

# PŘÍKLADY VYUŽITÍ NANOTECHNOLOGIÍ V PRŮMYSLU A SPOTŘEBITELSKÉ SFÉŘE

ING. VÁCLAVA KŘEČKOVÁ  
SZÚ PRAHA

# Velikost

Molekula vody má průměr asi jeden nanometr.

Dešťová kapka obsahuje cca  $10^{21}$  atomů, /1000 000 000 000 000 000 000 000/

Lidský vlas je široký asi 80 000 nanometrů

Jednostěnná uhlíková trubice měří asi 1,2 nm.

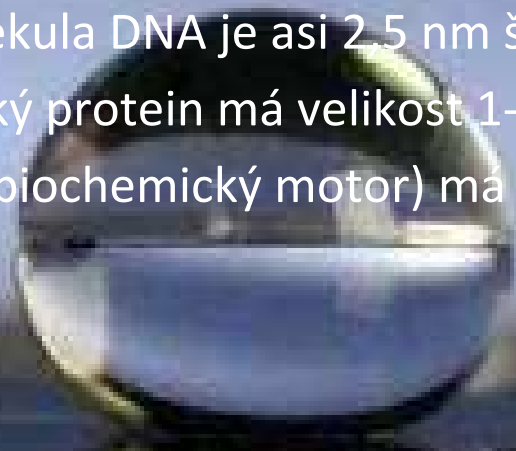
Kvantová tečka germania na křemíkové podložce (využívaná v elektrotechnice)  
je 10nm široká a 1,5 nm vysoká.

Nejmenší tranzistory měří dnes cca 20 nm.

Molekula DNA je asi 2.5 nm široká.

Typický protein má velikost 1-20 nm.

ATP-syntáza (biochemický motor) má průměr 10 nm.



# Vymezení

- Mezi **světem atomů** a současným **reálným světem** leží oblast nanosvěta, území částic a struktur o rozměru od cca **1 nm do cca 100 nm**.
- **Nanostruktury** jsou dostatečně malé na to, aby se v nich mohly uplatňovat **kvantové jevy**.
- Zkoumání těchto jevů je předmětem **nanovědy**, vědní oblasti zahrnující fyziku pevné fáze, chemii, inženýrství a molekulární biologii.

# NANOTECHNOLOGIE

- S tímto termínem přišel jako první v roce 1974 japonský profesor Taniguchi v přednášce na téma sofistikovaných výrobních procesů.
- V roce 1959 americký fyzik Richard Feynman, při příležitosti zasedání Americké fyzikální společnosti na Kalifornském technologickém institutu, přednesl přednášku s názvem „THERE´S PLENTY ROOM AT THE BOTTOM“/4/, kde upozornil na možnost manipulace s objekty nepatrných rozměrů; hovořil tehdy o mikrotechnologii.

# DEFINICE NANOTECHNOLOGIE

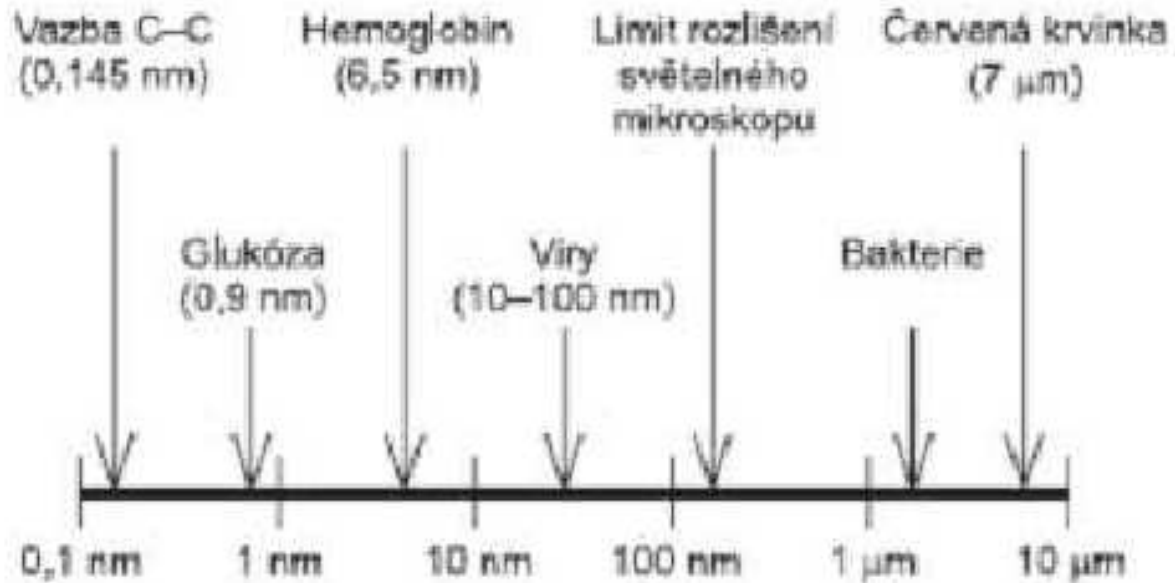
- ***Nanotechnologie je výzkum a technologický vývoj na atomové, molekulární nebo makromolekulární úrovni, v rozměrové škále přibližně 1—100 nm. Je to též vytváření a používání struktur, zařízení a systémů, které mají v důsledku svých malých nebo intermediálních rozměrů nové vlastnosti a funkce.***
- ***Nanověda je studium hmoty na atomové a molekulární úrovni (obvykle od 0,1 do 100nm), kde se vlastnosti výrazně liší od vlastností při větších rozměrech.***

