

Nanotechnológia

História, dnešok, budúcnosť

Je to už 43 rokov od pamätnej prednášky laureáta Nobelovej ceny za fyziku Richarda Feynmana „There is plenty room at the bottom“, ktorú predniesol na výročnom zasadnutí American Physical Society v Kalifornskom Institute of Technology (Caltech), v ktorej predpovedal možnosť vytvárania materiálov a mechanizmov na úrovni atómov a molekúl. Feynman sa vtedy vyjadril, že to bude možné až vtedy, keď bude k dispozícii experimentálna technika, ktorá umožní manipulovať s „nano“ štruktúrami a merať ich vlastnosti.

Nano pochádza z gréckeho slova, ktoré znamená „trpaslík“. Nanometer je jedna miliardtina (10^{-9}) metra.

Nanotechnológiu môžeme definovať ako, inžinierstvo vo veľmi malej mierke a tento termín môžeme uplatniť v mnohých oblastiach výskumu a vývoja, napríklad v oblasti zdravia a lekárstva, IKT, energetiky a životného prostredia. Keďže existuje mnoho oblastí využitia a mnoho technológií a produktov, ktoré umožňuje nanoveda, hovoríme o „nanotechnológiách“.

Nenotechnológia je oblasť výskumu, ktorá v sebe zahrňuje veľké množstvo vedných disciplín ako sú fyzika, chémia, biológia, elektronika a iné. Z toho vyplýva, že táto oblasť vyžaduje interdisciplinárny prístup k riešeniu týchto odborne veľmi náročných problémov. Pred 10 – 15 rokmi sa vedci všetkých vedných disciplín začali postupne s narastajúcou intenzitou zameriavať na nanotechnológie a nanomateriály. Bol rozpoznaný skrytý potenciál problematiky a vo veľkom počte krajín boli vyhlásené výskumné programy zamerané na túto oblasť.

Nezaostali ani nadnárodné aktivity, ako napr. 5. rámcový program výskumu a vývoja EÚ, program COST, programy European Scientific Foundation (ESF) atď. Prioritné orientácie na nanotechnológie nájdeme aj v tematickom zameraní 6. rámcového programu výskumu a vývoja EÚ. Na oblasť nanotechnológie a nanomateriálov je tiež v rozsiahlej miere sústredená aj inštitucionálna podpora výskumných pracovísk, vznikajú siete zamerané na rôzne vedné odbory v oblasti nanotechnológií, vydáva sa množstvo monografií a na oblasť nanorozmerov sa orientujú novo-vznikajúce periodiká a klasické časopisy.

Ciele, ktoré chceme v tejto oblasti dosiahnuť:

- vytvorenie podmienok pre technologickú a komerčnú spoluprácu slovenských a zahraničných firiem,
- prezentáciu progresívnych a inovatívnych trendov, výmenu skúseností a získavanie nových poznatkov o jednotlivých progresívnych technológiách,
- transfer technológie a know-how medzi firmami v rámci SR, EÚ a asociovanými krajinami, uľahčenie prístupu k európskym zdrojom na vývoj a aplikáciu nových technológií pre slovenských klientov

Nanotechnológia je v širšom slova zmysle definovaná ako „príprava, charakterizácia a využitie materiálov, zariadení a systémov s rozmermi 0.1 až 100 nm, v ktorých sa výrazne prejavujú zosilnené fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti, funkcie a javy vyvolané ich nanorozmermi“. V užšom slova zmysle, pod nanotechnológiou rozumieme objekty, ktorých aspoň dva rozmery sú rádovo nanometre.

Moderné technológie prípravy nanomateriálov môžeme podľa technologického postupu rozdeliť na dve skupiny.

Prvá z nich, prístup “zdola nahor” je charakteristická vytváraním nanomateriálov využitím rôznych procesov rastu, resp. skladaním nanoobjektov z atómov. Takýmto spôsobom vytvorené nanočastice sa môžu napríklad procesom tzv. samoorganizácie usporiadať do väčších celkov vytvárajúcich základnú symetriu kryštálovej mriežky.

Druhý prístup „zhora nadol“ je opačný - z materiálov s charakteristickými rozmermi rádu milimetrov sa vytvárajú „súbory“ objektov nanometrových rozmerov. Sem patria litografické metódy tvarovania tenkých vrstiev, ale aj napr. metóda mletia práškov v guľových mlynoch.

