

Nanomateriály:
nanofiltre,
PAMAM dendriméry,
gel, aerogel,
nanomesh

Nanofiltre

OBSAH:

Výroba nanofiltrov

Vlastnosti nanovláknenných vrstiev

Schopnosť nanofiltrov

Nevýhody nanofiltrov

Využitie nanofiltrov

VÝROBA:

Pri výrobe sa používajú vlákna s priemerom
50 – 500 nm

Poskladaním vlákien získame vysokú póro-
vitosť a malú veľkosť pórov

Vlastnosti nanovláknenných vrstiev pre filtre

nízka hmotnosť

veľký merný povrch

hydrofóbne vlastnosti

schopnosť naviazať aktívne prvky

filtrácia biologických nečistôt

zamedzenie rastu zachytených nečistôt

malá veľkosť pórov

vysoká pórovitosť

Nanovlákná s priemerom 50 – 500 nm



Nanovlákná majú schopnosť odpudzovať vodu čiže je to hydrofóbny materiál. Preto je možná široká použiteľnosť nanofiltrov do prostredia s vysokou vlhkosťou kedy nedôjde k zavlhčeniu pórov a následnému zaneseniu pórov.

Nanovlákná na seba viažu aktívne prvky, ktoré pohlcujú pachy. V automobilovom priemysle hlavne výfukové plyny.

Nevýhody nanofiltrov

Nevýhodou je ich vzdušná priepustnosť oproti bežným filtrom. Nanofilter vykazuje vysoké množstvo pórov, samozrejme miniatúrny priemer pórov značne obmedzuje prúdenie vzduchu cez nanofilter. Pre zaistenie dostatočného prúdenia vzduchu v interiéri automobilu je nutné zvýšiť výkon ventilátoru pre nasávanie vzduchu.

Ďalšie nevýhody nanofiltrov

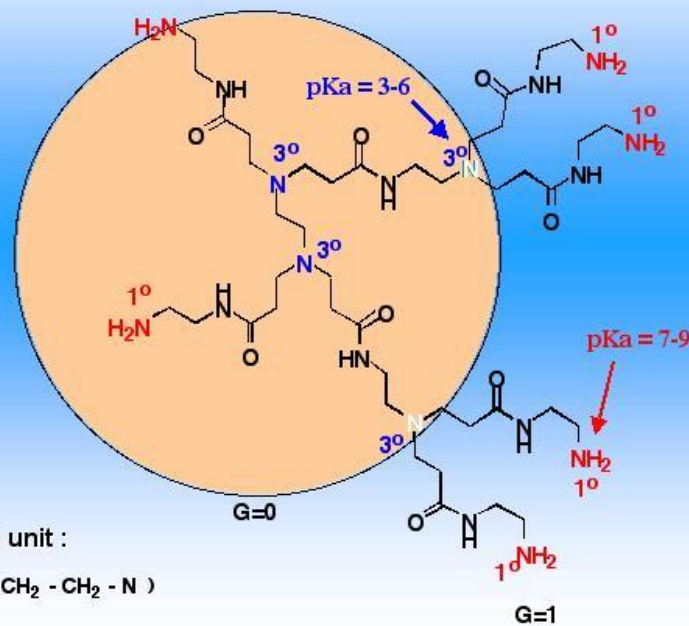
Nanočastice môžu prenikáť fyziologickými bariérami do živých buniek a sú tak schopné narušiť biologické procesy. Vdýchnuté nanočastice prejdú dýchacím ústrojenstvom a usadia sa na pľúcach, odkiaľ môžu preniknúť do krvného obehu a putovať tak po celom tele, dokonca tiež preniknúť do mozgu.

Využitie

Nanovláknenné materiály vykazujú zvuko-absorbčné vlastnosti a je tak možné ich potenciálne použitie v automobilovom priemysle pre znižovanie aerodynamického hluku a tiež znižovanie hluku z motorového priestoru prenikajúceho do interiéru automobilu.

Poly(amidoamínové) PAMAM dendriméry

Polyamidoamine (PAMAM) Dendrimers



Repeating (monomer) unit :



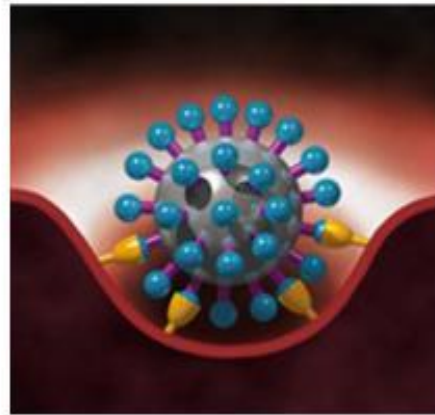
PAMAM dendriméry sú novým typom syntetických polymérov, ktoré sa vyvíjajú v rámci nanotechnológií.

Dendriméry (z gréckeho slova dendrón = strom) sú komplexné makromolekuly s vysoko organizovanou priestorovou štruktúrou.

Základnou stavebnou jednotkou dendritickej štruktúry je monomér, vetviaca sa jednotka.

Postupným spájaním vetviaceho sa monoméru do stromovitej štruktúry vzniká dendrón.

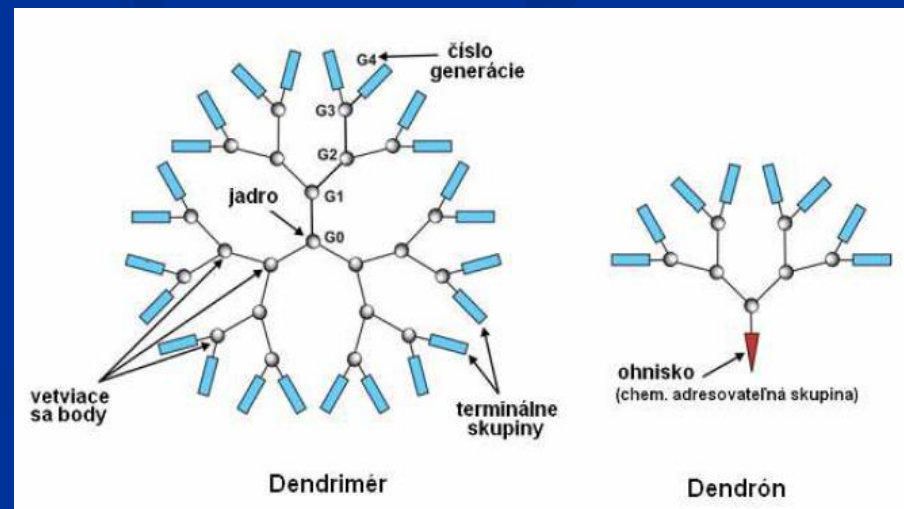
Koruny molekulárnych stromčekov môžu byť tvorené najrôznejšími funkčnými skupinami atómov, ktoré po kovalentnom naviazaní dendrónov k jadru vytvárajú vonkajšiu vrstvu dendriméru.