# NANOTECHNOLOGIE PŘÍRODNÍ

- V přírodě většina základních životních procesů probíhá v nanorozměrech.
- v přírodě platí, že nanotechnologie je věda a umění vytvářet komplexní a praktická zařízení s atomovou přesností.



# RELATIVNÍ VELIKOSTI



# Biomíneralizace

- měkkýš *abalon*
- Uspořádává uhličitan vápenatý (křídou) do pevných nanostrukturních bloků.
- Jako maltu používá pružný sliz: směs proteinů a sacharidů.





# Gekon

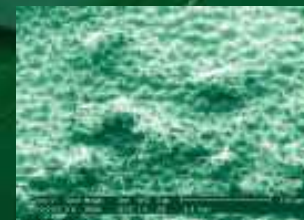
Gekon má na svých prstech miliony chloupků rozštěpených do stovek hrotů, každý 200 nm široký.

Slabé intermolekulární síly udržují sklo a chloupky pohromadě

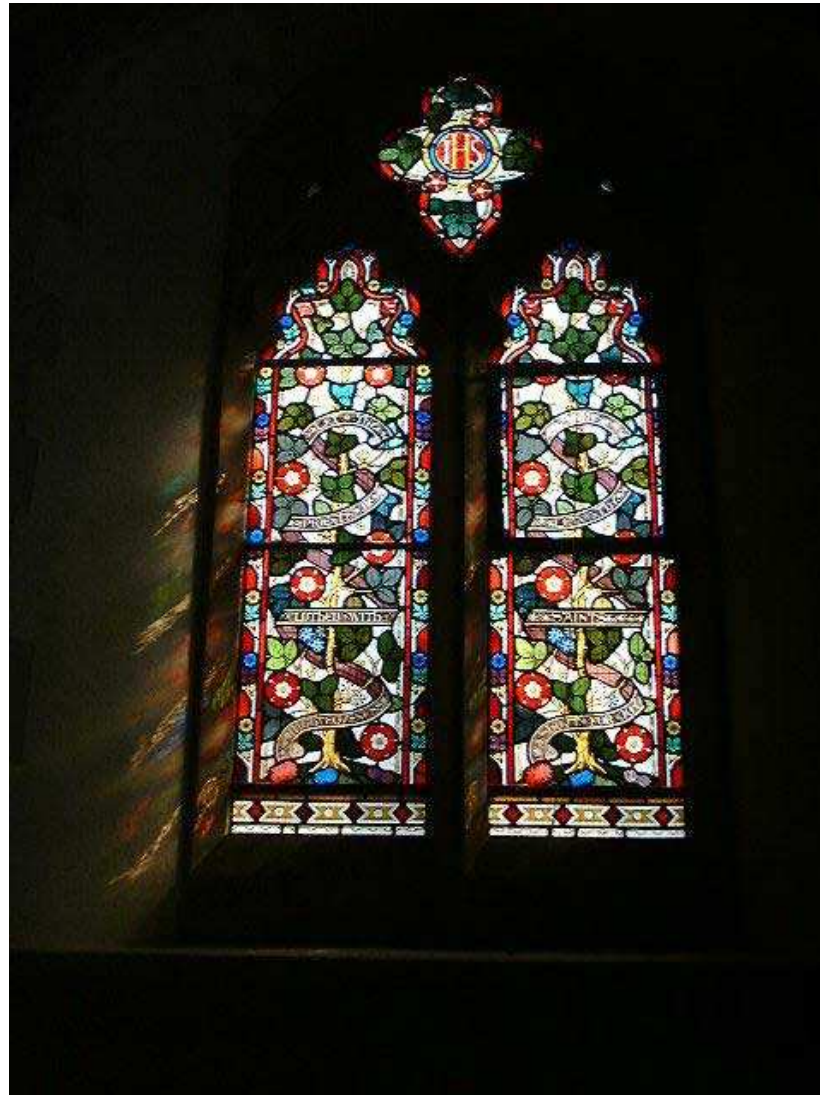


# Lotosový efekt

Kapčky vody jsou od povrchu listu odpuzovány, což je zapříčiněno chmýřím na povrchu listu. Rostliny si tak zajišťují, že voda v podobě kapiček rychle odteče, přičemž s sebou vezme všechny nečistoty z povrchu.



