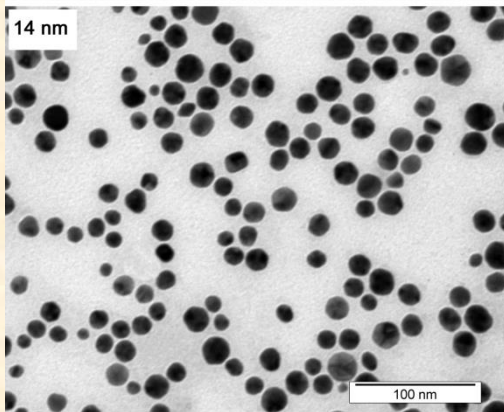
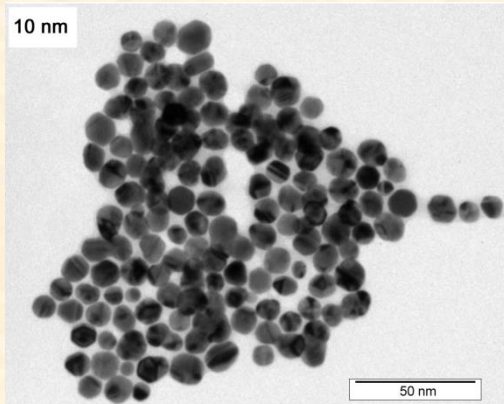


FIGURE 4 | (A) The appearance of mouse kidneys in various treatment groups: (a) micro-Cu (1077 mg/kg), (b) nano-Cu (1080 mg/kg) and (c) the control. (B) The appearance of mouse spleens in various treatment groups: (a) micro-Cu (1077 mg/kg), (b) nano-Cu (1080 mg/kg) and (c) the control (Reprinted with permission from Ref 135. Copyright 2006 IOP Publishing).





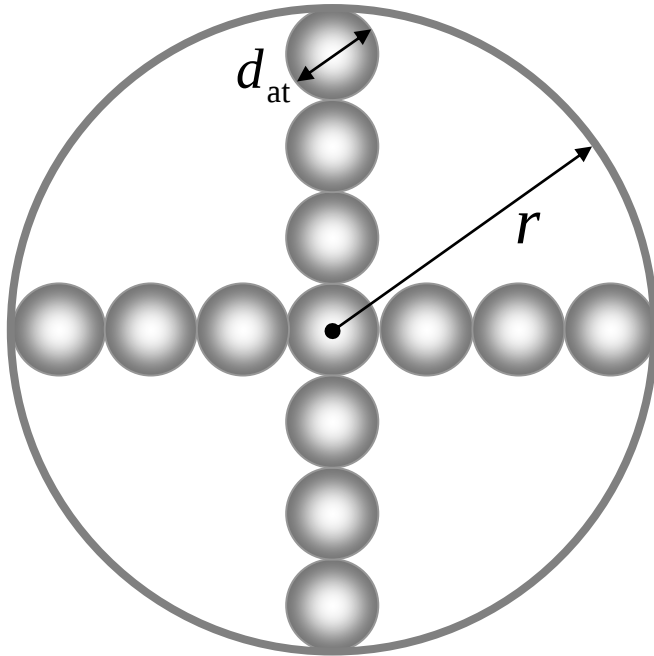
Nanotechnologie - současnost

Elektronika	Paměťová média (oxidy) Si komponenty, polymery LED, lasery, biosenzory
Medicína Farmacie	Nanočástice jako kontrastní medium Nanosystémy pro transport léčiv Nanostrukturované biomateriály, nanomembrány pro dialýzu
Chemický průmysl	Katalyzátory a fotokatalyzátory Nanostrukturovaný uhlík Pigmenty, ferrofluidy
Energetika	Li-iontové akumulátory (LiCoO_2 , LiMn_2O_4 , $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$, ...) Fotovoltaika (ZnO , TiO_2) Materiály pro akumulaci vodíku (hydridy, C-nanostruktury)
Automobilový průmysl	Katalyzátory výfukových plynů Barvy a laky, ochranné povlaky Saze do pneumatik
Ostatní	Textilní nanovlákná, antibakteriální úprava textilií Kosmetika Nanomembrány pro čištění odpadních vod

Vlastnosti jsou funkcí velikosti!

- Kohezní energie
- Povrchová energie/napětí
- Energie vzniku vakancí, aktivační energie difúze
- ΔH , ΔS tání, vypařování, fázové transformace
- Teplota tání, vypařování
- Tenze nasycených par
- Curioeva teplota, Néelova teplota, teplota přechodu do supravodivého stavu
- Einsteinova a Debyeova teplota, C_v , C_p
- Hustota, koeficient teplotní roztažnosti
- Koeficient objemové stlačitelnosti, moduly pružnosti
- Rozpustnost a vzájemná mísitelnost
- Reaktivita a selektivita katalytických účinků
- Tepelná vodivost
- Šířka zakázaného pásu
- ...

Podíl povrchových atomů η (surface-to-volume ratio)



$$\eta = \frac{N_{\sigma}}{N} = \frac{V_{\sigma}}{V} = \frac{A_{\sigma} \cdot d_{\text{at}}}{V} = \frac{4\pi r^2 \cdot d_{\text{at}}}{(4/3)\pi r^3} = \frac{3d_{\text{at}}}{r}$$

$$\begin{aligned} \eta' &= \frac{N_{\sigma}}{N_{\text{bulk}}} = \frac{V_{\sigma}}{V_{\text{bulk}}} = \frac{V_{\sigma}}{V - V_{\sigma}} = \\ &= \frac{4\pi r^2 \cdot d_{\text{at}}}{(4/3)\pi r^3 - 4\pi r^2 \cdot d_{\text{at}}} = \frac{3d_{\text{at}}}{r - 3d_{\text{at}}} \end{aligned}$$

$$r_{\min} = 3d_{\text{at}}$$

$$\eta'' = \frac{N_{\sigma}}{N} = \frac{A_{\text{part}} / A'_{\text{at}}}{V_{\text{part}} / V_{\text{at}}} = \frac{4\pi r^2 / \pi r_{\text{at}}^2}{(4/3)\pi r^3 / (4/3)\pi r_{\text{at}}^3} = \frac{2d_{\text{at}}}{r}$$

$$r_{\min} = 2d_{\text{at}}$$

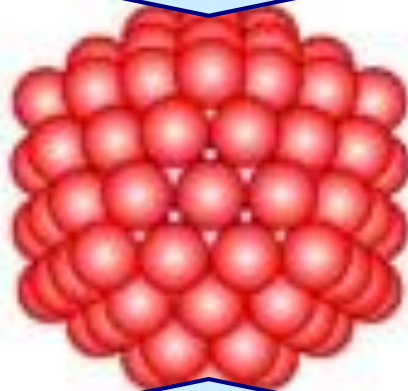
Top-down vs. Bottom-up



Top-down

Top-down

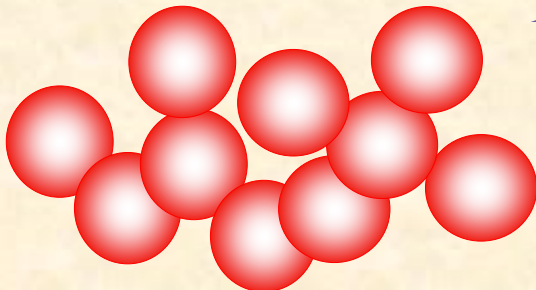
Vztahy platné pro makroobjekty (kolektivní vlastnosti velkého počtu atomů/molekul) jsou „interpolovány“ na nanoobjekty