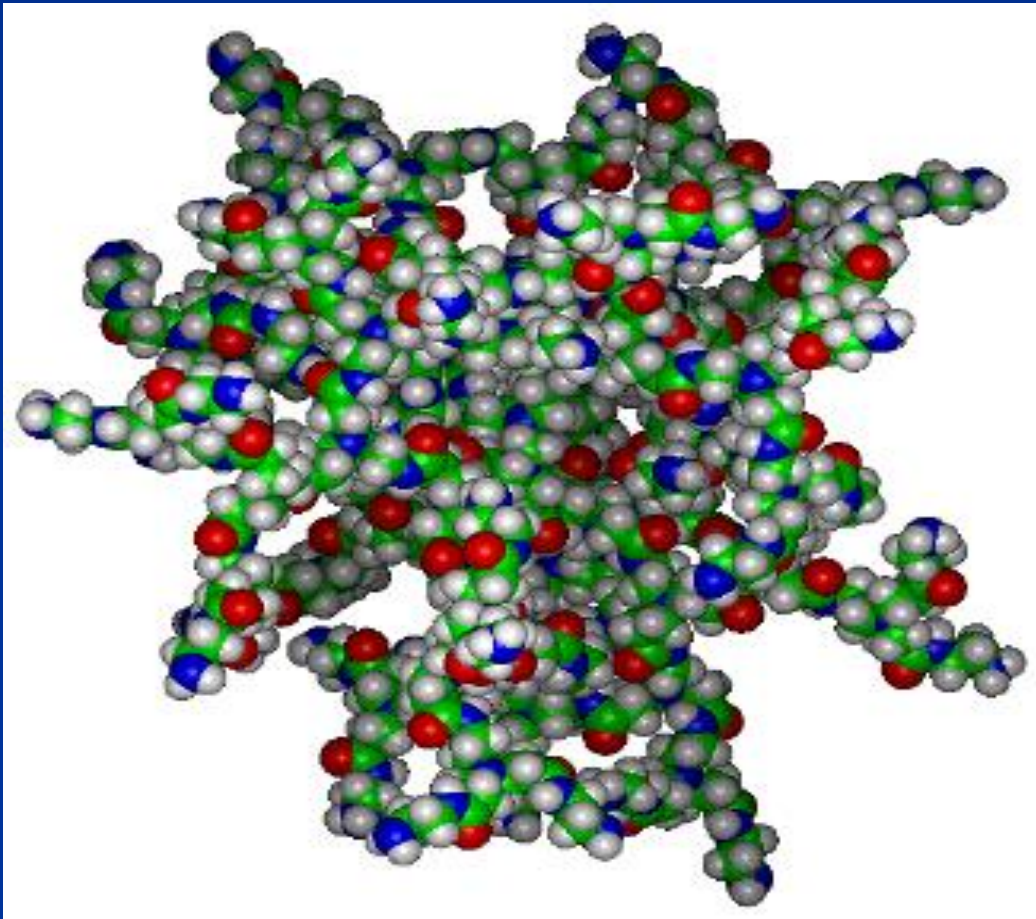
Dendrimer

Rozlišujeme tri hlavné komponenty:

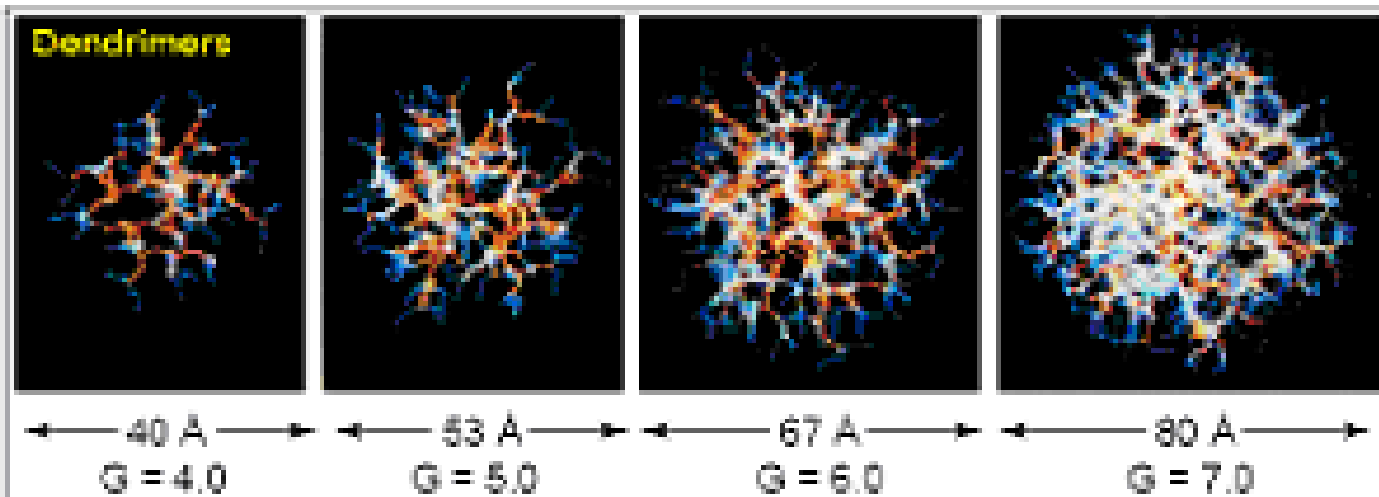
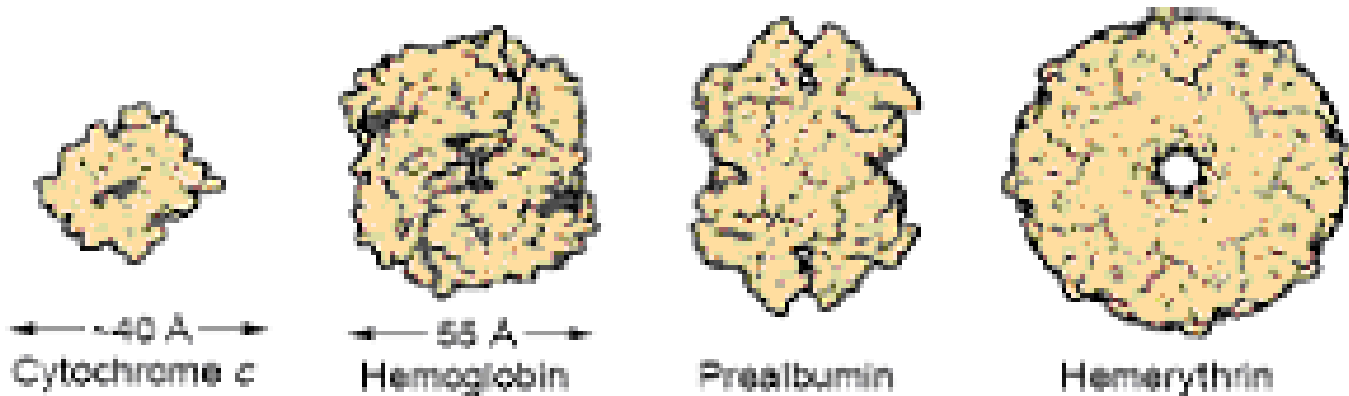
- jadro
- interné vrstvy (generácie) pozostávajúce z opakujúcich sa jednotiek radiálne pripojených k jadru
- externá vrstva (terminálne skupiny) pripojená ku krajnej vnútornej generácii



Polomer vznikajúcich útvarov sa pohybuje v nanomerítke s počtom generácií narastá lineárne



Veľkosť dendrimérov v porovnaní s veľkosťou niektorých proteínov

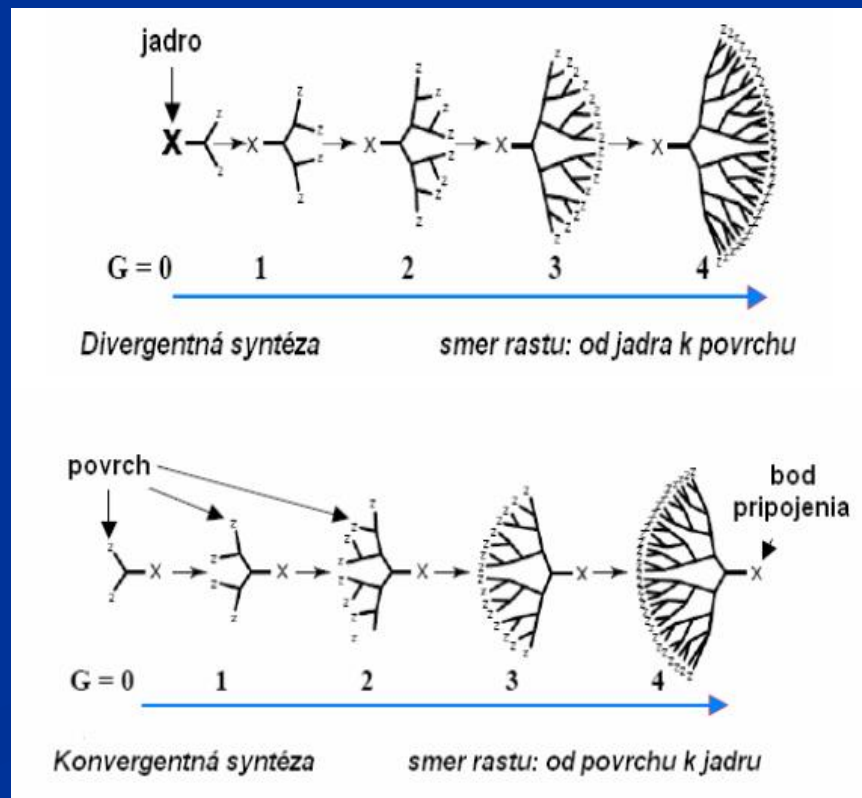


Existujú dve hlavné metódy prípravy dendrimérov:

- divergentná
- konvergentná

Odpoveďou na nedostatky divergentnej metódy bolo vyvinutie konvergentnej metódy.