# NANOTECHNOLOGIE HISTORICKÉ



# NANOTECHNOLOGIE HISTORICKÉ

- Lykurgovy poháry (Řím, 4. stol. n.l.)
- Sklo poháru však obsahuje malé množství zlata a stříbra ve formě nanokrystalů o rozměru cca 70 nm.

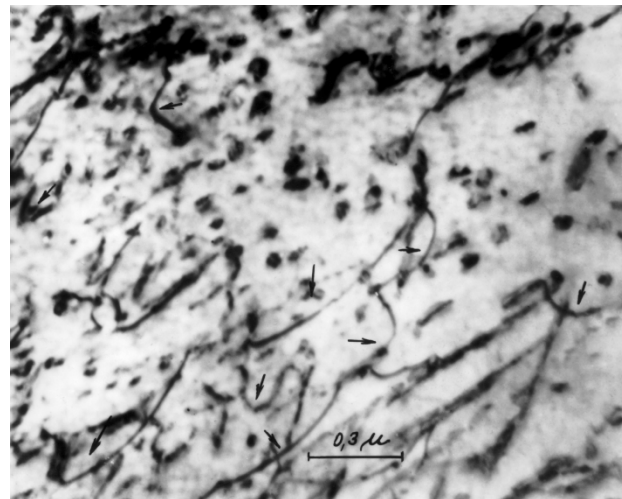


# NANOTECHNOLOGIE SOUČASNÉ

- Zpevňování kovových matic pomocí nanoprecipitátů

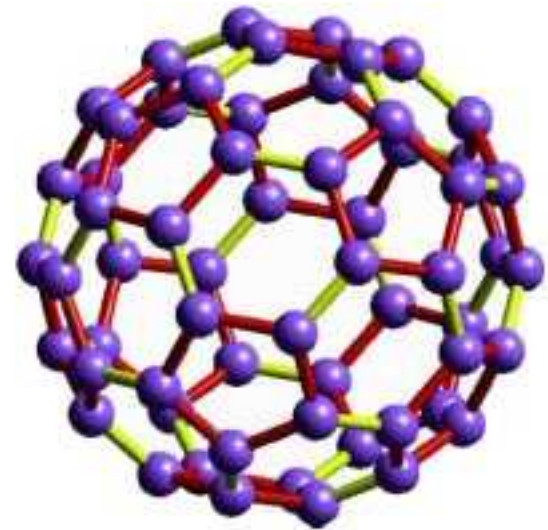
Hliníkové slitiny: nanoklastry atomů Cu,

Nízkolegovaná ocel: její vysoká žárupevnost a dlouhodobá životnost je dosahována nanočásticemi např. karbidu vanadu o průměru 20-100 nm



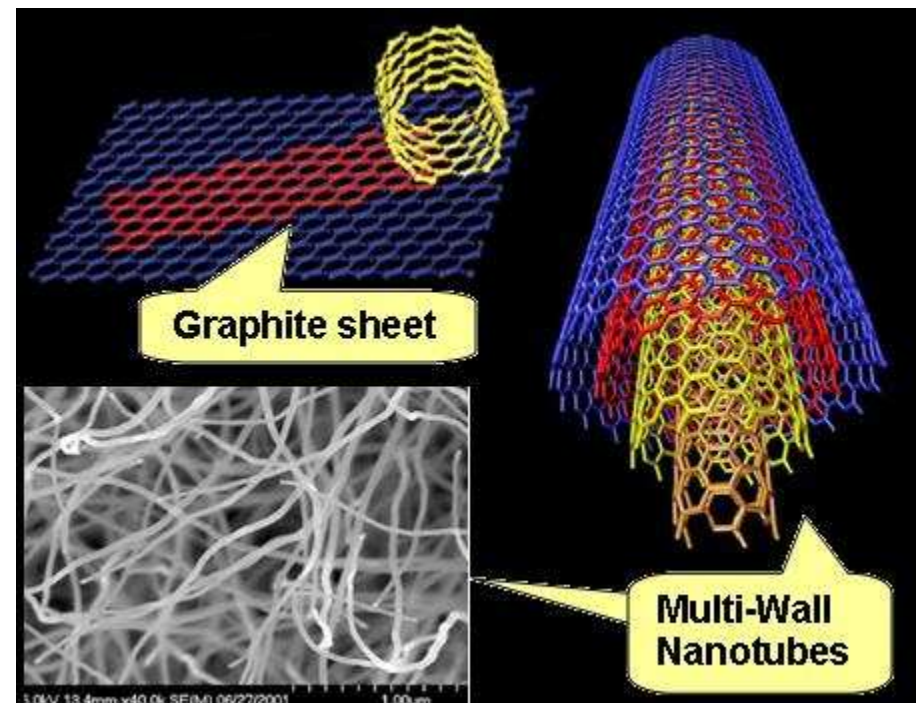
# Fullereny

- V roce 1985 zásluhou Richarda Smalleyho, Harolda Krota a Roberta Curla přibyla čtvrtá forma uhlíku – fulleren (C60).
- Skládá se z 60 vzájemně propojených atomů uhlíku a z 60 atomů vodíku.
- ***výrobu super-pevných materiálů nízké hmotnosti***
- ***skla filtrující škodlivé záření***
- **Nosiče pro cíleně působící léky**