Bottom-up

Bottom-up

Vztahy platné pro částice (individuální vlastnosti jednotlivých atomů/molekul) jsou „extrapolovány“ na nanoobjekty

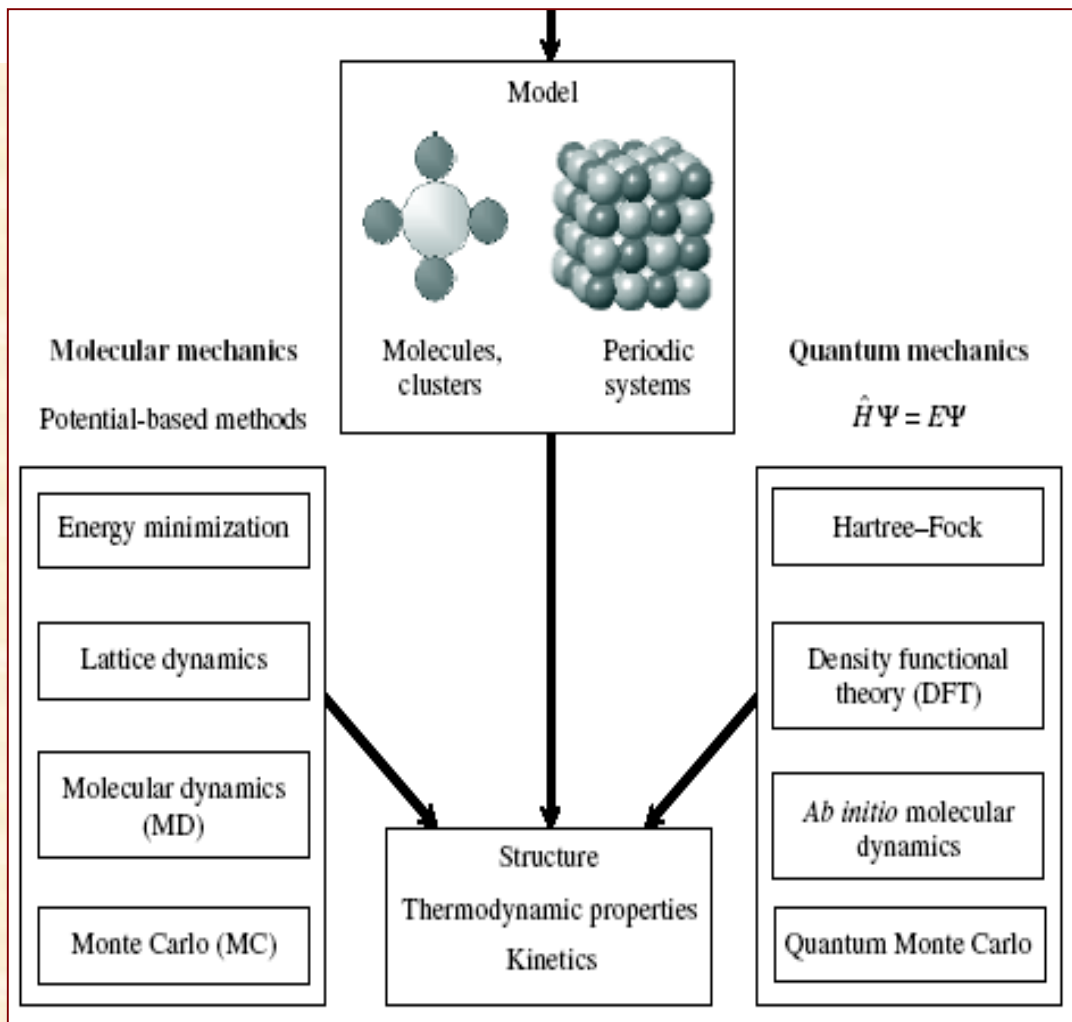


Teorie platné pro makroskopické objekty jsou interpolovány na objekty velmi malých rozměrů, přičemž rozměr objektu se stává další proměnnou:

- Klasická termodynamika rovnovážných soustav.
- Dynamika krystalové mřížky na základě Einsteinova resp. Debyeova modelu.
- Mechanika elastického kontinua.

POZOR

Existují určitá omezení v přístupu top-down, např. klasickou rovnovážnou termodynamiku nelze užít pro nanočástice menší než cca 2 – 3 nm.



Chemical Thermodynamics of Materials: Macroscopic and Microscopic Aspects.

Svein Stølen and Tor Grande

Copyright © 2004 John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 0-471-49230-2

11

Thermodynamics and materials modelling

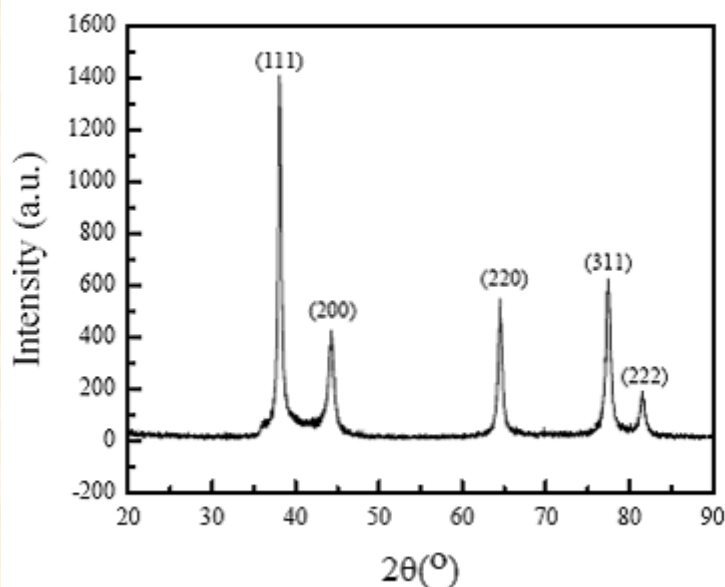
Top-down vs. Bottom-up

Top-down	Bottom-up
Struktura nanočástic	
Wulffova konstrukce: min F_{surf} , anizotropie povrchové energie	Kvazikrystalické klastry, optimalizace geometrie výpočtem, „magická čísla“
Hustota nanočástic	
Youngova-Laplaceova rovnice, izotropní komprese elastického kontinua	Nanočástice jako „velká molekula“, výpočet $d_{\text{A-A}}$ <i>ab-initio</i> (10^1 - 10^2 atomů) resp. MD (10^2 - 10^6 atomů)
Kohezní energie	
Nanočástice jako „malá částice“, korekce na menší počet vazeb povrchových atomů	Nanočástice jako „velká molekula“, výpočet E_{tot} <i>ab-initio</i> (10^1 - 10^2 atomů) resp. MD (10^2 - 10^6 atomů)
Teplota tání nanočástic	
Lindemannova teorie ($\text{msd} = f(r)$) $T_{\text{fus}(r)} / T_{\text{fus}(\infty)} = E_{\text{coh}(r)} / E_{\text{coh}(\infty)}$ Rovnováha (s)-(l)	Nanočástice jako „velká molekula“, výpočet $E_{\text{tot}}(T)$ <i>ab-initio</i> (10^1 - 10^2 atomů) resp. MD (10^2 - 10^6 atomů)

Struktura a velikost nanočástic

Experiment - XRD

- **Poloha píku (2θ)** → parametry elementární buňky (Braggova rovnice) → meziatomové vzdálenosti.
- **Šířka píku v polovině výšky** → velikost nanočástic (Debye-Scherrerova rovnice).