Pri syntéze dendrimérov týmto spôsobom dochádza k rastu molekuly od povrchu smerom ku stredu. Vzniknuté dendróny potom reagujú s jadrom za vzniku dendriméru.

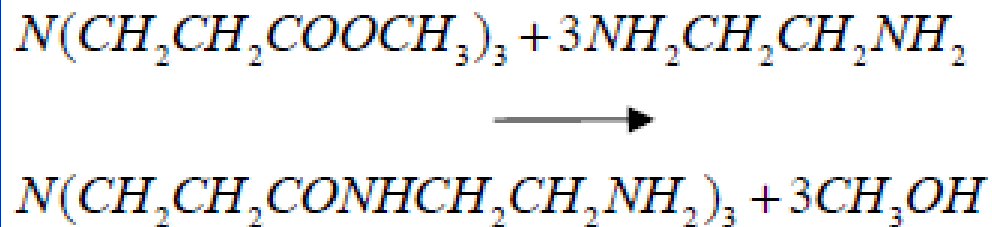


Prvými nasyntetizovanými dendrimérmí boli polyamidoamine (PAMAM) dendriméry

molekula amoniaku je použitá ako jadro, v prítomnosti metanolu reaguje s metylakrylátom:



Následne je pridáný etyléndiamín:



Vlastnosti PAMAM dendrimérov v závislosti na generácii

uniformný tvar

chemická stabilita

nízka toxicita

cielená modifikácia povrchových skupín, ktoré
predurčili ich použitie

VYUŽITIE:

aplikácie zahŕňajú vývoj optických prístrojov a ampérometrických molekulových senzorov, gélovú elektroforézu, heterogénnu katalýzu analytickej chémie, pri elektrokinetickej a iontomeničovej chromatografii a imunoscúškach

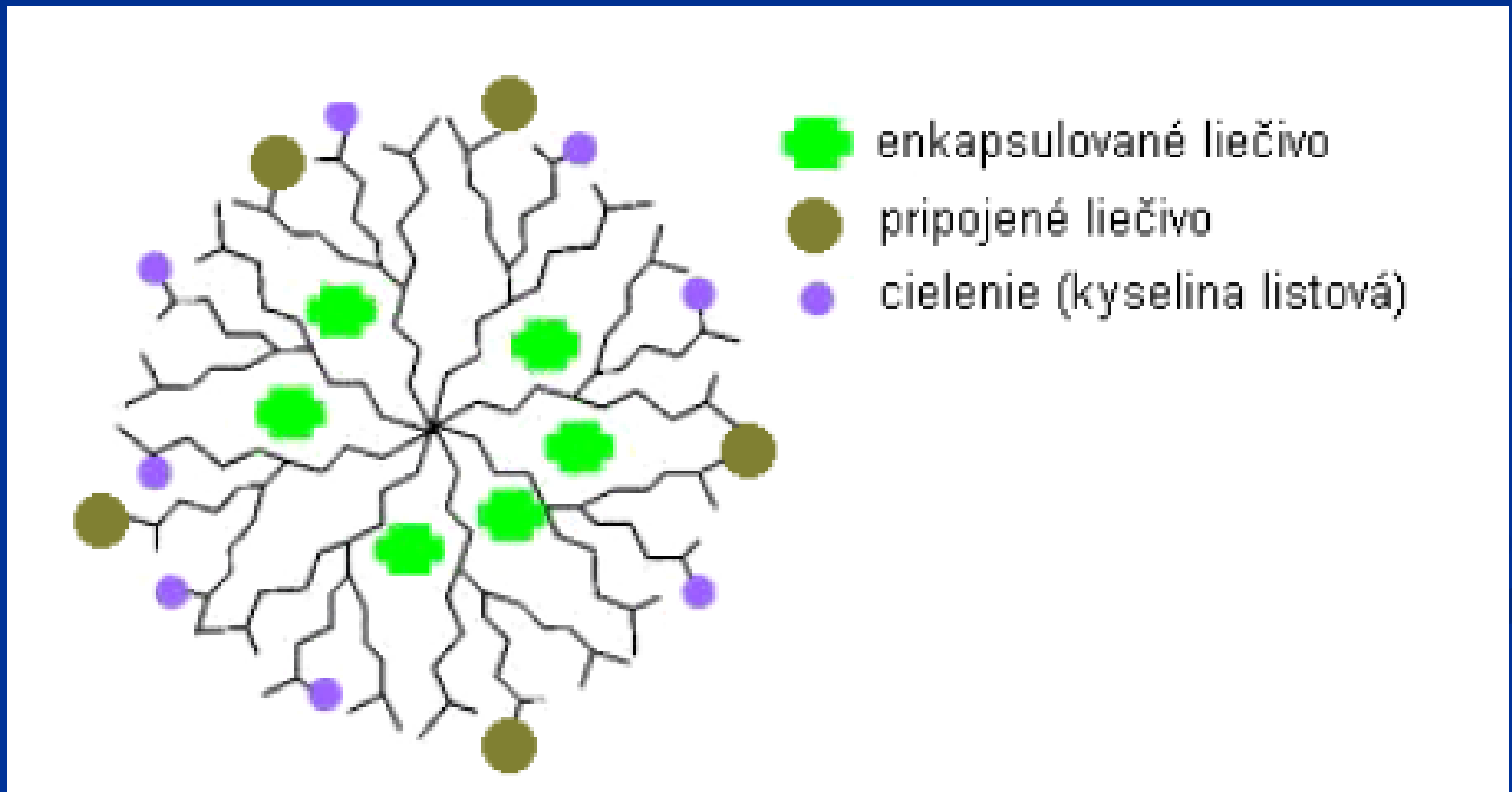
aplikácia v biológii a medicíne napr. na dendriméroch založené diagnosticko-kontrastné testy, géno-terapeutické vektory, vakcíny, prenášače liekov a liečba rakoviny

Dendrimér ako transportný systém liečiva

dodávka liečiva priamo do cieľového tkaniva

- **dodávka liečiva tohto charakteru je vysoko žiadúca v protinádorovej a protizápalovej terapii príkladom bunkovo špecifického dendritického nosiča je dendrimér modifikovaný kyselinou listovou**
- **takto konjugované dendriméry sa ukazujú byť vhodné pre cielené rakovinovo špecifické dopravovanie cytotoxických substancií liečiv**