# Uhlíkové nanotrubičky

- Struktury tvořené ze **stočených grafitových rovin**.
- Jsou **50krát až 100krát pevnější než ocel a 60krát lehčí**.
- Lepidla
- Špičkové sportovní vybavení
- Vedení el. proudu



# Vedení el. proudu

Možnost nahradit staré hliníkové a měděné elektrické vedení *vlákny utkanými z uhlíkových nanotrubiček.*

*Nanotrubičky mohou vést daleko větší proud než tradiční kovové dráty (více než milion ampérů na  $\text{cm}^2$ ) a na rozdíl od kovových drátů ztrácejí jen velmi málo energie vyzařováním tepla.*

Nobel laureate Richard Smalley with a nanotube model  
Photographs by Mark Thiessen

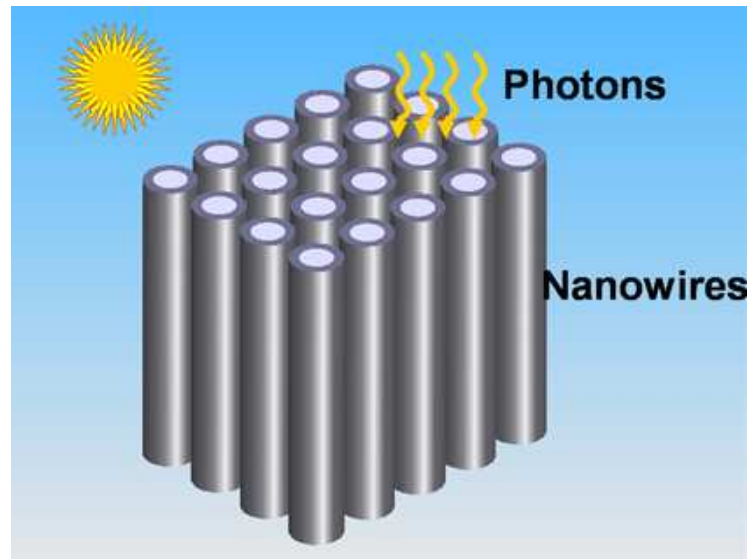
 NATIONAL  
GEOGRAPHIC

© 2007 National Geographic Society. All rights reserved.



# Solární nanostruktury

- Tento článek, tvořený svazkem nanopolovodičů o rozměrech mezi 50 až 80 nm, je menší než vlnová délka viditelného světla a to vede k eliminaci světelného odrazu a dokonalé absorpci viditelného světla a jeho převedení na elektrický proud.



# Nový druh vedení

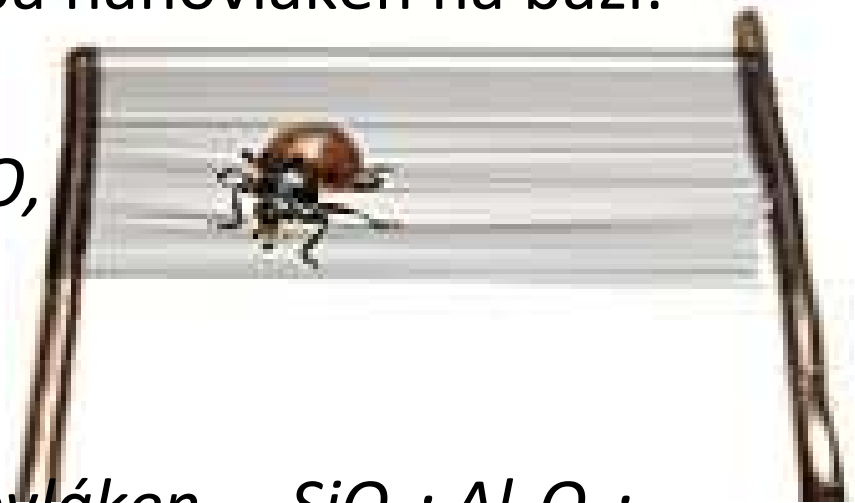


# Nový typ solárních článků



# Nanovlákná

- Technologie na bázi elektrospiningu nazvaná “*nanospider*” umožňuje výrobu nanovláken (*Technická univerzita v Liberci*).
- Elmarco s.r.o. Liberec - výroba nanovláken na bázi:  
*PVA, PVA C, PA 6, PA 6/12*  
*PA 12, PAA, PAN, PEOX, PESO,*  
*PS, PUR, PVP, PVP – I,*  
*CHITOSAN, GELATINE*
- i výrobu *anorganických nanovláken* –  $SiO_2$ ;  $Al_2O_3$ ;  
 $ZnO$ ;  $TiO_2$ ;  $ZrO_2$
- 