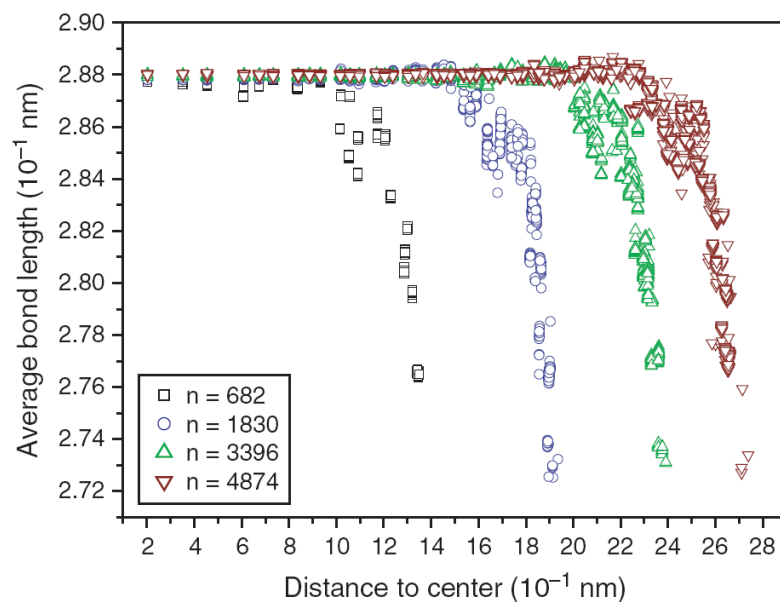


Teorie – MD simulace

Journal of
Computational and Theoretical Nanoscience
Vol. 6, 635–639, 2009

Bond-Length and -Energy Variation of Small Gold Nanoparticles

Weihong Qi^{1,2,*}, Baiyun Huang^{1,3}, and Mingpu Wang^{1,2}



Teplota tání nanočástic

VOLUME 77, NUMBER 1

PHYSICAL REVIEW LETTERS

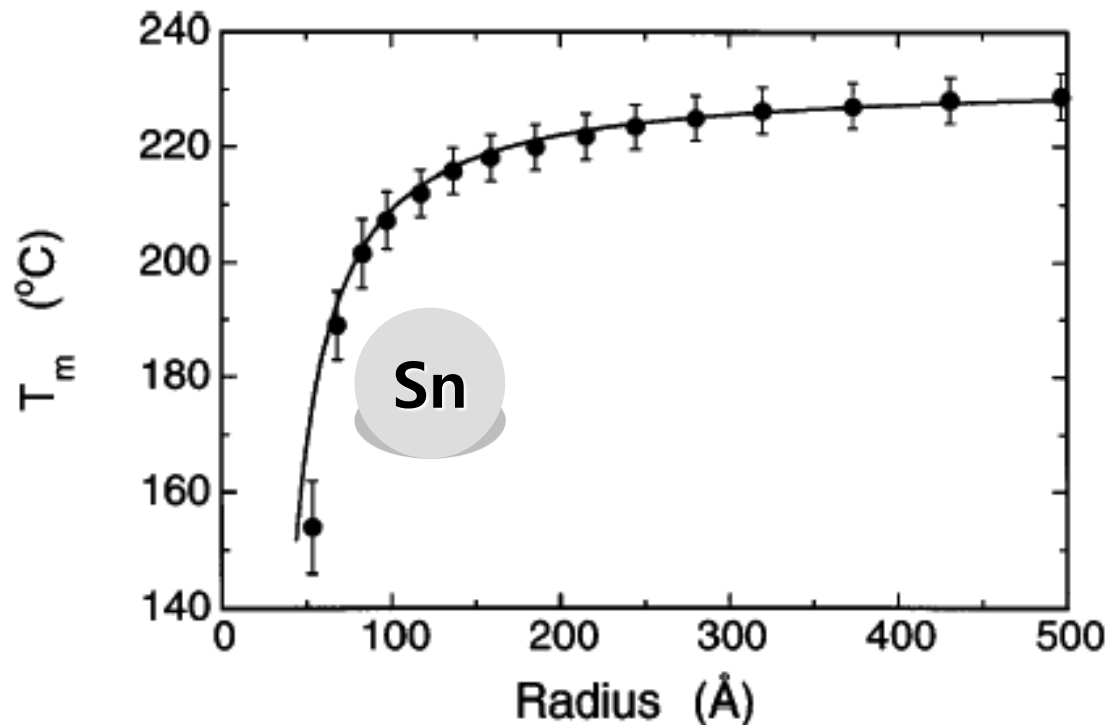
1 JULY 1996

Size-Dependent Melting Properties of Small Tin Particles: Nanocalorimetric Measurements

S. L. Lai,¹ J. Y. Guo,¹ V. Petrova,² G. Ramanath,¹ and L. H. Allen¹

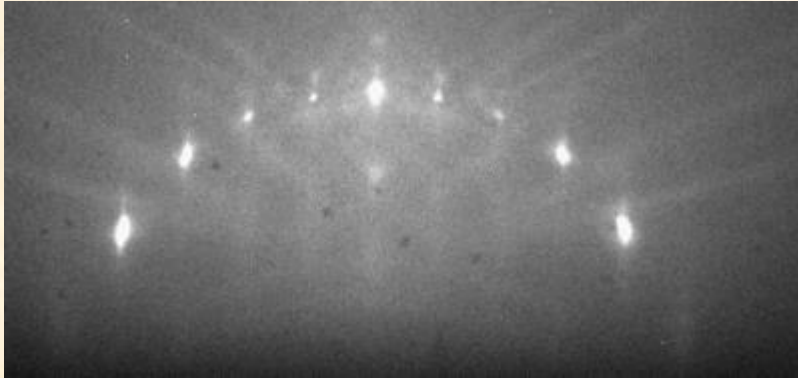
¹*Department of Materials Science and Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, Illinois 61801*

²*Center for Microanalysis of Materials, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, Illinois 61801*