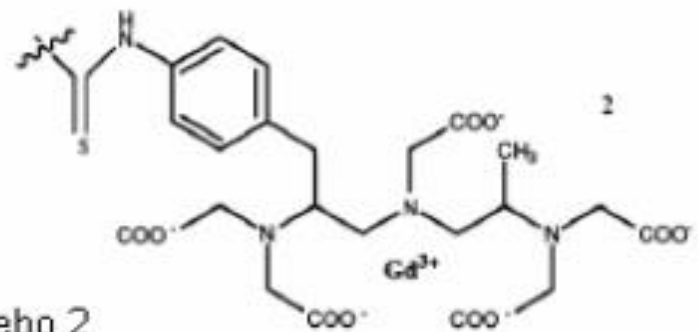
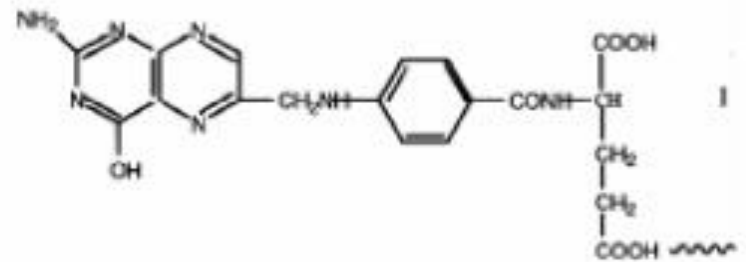
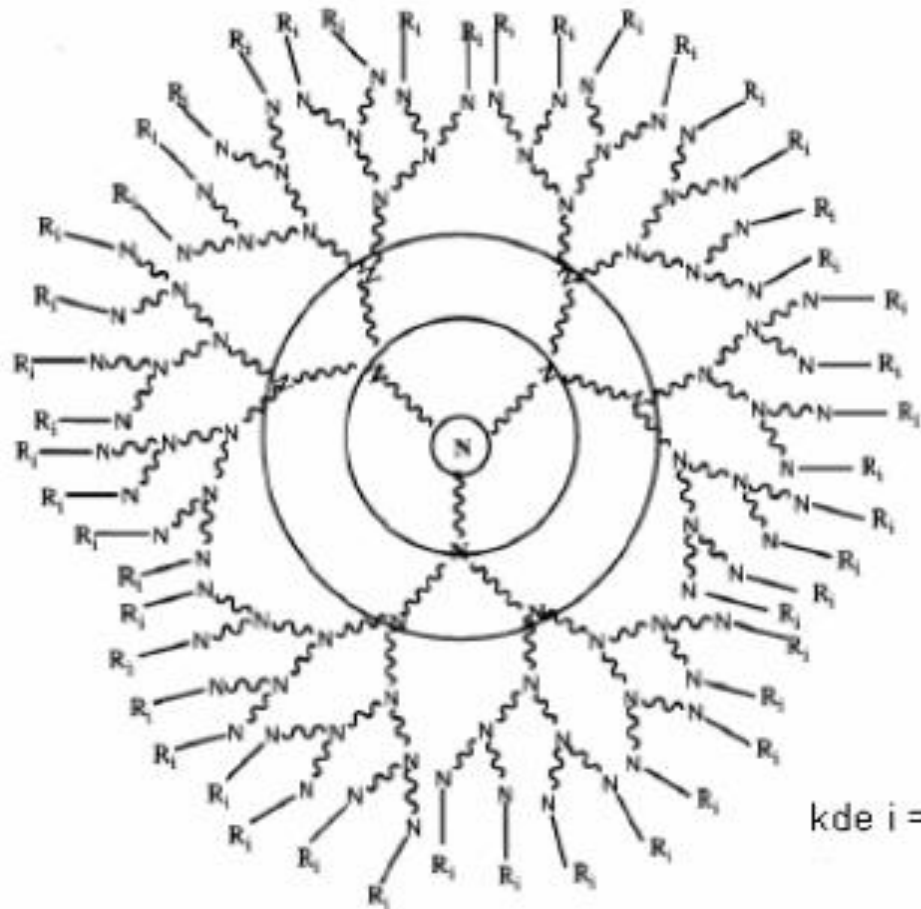
Schématické znázornenie dendriméru ako kostry pripojenia rôznych modifikátorov



Dendrimér ako kontrastná látka v NMR zobrazovaní

využitie dendrimérov k zobrazovaniu orgánov,
krvného riečišťa tkanív – v NMR zobrazovaní
neproblematické konečné odstraňovanie z
organizmu
neobyčajná stálosť

Príklad dendriméru používaného ako kontrastná látka v NMR



kde $i = 1$ alebo 2

GÉLY

ÚVOD

Niektoré koloidné disperzie pevných látok v kvapalinách majú schopnosť vytvárať gély.

Gély sú systémy tvorené trojrozmernou sieťou, ktorá vytvára súvislú štruktúru, prestupujúcu celým disperzným prostredím. Disperzné častice nie sú schopné sa nezávisle pohybovať disperzným prostredím. Aj keď je disperzné prostredie kvapalné, vďaka tomuto usporiadaniu majú gély mechanické vlastnosti tuhého stavu a aj keď obsahujú 99,9 hm.% kvapaliny, chovajú sa ako tuhé látky.

Pod pojmom gél sa obvykle rozumie systém, ktorý obsahuje kvapalné disperzné prostredie – lyogél a tak isto aj xerogély, ktoré vznikajú vysušením lyogélov.

ZÁKLADNÉ ROZDELENIE GÉLOV

Podľa správania sa vo vysušenom stave

Reverzibilné – pri vysušení znižujú svoj objem, vytvárajú xerogély a sú schopné opäť prechádzať do pôvodného stavu prijímaním disperzného prostredia boptnaním (makromolekulové gély)

Ireverzibilné – vo vysušenom stave majú približne rovnaký objem ako pôvodné lyogély, ale sú porézne. Pri styku s disperzným prostredím sú schopné sorbovať určité množstvo kvapaliny, ale lyogél nevzniká

ZÁKLADNÉ ROZDELENIE GÉLOV

Podľa chemického zloženia disperzného podielu

- anorganické
- organické

ZÁKLADNÉ ROZDELENIE GÉLOV

Podľa charakteru disperzného prostredia

Organogély - disperzné prostredie tvorí organická kvapalina

Hydrogély - disperzné prostredie tvorí voda

Izogély – disperzné prostredie je monomérom disperzného podielu (polystyrén v styréne)

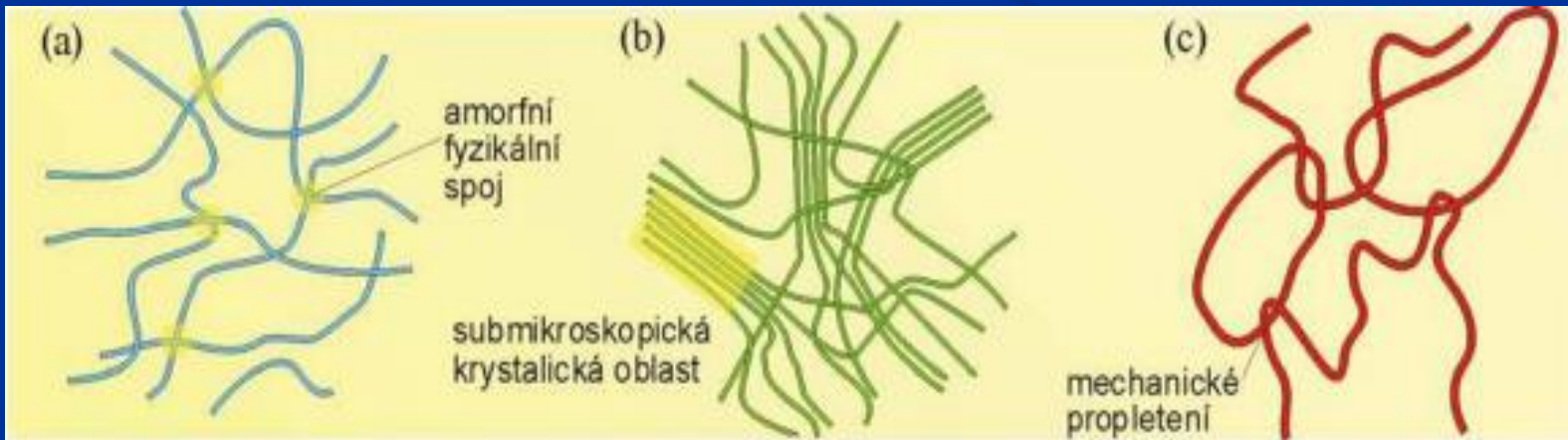
FYZIKÁLNE SIEŤOVANÉ GÉLY

Vznikajú spojovaním úsekov polymérnych reťazcov pôsobením fyzikálnych síl (van der Waalsove, polárne, vodíkove väzby) do uzlových oblastí. Tie sa netvoria na konci reťazca, ale medzi ľubovoľnými úsekmi makromolekúl. Jedna molekula môže byť zapojená niekoľkokrát, voľné úseky si zachovávajú ohybnosť aj tepelný pohyb. Ku spájaniu dochádza pri znížení afinity vysokomolekulárnej látky k rozpúšťadlu (zníženie teploty, zvýšenie koncentrácie).

Amorfné gély – nepravidelné, náhodné spájanie makromolekúl.

Kryštality – obsahujú amorfné oblasti a oblasti s kryštalickou štruktúrou.