# Nanovlákná

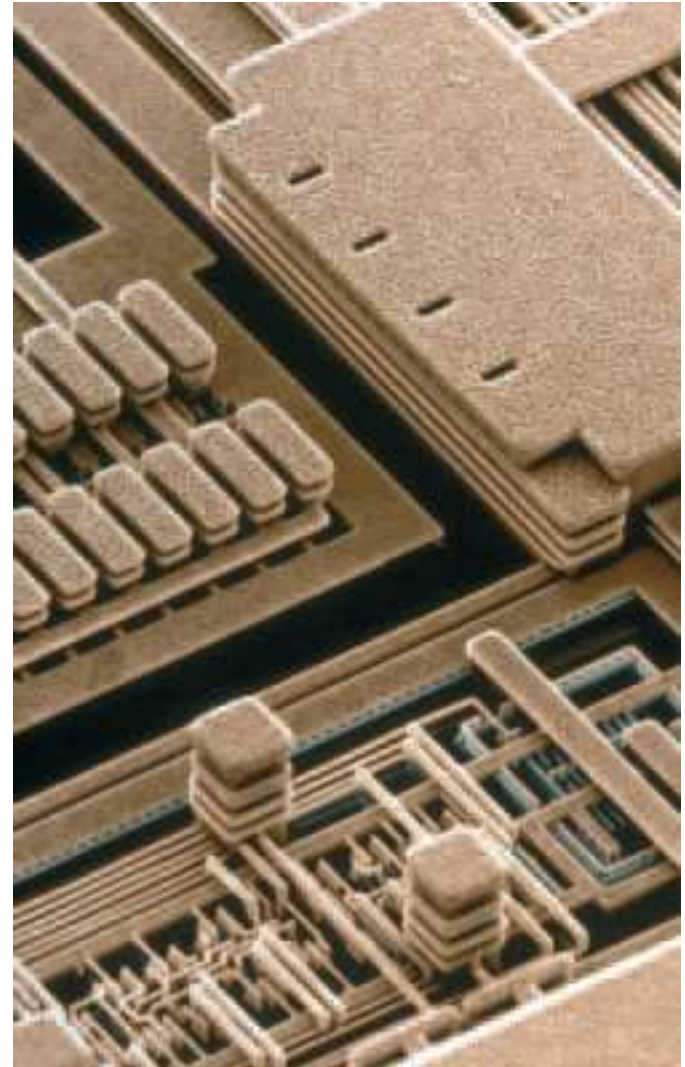
- *Filtry s nanovláknny* - neprůchodnost mikročastic či mikroorganismů, dokonce i virů.
- *Elektrostaticky zvlákněná polymerní nanovlákná* - kosmetická pleťová maska pro hojení pleti, její čištění nebo pro léčebné účely.
- *Medicína a hygiena* - Struktura nanovláknenné textilie je podobná struktuře mezibuněčné hmoty lidské tkáně
- *Krycí a obvazový materiál*

# Nanovláknna

- *Ochranné oděvy*
- *Bariérové materiály* - mají ochránit pacienta a personál před infekcí a zabránit prosáknutí tělních tekutin.
- *Hydrofobně upravené nanomateriály* se stávají vodoodolnými, a zároveň stále umožňují prostup vzduchu

# Nanotronika

- *Obor elektroniky pracující ve velikostech nanometrů.*
- Design počítačových **čipů**, u nichž se používají **tranzistory o velikosti zhruba 100 nm** a jichž se vejde na **uhlíkovou destičku cca 100 milionů**, a očekává se, že **do roku 2012** toto číslo vzroste až na **jednu miliardu** a **běžně tranzistory se zmenší na 45 nm**.



# Nanostříbro

- Antimikrobiální účinky - dochází k denaturaci disulfidových vazeb v buněčných membránách bakterií
- lékařské přístroje
- Textil
- klávesnice pro počítače
- automobilový průmysl
- sportovní předměty
- kosmetika, hračky, nátěry podlah a zdí aj.( Ponožky nanosilver jsou u nás běžně dostupné za cca185 Kč.)
- nádoby na potraviny, chladničky, mrazničky.