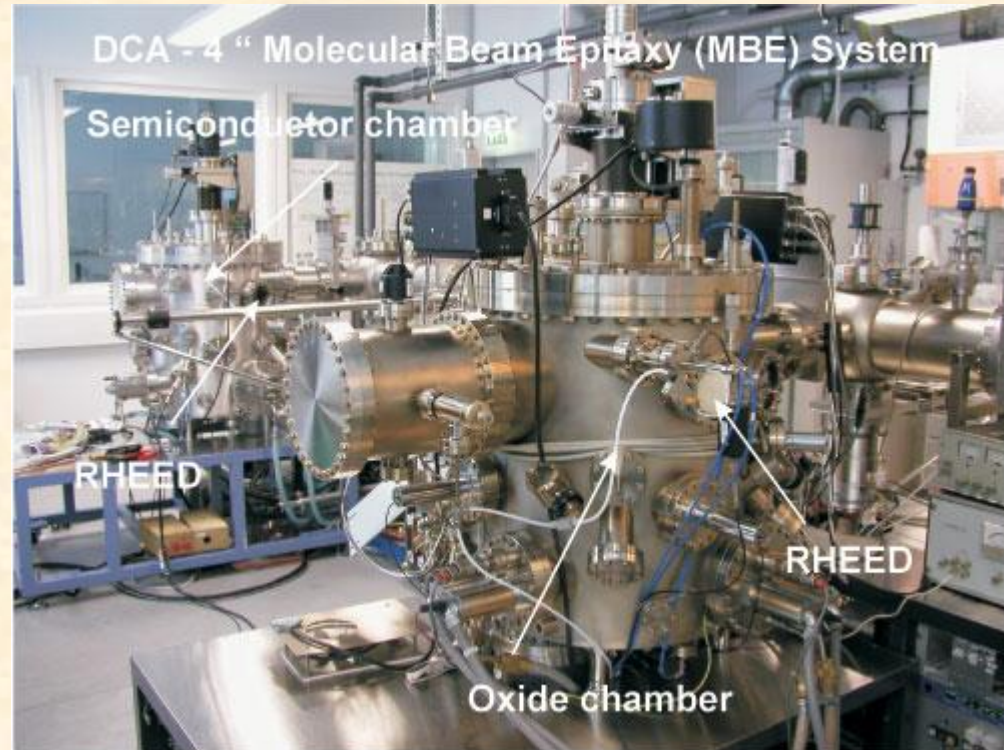
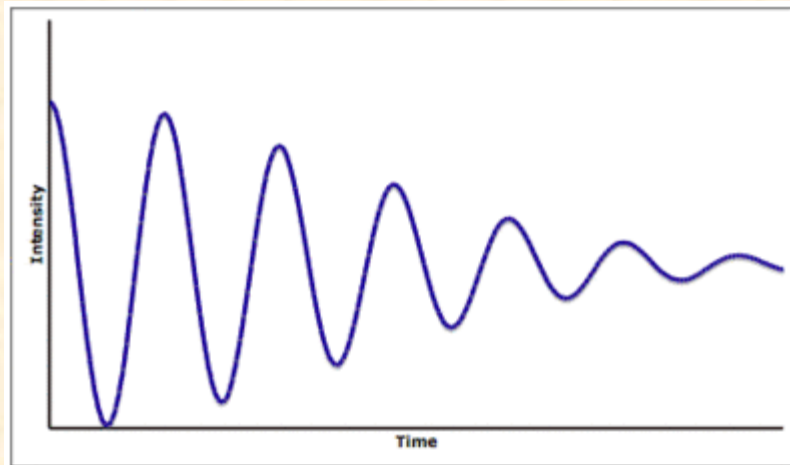


Mikroskopické metody	CLSM - morfologie SEM - topologie/morfologie povrchu EPMA (EDX) - lokální chemická analýza TEM/HRTEM - tvar a velikost částic
Spektroskopické metody	XRF - chemické složení Fotoelektronová spektroskopie (XPS, AES) - chemické složení povrchu RTG absorpční spektroskopie (XAS, EXAFS, XANES) - lokální atomová a elektronová struktura FTIR, SERS
Difrakční metody	RTG difrakce (XRD, SAXS) - struktura, velikost nanočástic SAED - lokální strukturní analýza (tání) RHEED - struktura povrchu LEED - struktura a vazebné poměry na povrchu (adsorpce) ND - struktura
Další metody	STM, AFM - topologie/morfologie povrchu DTA/DSC - termofyzikální a termochemické vlastnosti BET - stanovení velikosti povrchu SIMS - chemické složení DLS - velikost částic v suspenzích

RHEED



A RHEED pattern obtained from electron diffraction from a clean TiO_2 (110) surface. The bright spots indicate where many electrons reach the detector.



Nanotechnologie



Nanotechnologie je výzkum a technologický vývoj na atomové, molekulární nebo makromolekulární úrovni, v rozměrové škále přibližně 1—100 nm.

Je to též vytváření a používání struktur, zařízení a systémů, které mají v důsledku svých malých nebo intermediárních rozměrů nové vlastnosti a funkce.

Je to rovněž dovednost manipulovat s objekty na atomové úrovni.

(NNI, březen 2003)



Nanotechnologie je aplikací znalostí o studiu hmoty na atomové a molekulární úrovni (obvykle v rozměrové škále 1 – 100 nm) při vytváření užitečných materiálů, struktur a zařízení jež mají praktické využití.

(The Royal Society, 2003)

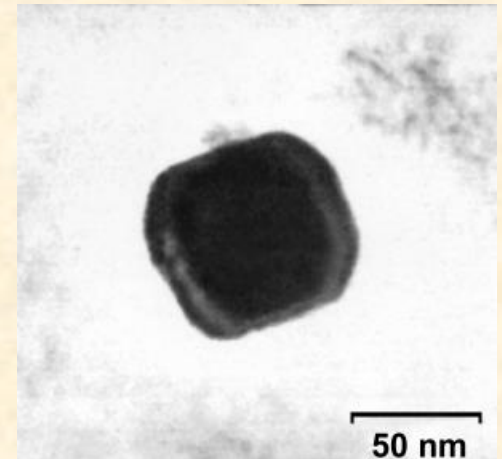
Vybrané mezníky v dějinách nanotechnologie

4. stol. n.l. Lykurgovy poháry

MUSEUM
OF LONDON

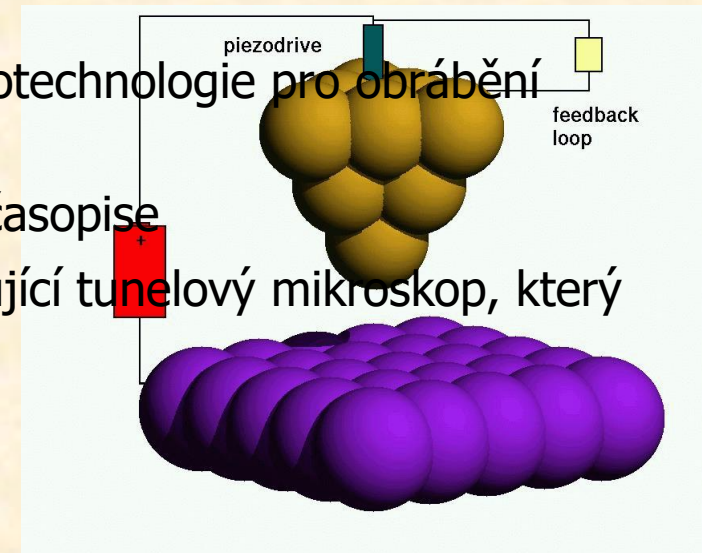
73 % SiO_2 , 14 % Na_2O a 7 % CaO

Sklo pohárů však obsahuje i malé množství zlata a stříbra (cca 10tky ppm). Tyto kovy se ve skle nacházejí ve formě nanokrystalů o rozměru cca 70 nm. Nanokrystaly jsou slitinou zlata a stříbra v poměru 3:7.