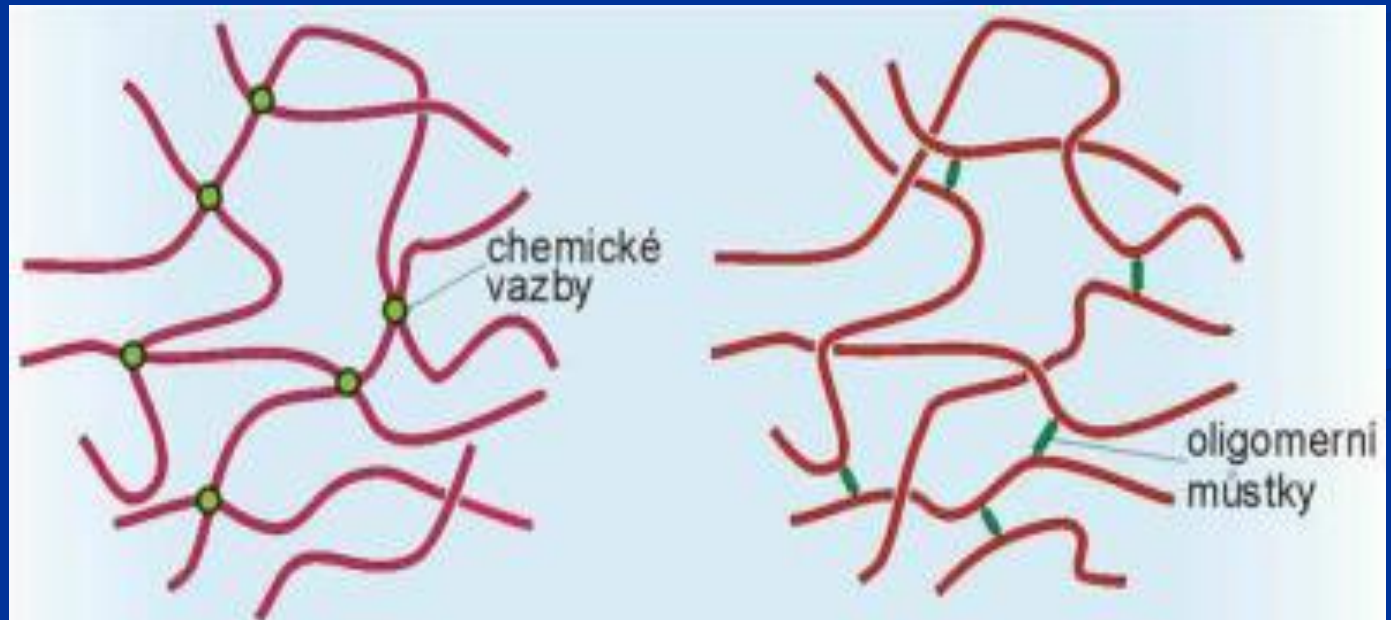
Geometrické sieťovanie – mechanické prepletenie v dôsledku tepelného pohybu. Krátkodobé, pokiaľ nevznikajú fyzikálne alebo kovalentné väzby.



KOVALENTNE SIEŤOVANÉ GÉLY

Môžu vznikáť aj ako xerogély aj ako lyogély. Kovalentné makromolekulárne gély predstavujú 3D sieťovú štruktúru tvorenú chemickými väzbami, ktorá vzniká nelineárnou kondenzačnou alebo adičnou polymerizáciou monomérov, z lineárnych polymérov zosieťovaním použitím vhodného sieťovacieho činidla.

Štruktúra s chemickými väzbami je veľmi pevná. Xerogély vznikajúce ich vysušením v rozpúšťadlách boptnajú, ale späť na roztok by ich bolo možno previesť jedine odbúraním chemických väzieb, pričom by sa však nezrušili len väzby, ktoré vznikli pri gelácii.



GELÁCIA

Gelácia je charakterizovaná ako transformácia sólu na gél. Okamih kedy sa v celom objeme reakčnej nádoby nachádza neprerušovaná sieť polymérneho reťazca sa nazýva bod gelácie.

Vplyv podmienok na priebeh gelácie vysokomolekulárnych látok

Vplyv teploty – zvýšenie teploty obvykle bráni vzniku gélu (rastie intenzita tepelného pohybu a klesá počet a doba trvania väzieb).

Vplyv koncentrácie – zvyšovanie koncentrácie vysokomolekulárnych látok napomáha gelácii (zväčšuje sa počet zrážok a väzieb).

Vplyv podmienok na priebeh gelácie vysokomolekulárnych látok

Vplyv pH – gelácia prebieha najlepšie pri hodnote pH zodpovedajúcej izoelektrickému bodu.

Vplyv mechanických podmienok – veľa gélov vyskytujúcich sa v prírode vykazuje anizotropiu. Príčinou anizotropie umelo pripravených gélov môže byť napr. nerovnomerná deformácia pri tvorbe, nerovnomerná objemová kontrakcia pri vysúšaní.

Vplyv podmienok na priebeh gelácie lyofóbnych sólov

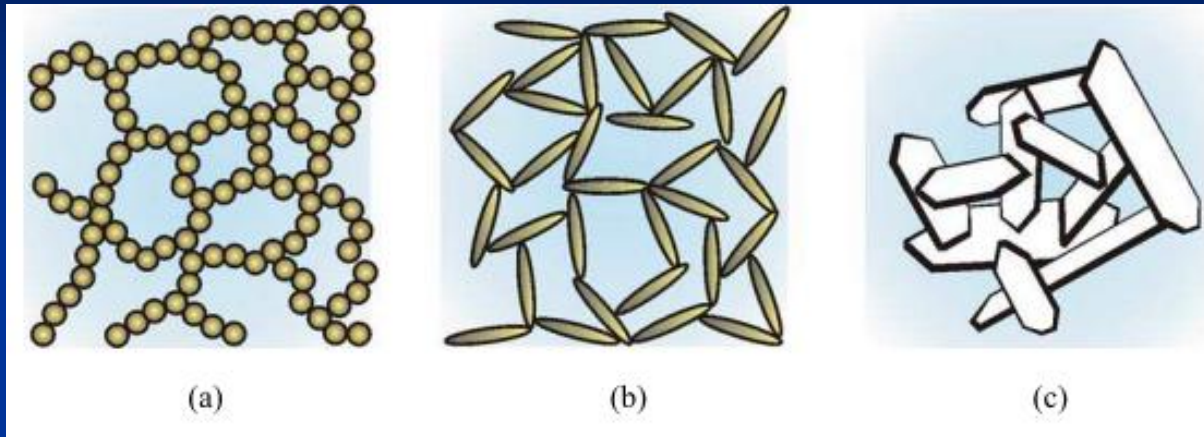
Koncentrácia disperzného podielu musí dosiahnuť určité minimálne hodnoty.

Vzniku gélu napomáha zmenšenie rozmeru častíc pri konštantnej hmotnosti disperzného podielu.

Pri vzraste teploty prebieha gelácia rýchlejšie, intenzívnejší tepelný pohyb pri vyšších teplotách však môže spôsobiť prechod gélu späť v sól.

Mechanické pôsobenie napr. miešanie bráni tvorbe gélu.

Vzniku gélu napomáha anizometria častíc



a) sférické častice

b) tyčinkovité alebo doštičkovité častice - menšia konc. disperzného podielu ako u (a)

c) doštičkovité častice napr. kaolínu majú rôzne náboje na plochách a na hranách – tvorba tzv. „domčeku z kariet,,

BOPTNANIE GÉLOV

Boptnanie je pohlcovanie nízkomolekulárneho rozpúšťadla xerogélom, ktorý pri tom zväčšuje svoju hmotnosť a objem. Vzniká lyogél, v ktorom pohlcovaná kvapalina tvorí disperzné prostredie (len reverzibilné gély)

Obmedzené boptnanie je pohlcovanie kvapaliny xerogélom, ktoré sa zastaví v štádiu elastického lyogélu a ďalšia kvapalina sa už nepohlcuje.

Neobmedzené boptnanie je pohlcovanie kvapaliny xerogélom, ktoré sa nezastaví v štádiu lyogélu, ale prechádza do roztoku.

V prvom štádiu difunduje rozpúšťadlo do xerogélu. Fázové rozhranie zostáva ostré, nastáva zväčšovanie objemu gélu a posun fázového rozhrania. V prípade, že sa zrušia spoje medzi makromolekulami, môžu makromolekuly difundovať do roztoku.

To či bude dochádzať k obmedzenému alebo neobmedzenému miešaniu závisí od pevnosti uzlov, afinity polyméru k rozpúšťadlu, štruktúre gélu, teploty, tlaku.