# Nano ZnO

- vynikající antibakteriální účinky a vynikající fyzikální stabilitu
- neodbarvuje, nevyžaduje k aktivaci UV světlo
- využití v medicíně, kosmetice, při výrobě živočišných krmiv a veterinárních léčiv, v průmyslu pryže, keramiky, textilním, barev...
- chránit před oběma složkami UV světla (UVA a UVB)
- Plastový obal se zabudovanými nanočásticemi ZnO vyvinula firma SongSing Nano Technology

# *Nano Silikony*

- Ohnivzdorné sklo kryjí silikonové nanočástice, které napomáhají skleněným tabulím déle než *dvě hodiny vzdorovat teplotám až do 980°C.*

# Nano TiO<sub>2</sub>

- Nanoprášky TiO<sub>2</sub> se nyní běžně používají v kosmetice, v krémech na obličej, v opalovacích pleťových vodách a krémech pro své fluorescenční a antibakteriální účinky.
- Společnost PPG industries využívá nanočástice oxidu titaničitého pro přípravu skleněných desek, které neodrážejí světlo a nikdy je není třeba mýt.
- Nanosenzory přečišťování vody
- Klíčová vlastnost těchto nových filtrů je to, že částice mají obrovský povrch v poměru ke své váze. Jeden gram nanokuliček odpovídá celkové ploše 1000 metrů čtverečních.
- Potravinářství
- Potravinářské společnosti začali experimentovat s nanočásticemi, které změní barvu, pokud je potravinu napadena nebo kontaminována bakteriemi jako např. E.coli.

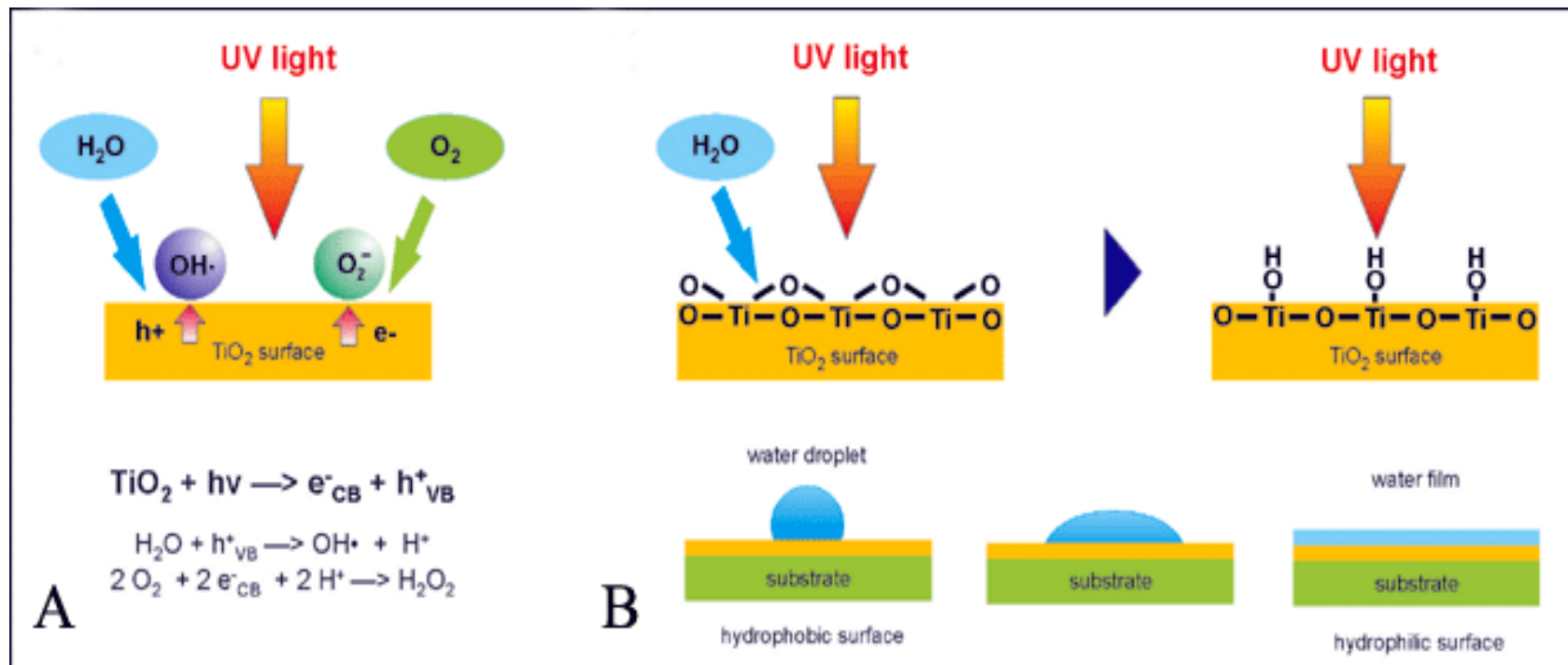
# TiO<sub>2</sub>

- *Vlastnosti fotokatalytického působení anatasové formy nanokrystalického TiO<sub>2</sub>*

Jednou z těchto vlastností je **fotokatalytická aktivita** umožňující působením *ultrafialového záření* ( $\lambda < 390 \text{ nm}$ ) degradovat na povrchu nanočástic TiO<sub>2</sub> veškeré *organické struktury, včetně mikroorganismů*. V přítomnosti *vody a kyslíku* se tyto částice na povrchu TiO<sub>2</sub> transformují na *vysoce reaktivní radikály* (příklad A)

- *Druhou významnou vlastností anatasu je jeho **fotokatalyticky indukovaná superhydrofilita**. Působením ultrafialového záření se však povrch anatasu stává *silně hydrofilním*, vodní kapičky se spojí a vytvoří na něm dokonale průhledný molekulární film, po kterém další voda snadno stéká* (příklad B).