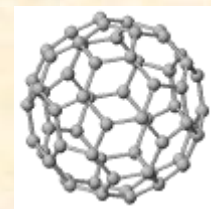
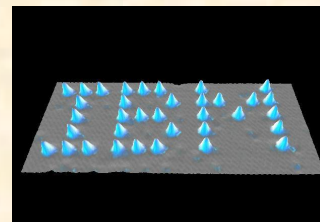
Vybrané mezníky v dějinách nanotechnologie

- 1905 - Albert Einstein publikoval práci, v níž stanovil průměr molekuly cukru na cca jeden nanometr
- 1931 – M. Knoll a E. Ruska vyvinuli elektronový mikroskop, umožňující zobrazit objekty menší než 1 nanometr
- 1959 - Richard Feynman předkládá první vizi nanotechnologie
- 1960 - ve sborníku Caltech vychází Feynmanova hypotéza o možnosti budování nanosystémů
- 1968 - Alfred Y. Cho a John Arthur z Bell Laboratories vynalezli pomocí molekulových svazků epitaxi
- 1974 - Norio Taniguchi navrhl používání termínu nanotechnologie pro obrábění s tolerancí menší než 1 nm
- 1981 - první článek o nanotechnologii ve vědeckém časopise
- 1981 - Gerd Binnig a Heinrich Rohrer vytvořili skenující tunelový mikroskop, který může zobrazit i jednotlivé atomy



Vybrané mezníky v dějinách nanotechnologie

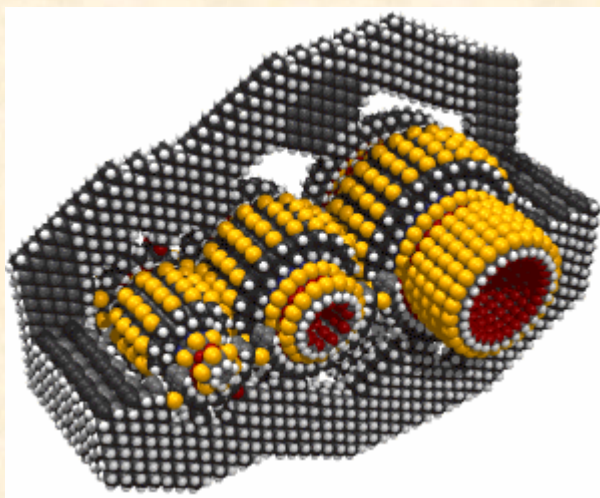
1990 - pomocí tunelového skenovacího mikroskopu napsal tým vědců na niklovou destičku 35 xenonovými atomy písmena IBM



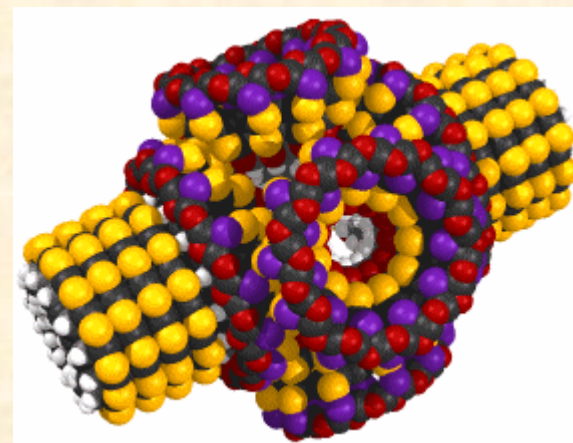
1990 - metoda sériové výroby buckminsterfullerenu

2000 - rozluštění lidského genomu - první nanomotorek na bázi DNA (Bell Labs)

2001 -

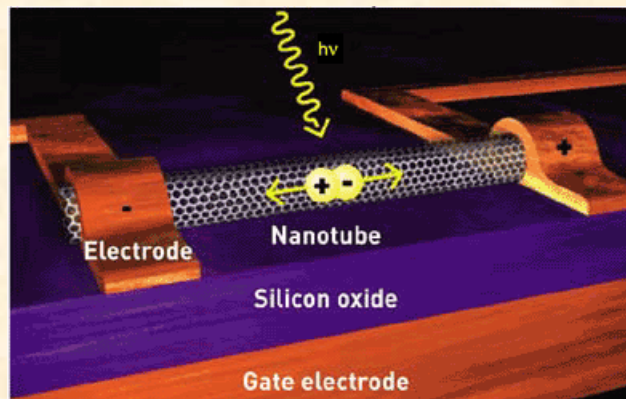


Designer: Mark Sims
Date: August 31, 2005
Number of components: 4
Number of atoms: 15,342
Width: 11.3 nm
Height: 7.5 nm
Depth: 5.6 nm
Gear Ratio: 13:6
Speed Ratio: 2.167:1



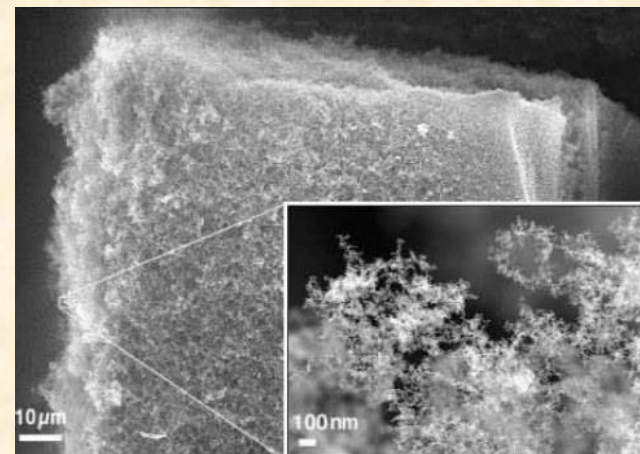
Vybrané mezníky v dějinách nanotechnologie

2001 - tranzistor z nanotrubiček (IBM) - první nanolaser, základ pro optický přenos dat v inteligentních nanosystémech - logický obvod v jedné molekule, tvořený dvěma tranzistory