Vplyv podmienok na priebeh boptnania

Vplyv teploty

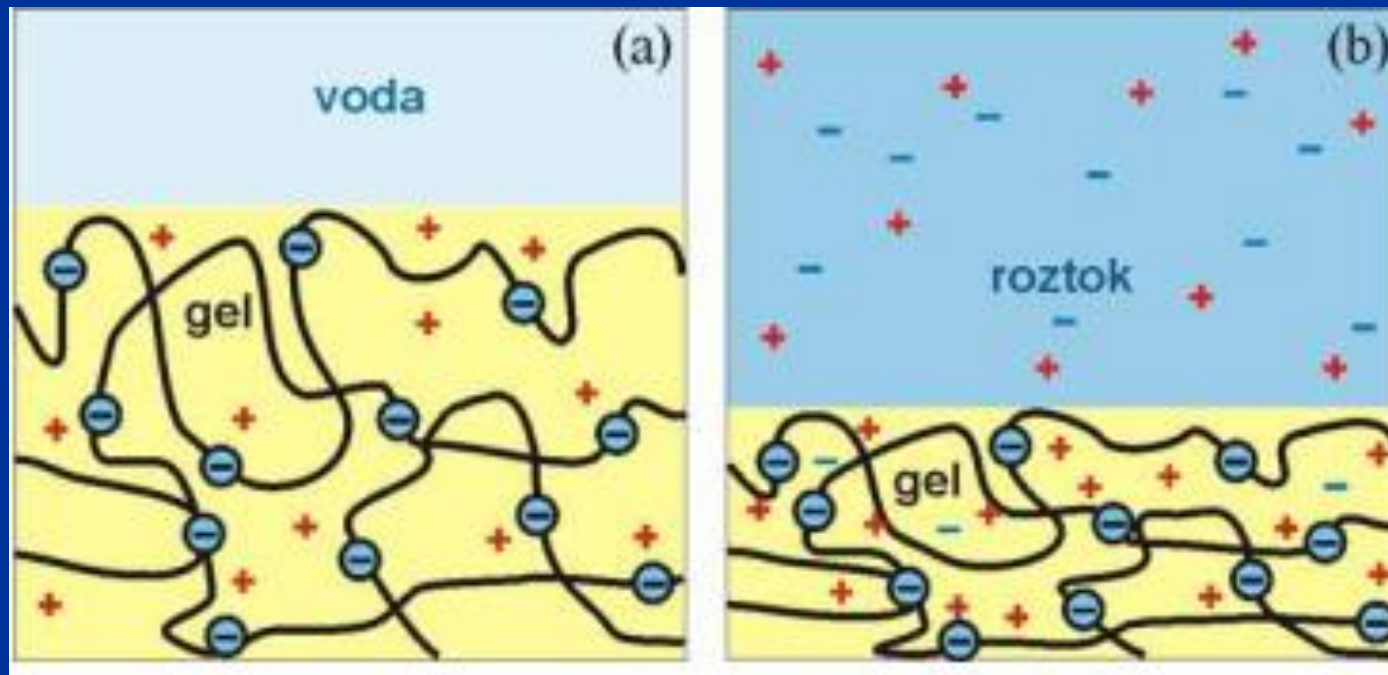
- s rastúcou teplotu vždy vzrastá rýchlosť boptnania.

Vplyv elektrolytu

- gély vzniknuté z roztokov vysokomolekulárnych elektrolytov boptnajú vo vode alebo vo vodných roztokoch elektrolytov

a) V čistej vode - v disperznom prostredí, ktoré vyplňuje medzery v štruktúre gélu sú prítomné ióny vzniknuté disociáciou polyméru. Pri boptnaní sa boptnací tlak zvyšuje o osmotický tlak zodpovedajúci prítomnosti iónov v géle.

b) V rozpúšťadle je prítomný elektrolyt – koncentrácie malých iónov v géle a v roztoku sa vyrovnávajú



VLASTNOSTI GÉLOV

Mechanické vlastnosti

Gél je schopný odolávať napätiu do určitej hodnoty, pod ktorou sa chová ako elastické tuhé teleso. Hodnota kritického napätia závisí na koncentrácii uzlov a na ich pevnosti. Reverzibilné gély s kovalentnými spojmi, ktoré obsahujú malý počet väzieb, sú obvykle značne elastické. Čím je viac väzieb, tým menšia je možnosť zmeny tvaru makromolekuly a tým je pevnejšia priestorová sieť.

Tixotropia – niektoré gély sú pútané veľmi slabými silami a je ich možné prudkým pretrepaním previesť späť na sól. Pokiaľ necháme takto vzniknutý sól stáť v klúde, väzby sa opäť obnovia a dôjde k novej gelácii.

Elektrická vodivosť

Elektrická vodivosť gélov, ktorých disperzné prostredie obsahuje disociované nízkomolekulárne elektrolyty, zostáva skoro rovnako vysoká ako v sóle.

Difuzita

difuzita nízkomolekulárnych látok v géle zostáva skoro rovnako veľká ako v pôvodnom sóle. Vďaka sieťovej štruktúre nie je difuzita nízkomolekulových iónov v géloch skoro ovplyvňovaná prúdením a tepelnými konvekciami. Nerušená difúzia v géloch umožňuje tvorbu tzv. Liesegangových obrazcov.



Obr. 12-5 *Liesegangovy obrazce v achátu*

Pokiaľ do gélu, ktorý obsahuje nejakú nízkomolekulovú látku, difunduje ďalšia látka, ktorá s ním môže tvoriť nerozpustnú zlúčeninu, prebieha zrážacia reakcia iba v určitých zónach sústavy, ktoré sa striedajú so zónami, v ktorých sa zrazenina netvorí.

Starnutie gélov

Pri starnutí gélov rastie počet styčných bodov a sieťová štruktúra sa zmršťuje. Určitá časť kvapaliny je vytlačovaná zo štruktúry a oddelí sa od gélu. Tento jav sa nazýva synerézia a často vzniká v čerstvých géloch. Kladne na ňu vplýva zvýšenie teploty a často aj prídavok elektrolytu.

ZÁVER

Gély a gelácia majú veľký význam v lekárstve, v biológii aj v mnohých priemyselných odvetviach.

Gelácia je proces dôležitý napr. pri výrobe vláken, aplikácií lepidiel, spracovaní koží, vo farmaceutickom priemysle (príprava gélových kapsúl), v sklárskom a keramickom priemysle pri príprave špecializovaných materiálov (vysoko kvalitných skiel a keramiky pre kĺbne náhrady atd.)