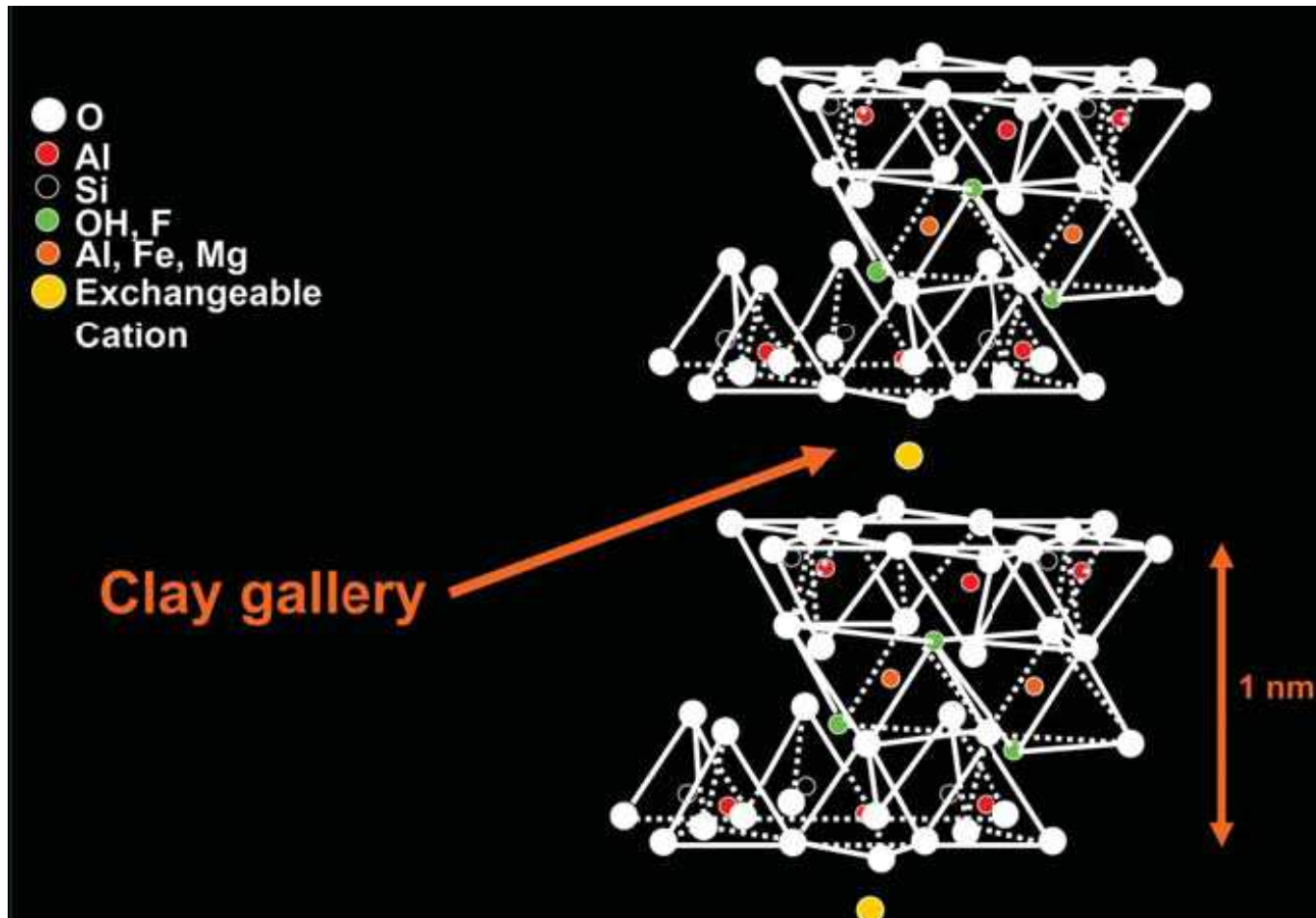
# TiO<sub>2</sub>



# Nanokompozity polymer–jíl

- Nanokompozity polymer-jíl ; plasty s homogenně dispergovaným malým množstvím částic nanojílů. Jílové materiály (též vrstevnaté silikáty) mají schopnost přijímat do své vlastní krystalové struktury velké organické molekuly, polymery nebo velké komplexní ionty.