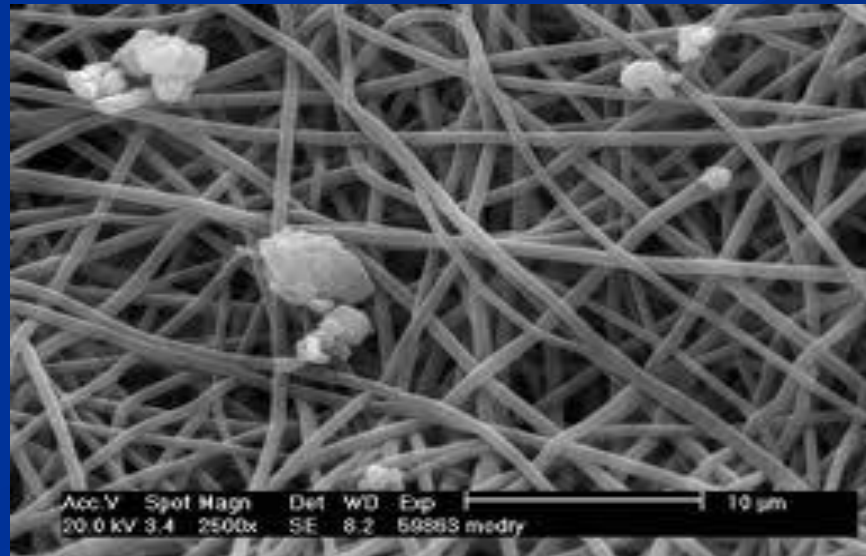
Túto metódu ovládali už starí Egypťania a Číňania, ktorí mletím hornín v guľových mlynoch dosiahli, že veľkosť častíc pigmentov určitých farieb bola menšia ako $1\ \mu\text{m}$, čím dosiahli výraznejšie farebné odtiene.

Aplikácia nanotechnológií

Materiálové inžinierstvo

- patrí sem najmä výskum a vývoj nových druhov materiálov. Sú to napr. nanotextílie s veľmi dobrými filtračnými vlastnosťami.

*Filtrácia vody
nanotextíliou*



Nanočastice majú uplatnenie

- v lekárstve

filtračné metódy, detoxikácia tekutín a krvi,

- v chemickom priemysle

katalyzátory chemických reakcií,

- v automobilovom priemysle

spevnenie pneumatík, vylepšenie airbagov.

- v technickom priemysle

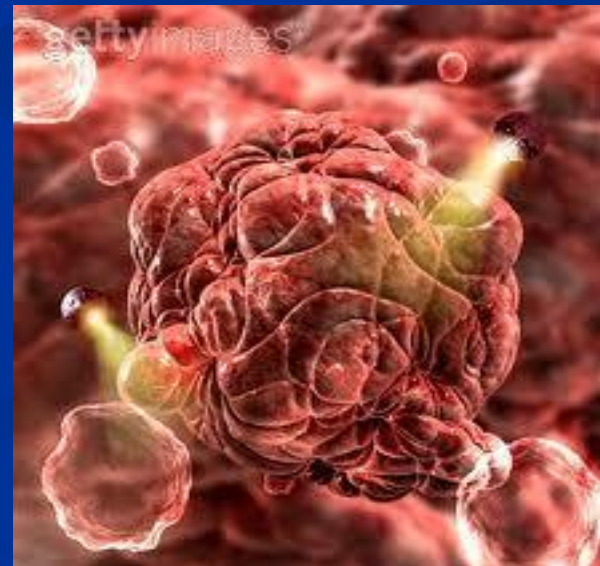
nanopigmenty do priemyselných farbív, prísady do farebných skiel, laky s reflexnými vlastnosťami, oteruvzdorné nanovrstvy,

- pri ochrane životného prostredia

čistenie podzemných vôd, detoxikácia územia.