2003 - překročena hranice 50 nm

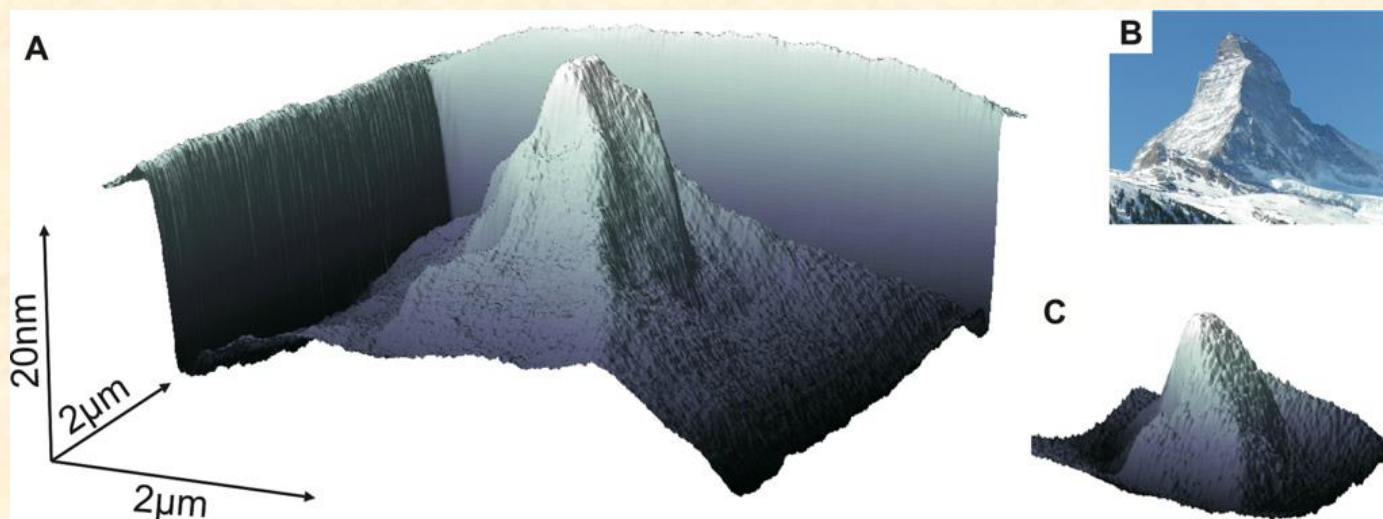
2004 – Andrei Rode, John Giapintzakis objevili pátou formu C - nanopěnu, která má feromagnetické vlastnosti



Vybrané mezníky v dějinách nanotechnologie

23. duben 2010 - Průlomová 3D mikroskopická technika zjednodušuje vývoj nanometrických struktur a zařízení

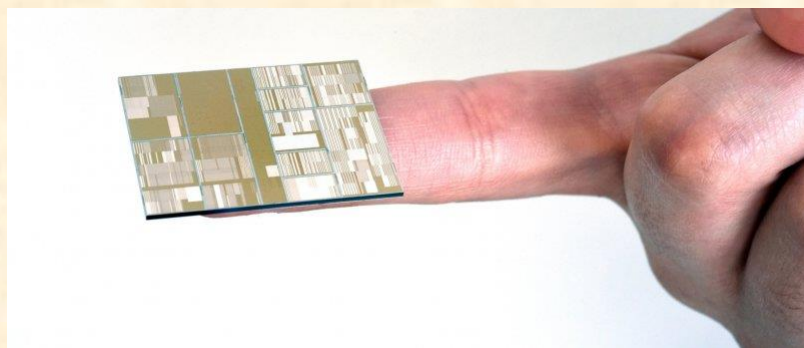
Vědci společnosti IBM vytvořili 3D mapu světa tak malou, že by se tisíckrát vešla do jednoho zrnka soli.



25 nm vysoká 3D replika proslulé alpské hory Matterhorn (4478 m.n.m.), byla vytvořena z molekulárního skla v měřítku 1:5 miliardám.

Vybrané mezníky v dějinách nanotechnologie

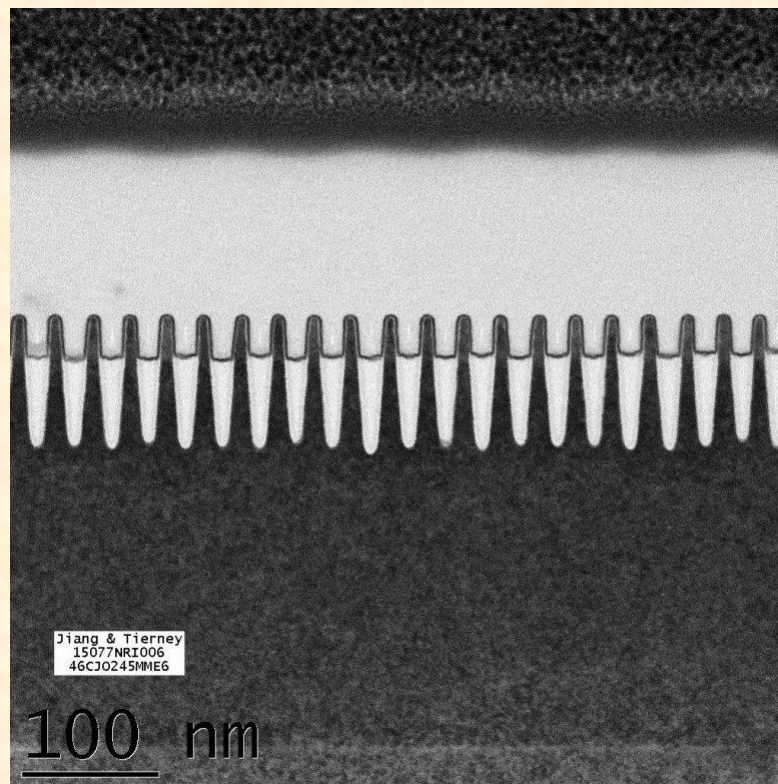
10. 7. 2015 – IBM ve spolupráci s firmou SAMSUNG představuje 7 nm čip



Čistý křemík nahrazen slitinou křemíku a germania

Vyšší elektronová vodivost v malých rozměrech

EUV litografie

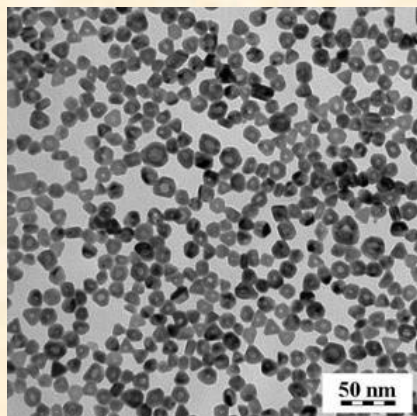


Charakteristické znaky nanomateriálů

NANOOBJEKTY vs. NANOMATERIÁLY

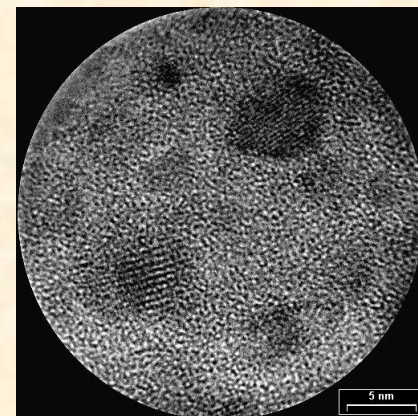
NANOOBJEKTY – jsou individuální rozměrově (průměr, délka, tloušťka) i tvarově definované částice, které mají definovanou atomovou strukturu, krystalinitu, mezifázové rozhraní a chemické složení. Jsou tvořeny zpravidla atomy, molekulami či jejich shluky, ovšem velikost těchto částic je limitována intervalem **1 - 100 nm** alespoň v jednom z rozměrů.