# Nanokompozity polymer–jíl



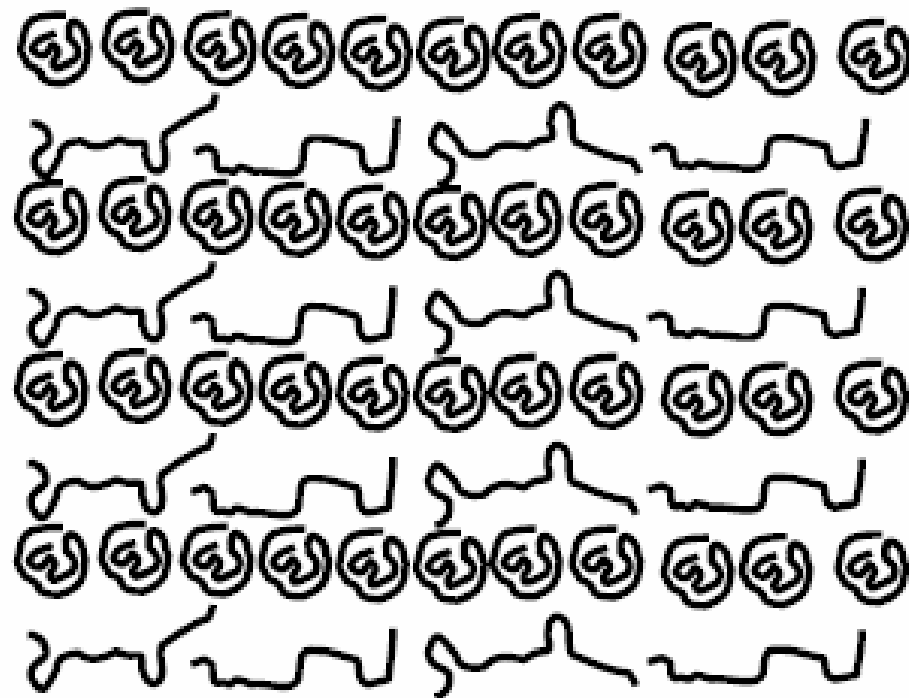
# Plasty s lepšími bariérovými vlastnostmi

- Společnosti Nycoa, Bayer, Honeywell a Nanocor používají silikáty ve formě nanočástic do nylonu 6.
- V České Republice patří k nejslibnějším výzkum nanokompozitů polymer-jíl ve Fatře Napajedla..



# Nanolamináty. Vytváření jedlých fólií a potahů.

Nanolaminát tvořený globulární bílkovinou a polysacharidem



# Polyamidové nanokompozitní výrobky a výrobci

Výrobek	Region	Výrobce	Pryskyřičná matrice	www-stránka
Durethan® LDPU	Evropa	Lanxess	PA6	<a href="http://www.lanxess.com">www.lanxess.com</a>
NycoNano™	USA	Nycoa	PA6	<a href="http://www.nycoa.net">www.nycoa.net</a>
Argus™ NC	USA	Honeywell	PA6	<a href="http://www.honeywell.com">www.honeywell.com</a>
Nanoblend™	Evropa	PolyOne	PA6	<a href="http://www.polyone.com">www.polyone.com</a>
Nanomide™	Asie	NanoPolymer	PA6	<a href="http://www.nanopolymer.com">www.nanopolymer.com</a>
Ecobesta®	Asie	Ube Industrie	PA6 kopolymer	<a href="http://www.UBE.com">www.UBE.com</a>
Systemer	Asie	Showa Denko	PA6	<a href="http://www.showadenko.com">www.showadenko.com</a>
Imperm®	všechny	Nanocor	MXD6	<a href="http://www.nanocor.com">www.nanocor.com</a>

# Zeolity

- V ropné rafinerii Exxon Mobil v Luisianě slouží jako filtr bílá vrstva nanokrystalů připravených ze zeolitu. Surová ropa se při průchodu tímto sítem mění na naftu. Změnou nanostruktury zeolitu se změní vedlejší produkty.

# Nanotechnologie neexistující

- ***V roce 1861*** jako první popsal ***suspenzi obsahující částice o rozměrech 1-100 nm*** ***Thomas Graham***, britský chemik a nazval ji ***koloidním systémem***.
- Beárská omáčka (kapičky octa suspendované v roztaveném másle.)
- ***Koloidní systémy (Maxwell, Einstein ) na přelomu 19.-20. století a později vznikl i nový obor - KOLOIDNÍ CHEMIE. Krémy a nátěrové hmoty jsou rovněž koloidy. SAZE a pigmenty pro nátěrové hmoty mívají průměr okolo 100nm.*** Také v těchto případech se někdy mluví o nanotechnologiích. ***nejedná o nabídku nových vlastností souvisejících s nanorozměry, ale o původní známé materiály.***

# Konec