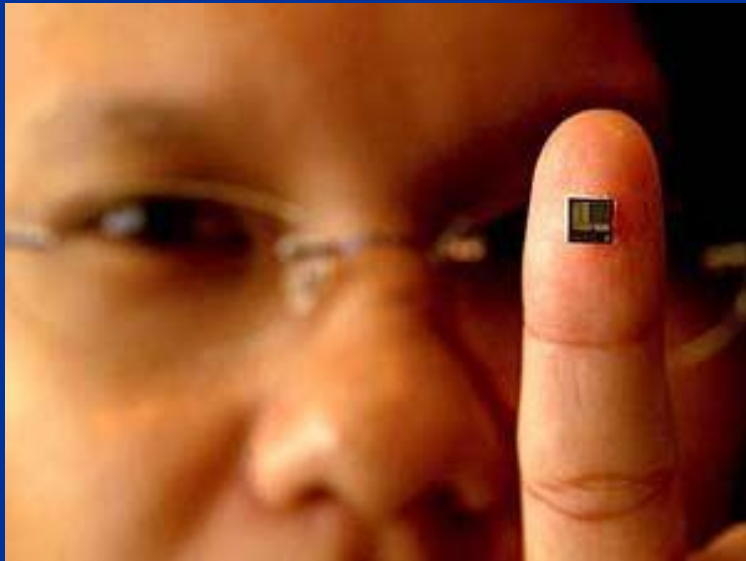
Nanobiotechnológia (aplikácia v medicíne)

– ide o nové diagnostické metódy (napr. použitie fluorescenčných častíc pre odhalenie nádoru, analýza genetických a infekčných chorôb, výskum liečiv). Ďalšími oblasťami záujmu sú cielené dopravy liekov, nové metódy likvidácie nádorových ochorení či molekulárna analýza.



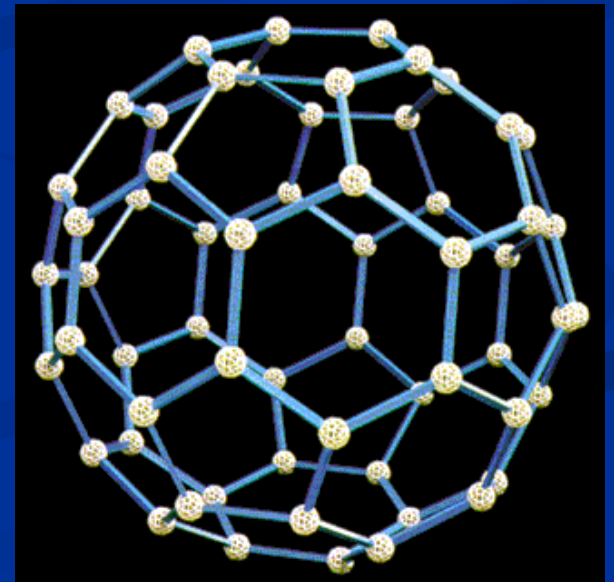
Informačné technológie (nanooptika, nano-elektronika)

– výskum sa sústreďuje na tvorbu nových typov tranzistorov čítacích hláv harddiskov, ktoré majú väčšiu kapacitu a výkonnosť.



Najvýznamnejším objavom v tejto oblasti sú tzv. fullerény alebo uhlíkové trubičky.

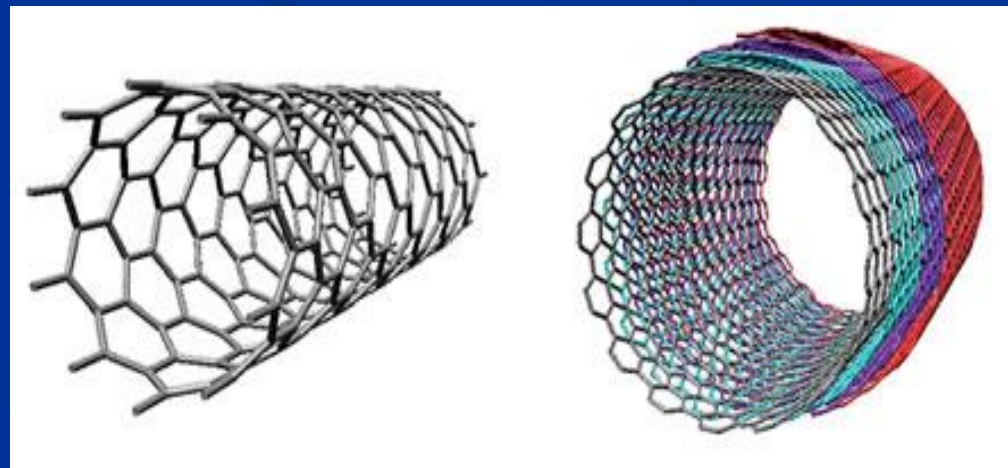
Fullerény sú novo objavené sférické molekuly, zložené z päť alebo častejšie so šesťčlenných kruhov atómov uhlíka. V priestore sú tieto molekuly usporiadané do guľovitého tvaru a sú mimoriadne odolné voči vonkajším fyzikálnym vplyvom. Zatiaľ najstabilnejší známy fullerén je molekula, obsahujúca 60 uhlíkových atómov. Fullerény sa umelo pripravujú pyrolýzou organických zlúčenín laserom.