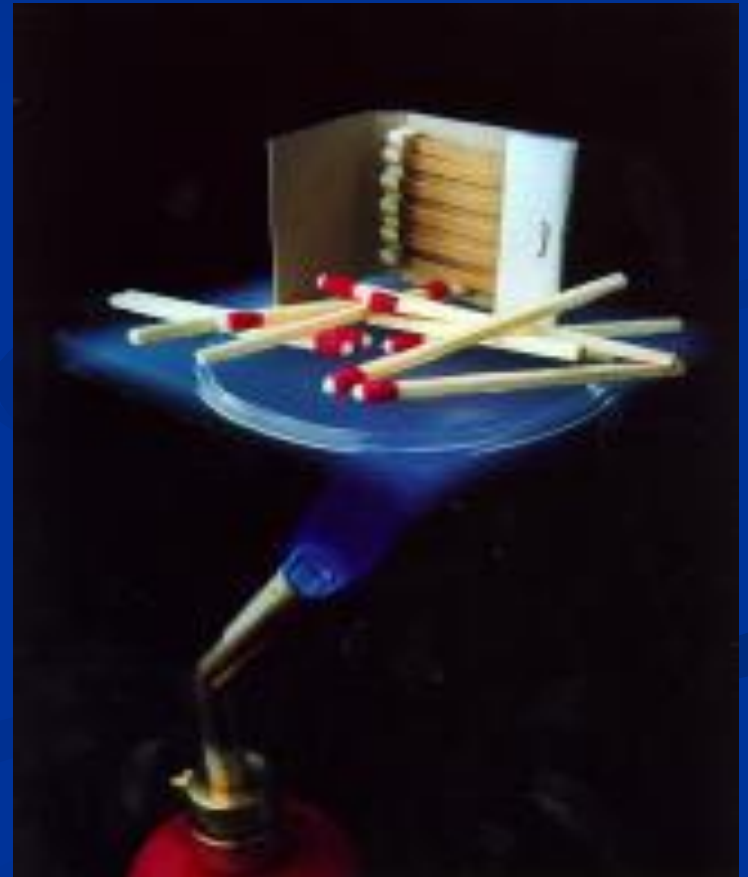
Aerogel

História aerogelu

**Samuel Stephens Kistler
1931**

**Súčasná podoba vznikla
za spolupráce NASA**

**Bola to technológia
superkritického
vysúšania**



Všeobecná charakteristika

Je to látka na kremíkovej báze, známa aj pod názvom zmrznutý dym

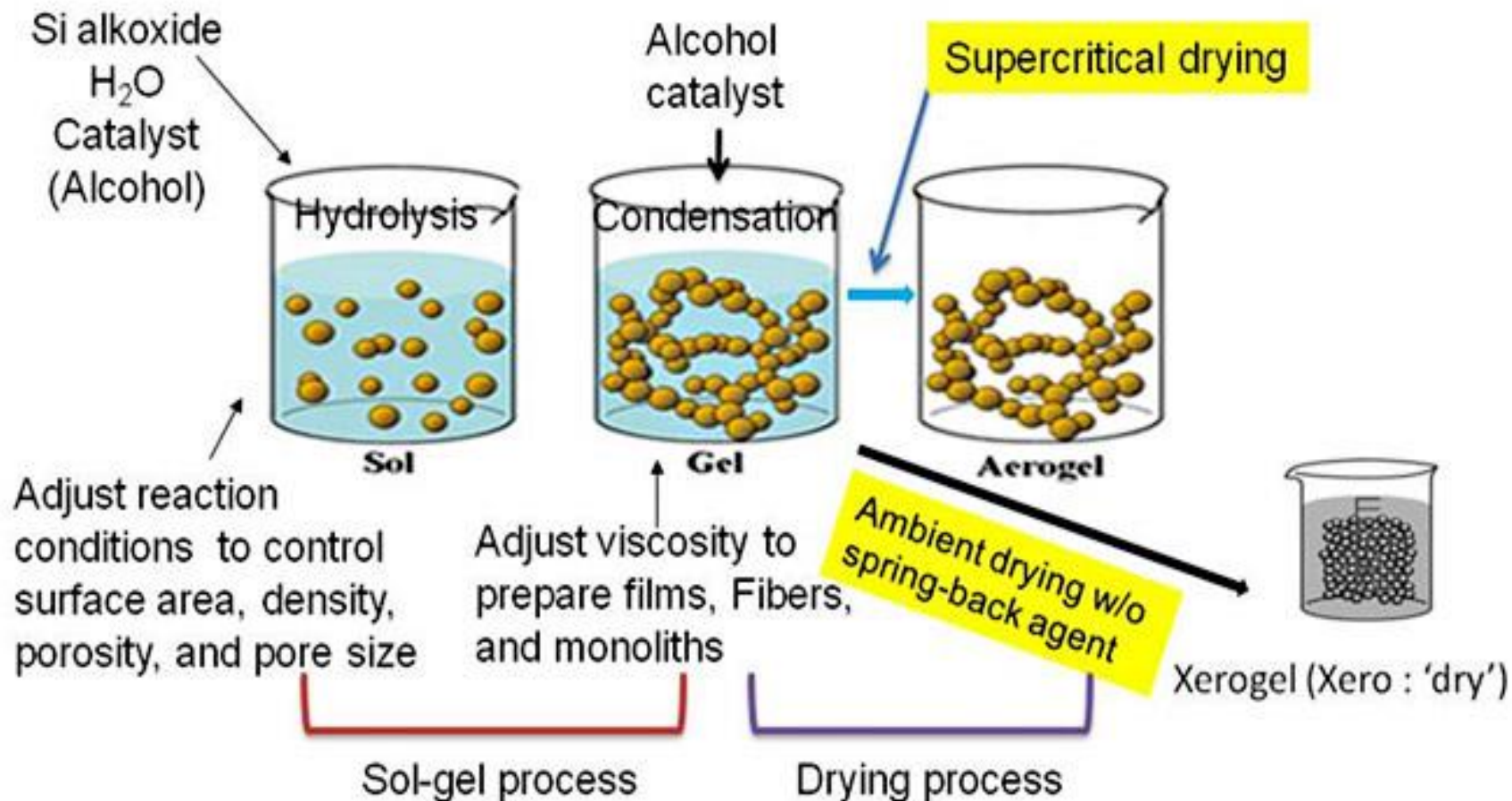
Obsahuje 99,98% vzduchu, zbytok tvorí oxid kremičitý

Okrem oxidu kremičitého je možné použiť tiež zlúčeniny prvkov:
C, Al, Cr, Zn, Sn

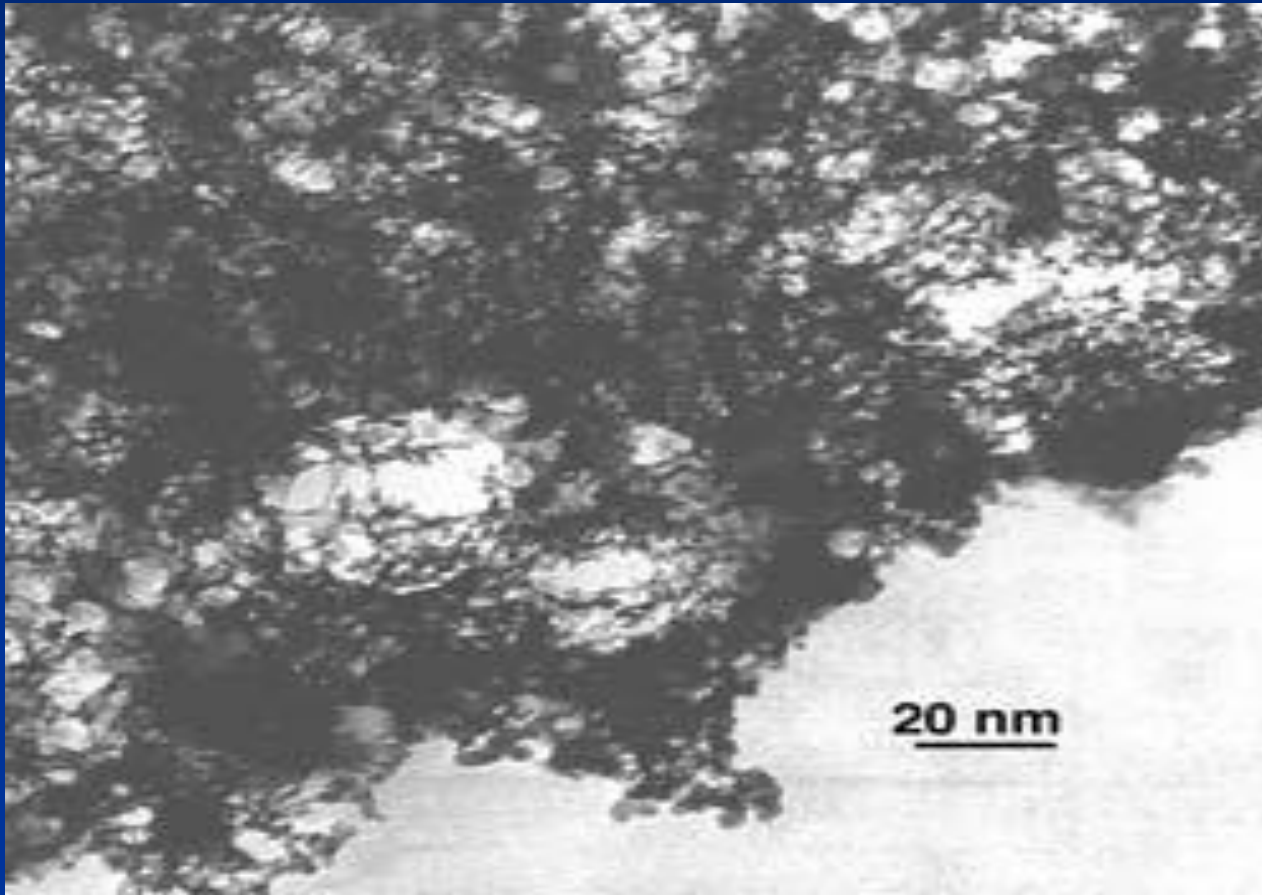


Výroba aerogelu

Aerogel Production Process (Silica Aerogel)