NANOMATERIÁLY – Zpravidla jsou takto označovány rozměrnější (makroskopické) materiály vhodné pro technické aplikace např. ve stavebnictví, textilním, leteckém či automobilovém průmyslu, atd. Stavebními jednotkami jsou **nanoobjekty**. Jedná se zejména o kompozitní, sendvičovité či nano-krystalické materiály.



TEM/BF
mikrofotografie
ukazující core-
shell AgAu
nanokrystaly

Snímek z HRTEM zobrazující nanokompozit ZnFe_2O_4 v matici SiO_2 . Nanočástice ZnFe_2O_4 se zobrazují tmavě, světlé plochy jsou matrice SiO_2 . Střední velikost nanočástic je 5nm. Pruhy na dvou nejvýraznějších částicích zobrazují přímou mříž krystalu.



Charakteristické znaky nanomateriálů

SAMOUSPOŘÁDÁNÍ

Samouspořádání (**Self-assembly**) je proces při kterém neuspořádaný systém částic (atomy, molekuly, izolované nanočástice) tvoří organizovanou strukturu nebo vzor v důsledku specifických, lokálních interakcí mezi samotnými částicemi sledovaného systému. Tento proces je zcela samovolný a probíhá bez impulsu z vně systému.

Charakteristiky samouspořádání: spontánní process

role slabých vazebných interakcí

bez vnějších impulsů, lze však z vnějšku ovlivňovat

Samouspořádání: spontánní a reversibilní organizace částic systému do uspořádaných celků nekovalentními interakcemi – **nanostruktury tvoří sami sebe.**

Charakteristické znaky nanomateriálů

SAMOUSPOŘÁDÁNÍ – Kvazikrystaly

Kvazikrystaly (Quasicrystals) představují novou strukturní formu látek, která je **uspořádaná** avšak **nevykazuje periodicitu** jako klasické krystalické látky. Tvoří vzory, které vyplňují prostor, ale postrádají translační symetrii.

Dodnes (1984-2014) známo přes 100 kvazikrystalických látek, všechny uměle syntetizovány v laboratořích.

Binární směsi sférických nanočástic často vedou v důsledku samouspořádání ke vzniku kvazikrystalů !!!

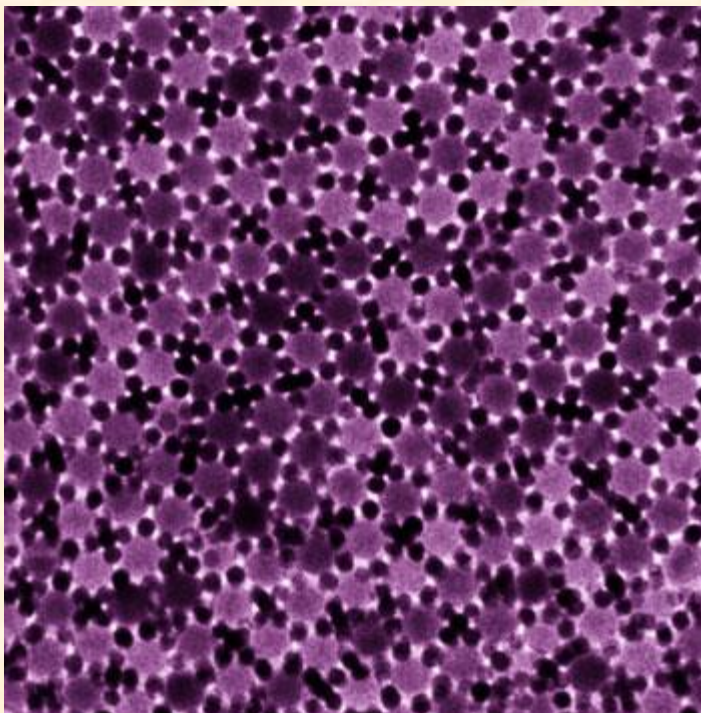
Vhodné směsi pro tvorbu kvazikrystalů: 3nm Pd + 9nm PbS, 5nm Au + 13.4nm Fe₂O₃, 4.7nm Au + 12.6nm Fe₃O₄ *

	<i>Četnosti rotačních os symetrie</i>	<i>Translační symetrie</i>	<i>Výskyt</i>	<i>Poruchy</i>
kvazikrystaly	nejčastěji 2,3, 5,8	neexistuje	laboratorně připraveny (~100)	výjimečné (Al–Li– Cu)
krystaly	2,3,4,6	podmínkou	přírodní	běžné

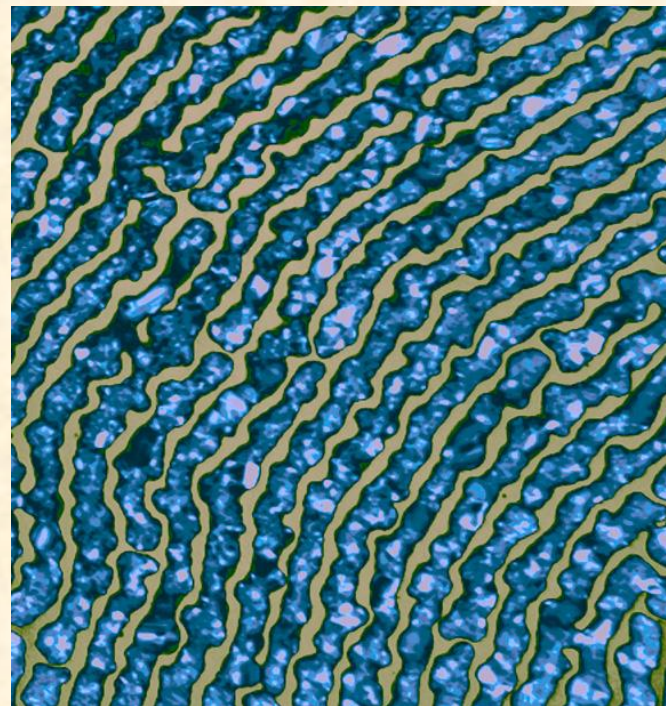
*D. V. Talapin et. al., *Nature* 461 (2009) 964-967.

Charakteristické znaky nanomateriálů

SAMOUSPOŘÁDÁNÍ



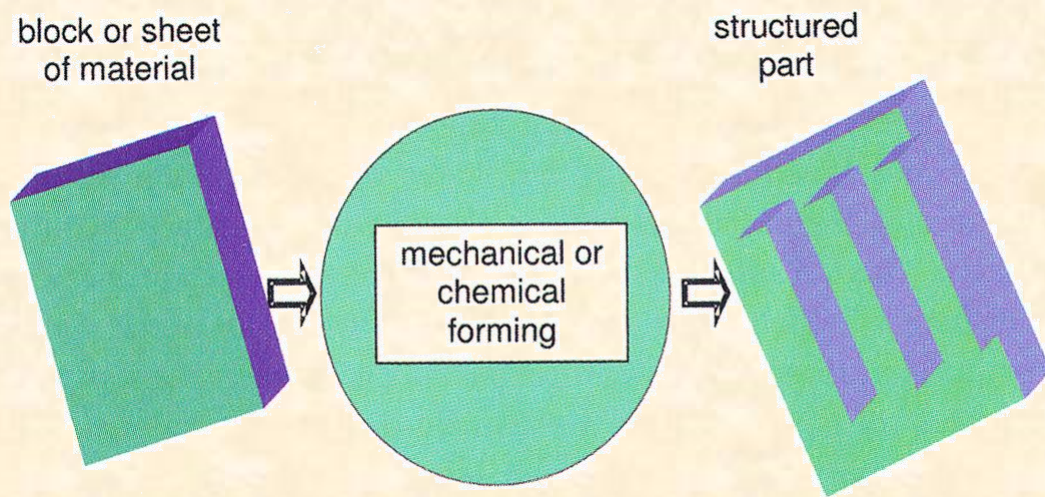
HRTEM snímek 2D kvazikrystalické struktury vytvořené samouspořádáním nanočástic Au (5nm) a Fe₂O₃ (13.4 nm).