fullerén

Nanorúrka je makromolekula uhlíka, ktorá vznikne zrolovaním jednej grafitovej vrstvy do tvaru valca. Grafitové vrstvy sú tvorené šesťuholníkmi a svojim tvarom pripomínajú včelí plást. Podľa toho, či štruktúra pozostáva len z jedného alebo z viacerých valcov delíme nanorúrky na jednovrstvové (vľavo) alebo viacvrstvové (vpravo). Pri viacvrstvových je medzera medzi jednotlivými vrstvami len 0,34 nm. Podľa usporiadania atómov uhlíka v štruktúre môžu mať nanorúrky vlastnosti kovov alebo polovodičov.

nanorúrky



Nanotechnológie a nanomateriály sú technológie, ktorým sa predpovedá veľká budúcnosť. Sú to technológie, pri ktorých dochádza k zámernej manipulácii hmoty na atomárnej, resp. molekulárnej úrovni. Výsledkom takejto manipulácie sú konfigurácie, ktorých najmenší rozmer sa pohybuje na úrovni nanometrov, teda miliardtín metra čiže milióntin milimetra.

Na porovnanie: ľudský vlas je oproti týmto štruktúram monštrum s priemerom 80 000 nm a dĺžkou, ktorá výrazne presahuje záujem nanotechnológií.

Nanotechnológie v automobilovom priemysle

Prvou oblasťou masového nasadenia mikrosenzorov využívajúcich nanotechnológie sa stal dobre známy airbag. Prvé airbagy disponovali elektronikou a najmä senzormi, ktoré boli také veľké, že nebolo možné ich umiestniť priamo do konštrukcie airbagu. Nachádzali sa pod kapotou vozidla za prednou maskou.

V takomto usporiadaní však nebolo možné detegovať náraz z boku, a teda sa nemohli využiť ani bočné airbagy.

Nanotechnológie umožnili zmenšiť senzory až na desatinu ich pôvodnej veľkosti, vďaka čomu tvoria s airbagom kompaktný celok. Otvorila sa tak možnosť montovať airbagy na ľubovoľné miesto v automobile.

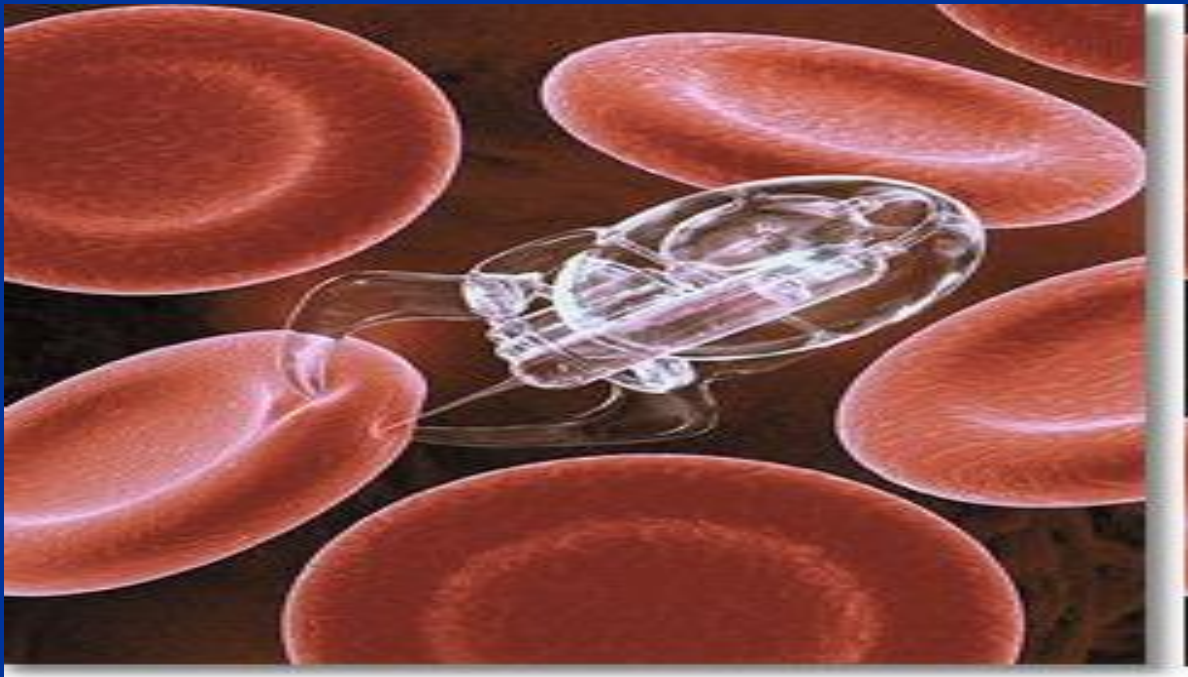


Nanotechnológie v medicíne

V medicíne sa očakáva možnosť zavedenia mikrorobotov do ľudského tela. Tie by boli schopné putovať krvou a identifikovať jednotlivé štruktúry, či už ako prináležiace ľudskému telu, poškodené elementy, alebo cudzie štruktúry.



Nanoroboty by mali pomôcť imunitnému systému bojovať proti nákaze, s ktorou si nevie rady, alebo opravovať poškodené tkanivá. Významnou mierou by sa mali podieľať aj na produkcii liečiv.



Koniec chemoterapie???

Nanočastice, ktoré navrhol prof. J. Manuel Perez a jeho kolegovia na University of Central Florida, by mohli jedného dňa nájsť a ničiť nádory, čo by pacientov oslobodilo od toxickej chemoterapie celého tela. Perez a jeho tím použili pri výskume bunkových kultúr liek nazývaný Taxol, pretože je to jeden z najčastejšie používaných prípravkov chemoterapie. Taxol má bežné množstvo nežiadúcich účinkov, pretože v tele okrem rakovinových buniek ničí aj zdravé tkanivá.

Nanočastice nesúce Taxol, ktoré navrhli v Perezovom laboratóriu, sú modifikované tak, že dodajú liek len do chorej bunky, čo dovoľuje liečiť rakovinu bez poškodenia zdravých častí tela.

Pretože nanočastice nesú aj fluorescenčné farbivo a magnetické jadro z oxidov železa, ich pozíciu v tele možno pozorovať pomocou magnetickej rezonancie a optického snímokovania. Lekárom to dovoľuje sledovať reakcie nádoru na liečbu.

Nanotechnológie v priemysle

Medzi pozoruhodné oblasti výskumu v rámci nanotechnológií patria nanorúrky.

Mnohými parametrami predstihnú klasické materiály 100, niekedy aj 1000 násobne.

Sú silnejšie ako oceľ, pritom pružné ako plast, vedú elektrický prúd lepšie ako akýkoľvek iný materiál. Sľubujú veľa prevratných zmien vo viacerých oblastiach priemyslu.

Najjednoduchšie si možno nanorúrky predstaviť ako vrstvu štruktúry grafitu, ktorá je skrútená do tvaru rúrky. Môžu byť aj viacstenné, keď sa skladajú z viacerých zrolovaných vrstiev grafitu, pričom takto usporiadané nanorúrky majú spoločnú os.

Vo viacstenných je medzi jednotlivými nanorúrkami veľmi nízke trenie. Je to veľmi významná kinetická vlastnosť, využitelná vo veľmi presných ložiskách na molekulovej úrovni.



Využitie nanorúrok

Nanorúrky sa vyznačujú nezvyčajnou pevnosťou. Sú až 100-násobne pevnejšie ako oceľ, pričom sú 6-násobne ľahšie.

Na porovnanie: kevlar je materiál používaný pri konštruovaní nepriestrelných viest alebo membrán reproduktorov, je iba päťnásobne pevnejší ako oceľ pri rovnakej hmotnosti.



Nanorúrky sú vynikajúcimi vodičmi elektrického prúdu a tepla.

Jednovrstvové nanorúrky sú schopné samoopravovania. Chýbajúci atóm uhlíka v štruktúre je totiž nahradený posunom iných atómov tak, aby štruktúra nanorúrky zostala v perfektnom stave.