HRTEM snímek samouspořádné struktury stříbrných nanočástic. Ag nanodráty (50nm) byly zformovány na substrátu z polymethylmethakrylátu.

Techniky přípravy nanoobjektů a nanomateriálů

Konvenční produkty (makro objekty) jsou vyráběny tzv. **top-down** procesy, vstupem do procesu je objemový (bulkový) materiál. Požadovaný produkt je získán postupem **mechanického** nebo **chemického** zpracování. Materiál je zpracováván krok za krokem až do sub-mikronové oblasti.



Vsoučasnosti je možné připravovat NO a NM v řádech **desítek nm** sofistikovanými metodami **top-down** technologií např. rentgenovou a elektronovou litografií, STM a SPM nanoobráběním, nebo iontovým a plazmatickým leptáním.

Techniky přípravy nanoobjektů a nanomateriálů

Bottom-up procesy jsou založeny na „výstavbě“ materiálu atom po atomu či molekulu po molekule. Nezbytná je dokonalá znalost sil krátkého dosahu jako jsou Van der Waalsovy síly, elektrostatické síly a rozmanité maziatomární a mezimolekulární interakce.

Důležitou úlohu při Bottom-up procesech mají kovalentní a nekovalentní vazby, neboť vzájemná silová působení určují způsob uspořádání částic (Samouspořádání). Kovalentní vazby jsou silné (jednoduchá vazba C-C má energii ca 90 kcal/mol) a jsou odpovědné za vazby mezi molekulami v makromolekulách.

Mnohem slabší nekovalentní vazby jsou vyvolány těmito interakcemi:

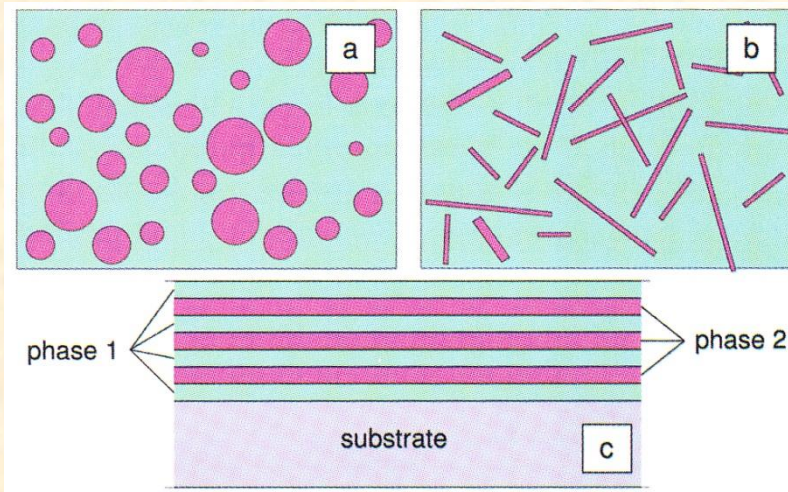
- (1) Van der Waals interakce (~ 0.1 kcal/mol),
- (2) vodíkové můstky (~ 1 kcal/mol),
- (3) iontová vazba (~ 3 kcal/mol ve vodě, 80 kcal/mol ve vakuu),
- (4) hydrofóbní –hydrofilní interakce.

Nanoobjekty vs. Nanokompozity

Pro praktické průmyslové aplikace jsou spíše než samotné nanoobjekty užitečnější makroskopické materiály, které lze jednoduše aplikovat a současně nesou nové užité vlastnosti **NAOOBJEKTŮ** → **NANOKOMPOZIT** = matrice + dispergované nanoobjekty

Využití nanomateriálů v praxi

NANOOBJEKTY	NANOKOMPOZITY
<i>bioaplikace (0D)</i>	<i>konstrukční materiály (0D)</i>
<i>pigmenty, senzory (0D)</i>	<i>izolace, protihlukové bar. (1D)</i>
<i>UV absorbéry (0D)</i>	<i>speciální aplikace (2D)</i>
<i>molekulová síta (1D)</i>	
<i>elektronika (2D)</i>	
<i>NEMS (3D?)</i>	





Contents lists available at ScienceDirect

Applied Surface Science

journal homepage: www.elsevier.com/locate/apsusc



Gold nano-wires and nano-layers at laser-induced nano-ripples on PET

^a Department of Solid State Engineering, Institute of Chemical Technology, Technická 5, 166 28 Prague, Czech Republic

^b Institute of Applied Physics, Johannes Kepler University, 4040 Linz, Austria

^c Department of Chemistry, J.E. Purkyně University, Ústí nad Labem, Czech Republic

^d Department of Power Engineering, Institute of Chemical Technology, 166 28 Prague, Czech Republic

ARTICLE INFO

Article history:

Received 4 September 2009

Received in revised form 18 September 2009

Accepted 18 September 2009

Available online 30 September 2009

Keywords:

KrF and F₂ laser

Polyethyleneterephthalate

Ripples

Au sputtering

Nano-wires

Nano-layers

ABSTRACT

Gold nano-layers were deposited onto laser irradiated polyethyleneterephthalate (PET) surfaces. For irradiation, we used the linearly polarized light of a pulsed 248 nm KrF and 157 nm F₂ laser, respectively. In a certain range of irradiation parameters, the irradiation resulted in the formation of coherent ripples patterns with a lateral periodicity in the order of the wavelength of the laser light and with a corrugation height of several 10 nm. The deposited layers were then prepared by sputtering. The layers were analyzed by atomic force microscopy (AFM), focused ion beam (FIB) cuts, scanning electron microscopy (SEM), and angular resolved X-ray induced photoelectron spectroscopy (ARXPS). Gold sputtering on KrF laser irradiated PET led to the formation of separated “nano-wires” at the ridges of the nano-patterns and not to a continuous metal layer, as we obtained in case of gold sputtering onto F₂ irradiated PET. The results of the XPS analysis indicated, that the KrF irradiation caused degradation on the ridge of the ripples, whereas no noticeable degradation occurred for F₂ laser treatment. We attribute the different growth mechanisms of the deposited gold layers mainly to the difference in surface chemical composition of laser irradiated PET with the two different lasers employed.

© 2009 Elsevier B.V. All rights reserved.