Nanorúrky by sa mohli stať súčasťou špeciálnych textílií. Pevnosť nanorúrok je využiteľná v tkaninách určených pre obranný priemysel. Počíta sa aj s tkaninami chrániacimi pred účinkami výbuchov. Jeden z problémov pri konštruovaní e-textílií je ten, že vodiče, ktoré musia byť do nich votkané, sú mechanicky namáhané a často sa lámu, čím tkaninu znehodnocujú.



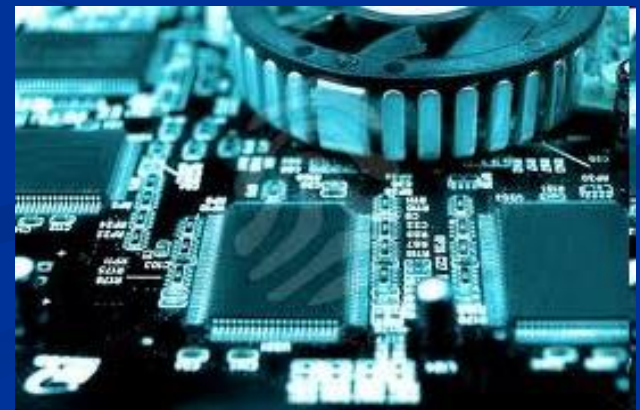
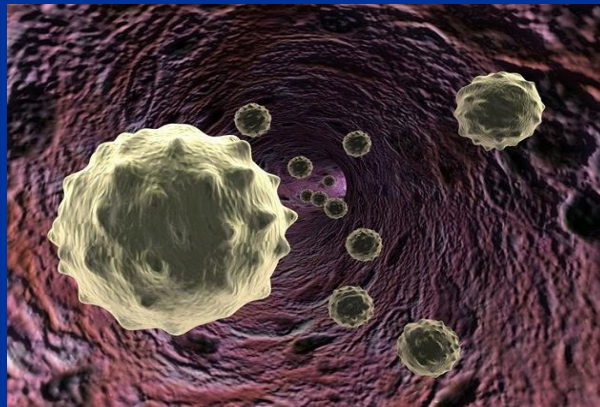
Nanorúrky okrem svojich elektrických vlastností disponujú aj potrebnou mechanickou odolnosťou. Elektronické textílie by mohli obsahovať senzory a vodiče a mali by dať možnosť monitorovať tak stav prostredia, v ktorom sa nachádzajú, ako aj základné parametre ľudského tela v prípade, ak z nich bude ušitý odev. Tieto vlastnosti by dokázala využiť armáda pri monitorovaní stavu bojiska, ako aj zdravotného stavu vojakov. Ale to už je na úrovni fantázie ...

Nanotechnológie v biologických a umelých materiáloch

Spojenie biologického a umelého materiálu prinesie revolúciu v oblasti počítačov. Výskumníci pracujú na integrácii nanotechnológií s biologickými materiálmi.

Cieľom je vytvoriť výkonnejšie počítače, kvalitnejšie lekárske nástroje a dokonca aj protézy.

Na spojení počítača a elektronických technológií s biologickým materiálom pracujú už dlhší čas aj ďalšie vedecké tímy. Napríklad výskumníci z Massachusettského technologického inštitútu oznámili, že sa im podarilo skombinovať nanotechnológiu s geneticky upraveným vírusom. Vďaka tomu bude možné vyrábať vysokovýkonné batérie, ktoré budú schopné dodávať energiu tak pre hybridné vozidlá, ako aj pre obyčajné mobilné telefóny.



Odvrátená tvár nanotechnológií

Pre veľa laikov sú nanomateriály a nanotechnológie vďaka rôznym formám sci-fi opradené rúškom tajomstva a vyvolávajú prirodzený strach z neznámeho. Žiaľ, mnohé z obáv spojených s manipuláciami na molekulárnej úrovni vôbec nie sú nepodložené. Zbrane, ktoré dokážu pracovať na úrovni atómov, sa môžu stať oveľa ničivejšími a hlavne dostupnejšími ako dnes známe formy. Populárne príklady sú medziiným umelý hmyz nesúci smrteľnú dávku jedu, mikroskopické počítače či materiály nezachytiteľné radarom.

Nebezpečenstvo spočíva aj v produkcii veľkého množstva mikrozariadení, ktoré rozprášime do prostredia. Tie nebudú rozložiteľné možno až po dlhé stáročia. Vlády jednotlivých štátov sa snažia regulovať nanotechnológie už v počiatkových fázach rozmachu.