Štruktúra aerogelu



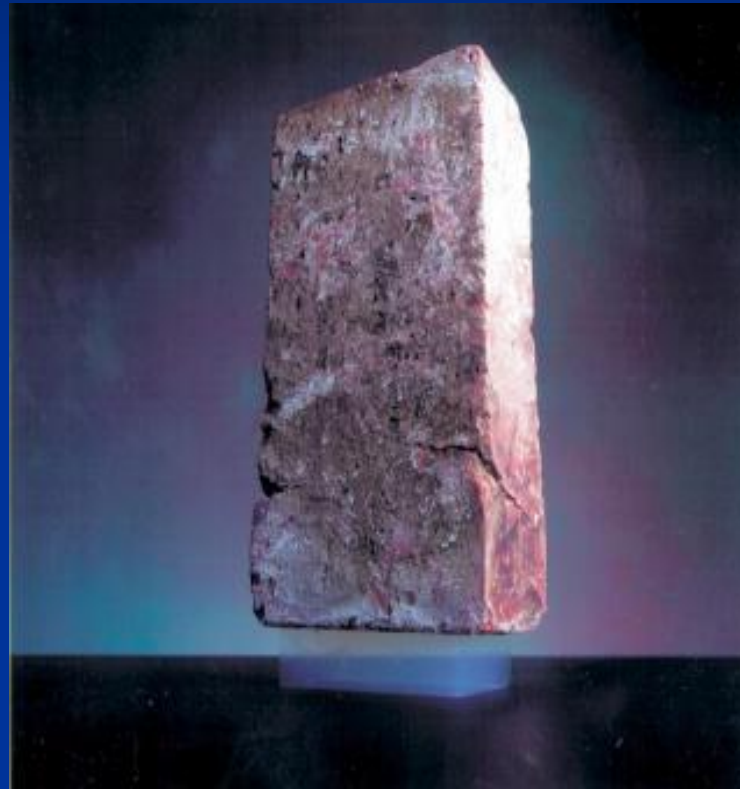
Vlastnosti

Aerogel je pevná látka s najnižšou hustotou 0.0011 g cm^{-3} . Je to jediný materiál s porózitou presahujúcou 95 % a veľmi širokou distribúciou pórov od 10^{-10} do 10^{-6} m.

Priepustnosť slnečného žiarenia aerogelu sa pohybuje v rozsahu $\tau = 0,85$ až $0,95$ podľa hrúbky vrstvy. Aerogel je jediná hmota s výraznými tepelnoizolačnými schopnosťami, ktorá je súčasne číra.

Teplota tavenia aerogelu je okolo $1200 \text{ }^\circ\text{C}$.

Pevnosť aerogelu



2,5 kg ťažká tehla položená na 2 gramy vážiacom aerogele.

Použitie aerogelu

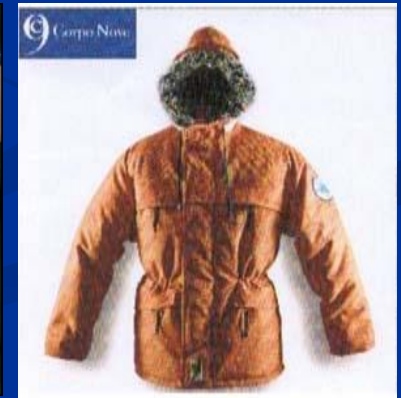
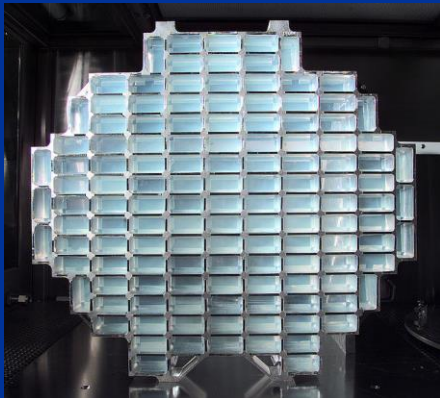
Lapač prachu na sonde Stardust

Použitý na ochranu prieskumnej sondy Pathfinder

Rôzne tepelné a zvukové izolácie

V optických senzorochoch

Možné využitie ako nosič liekov



Použitie aerogelu

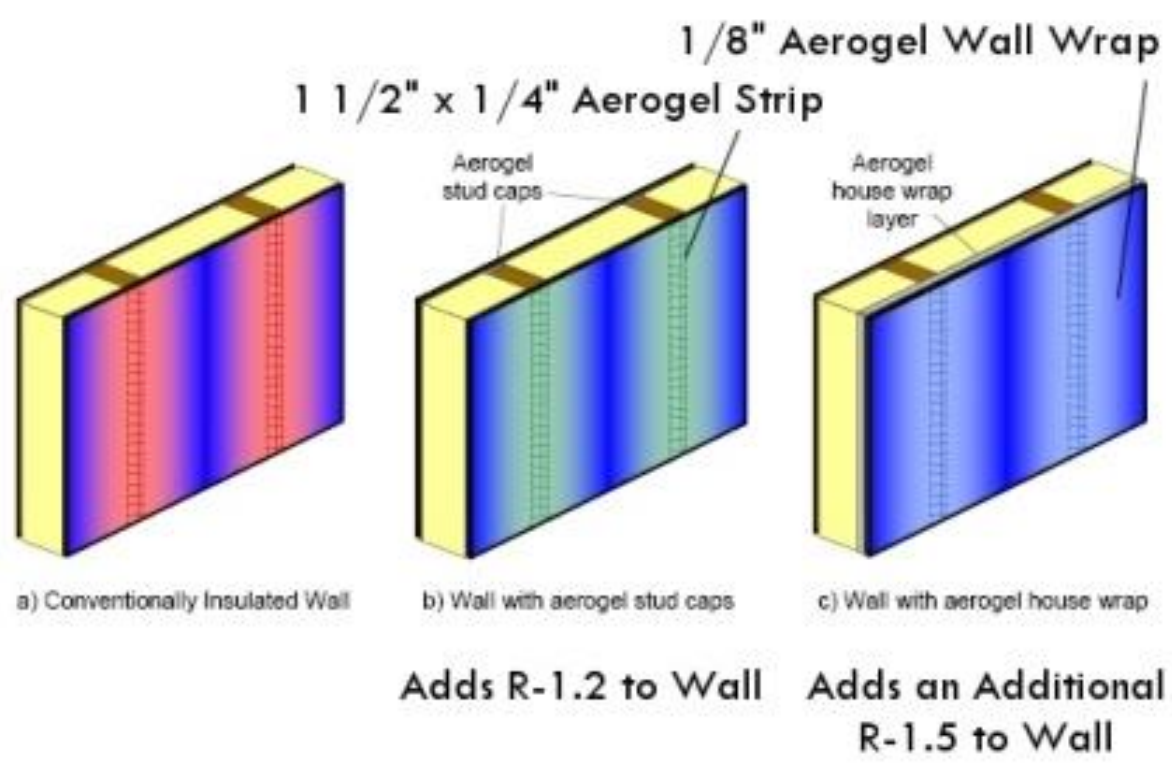
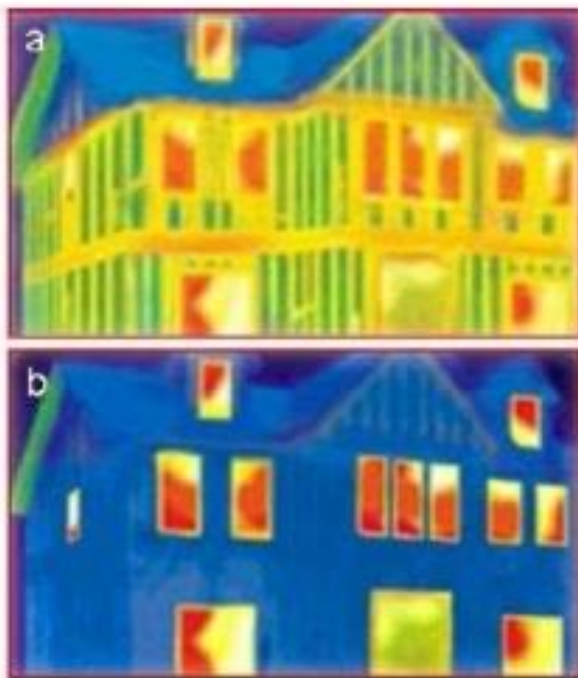
Firma Dunlop ho využíva pri výrobe tenisových rakiet

Aspen Aerogels vyrába izolačné rohože na báze aerogelu vystužené textilnými vláknami

Švédská firma Airglass momentálne pracuje na vývoji a výrobe skla s obsahom aerogelu



Budúcnosť aerogelu



**NAJLÁHŠÍ
NANOMATERIÁL
NA SVETE**

ÚVOD

Nanomesh

Štruktúra a stavba

Vlastnosti

Využitie v budúcnosti

NANOMESH

18. novembra 2011 vedci z Kalifornskej univerzity v Irvine, HRL Laboratories a Kalifornského inštitútu technológií predstavili nový materiál dočasne zvaný Nanomesh.

Vedci našli spôsob ako vytvoriť mikromriežku, ktorej objem tvorí z 99,99 % vzduch a 0,01 % tvorí pevný materiál. Vďaka unikátnej stavbe mikromriežky je tento materiál 100 x ľahší ako polystyeren.

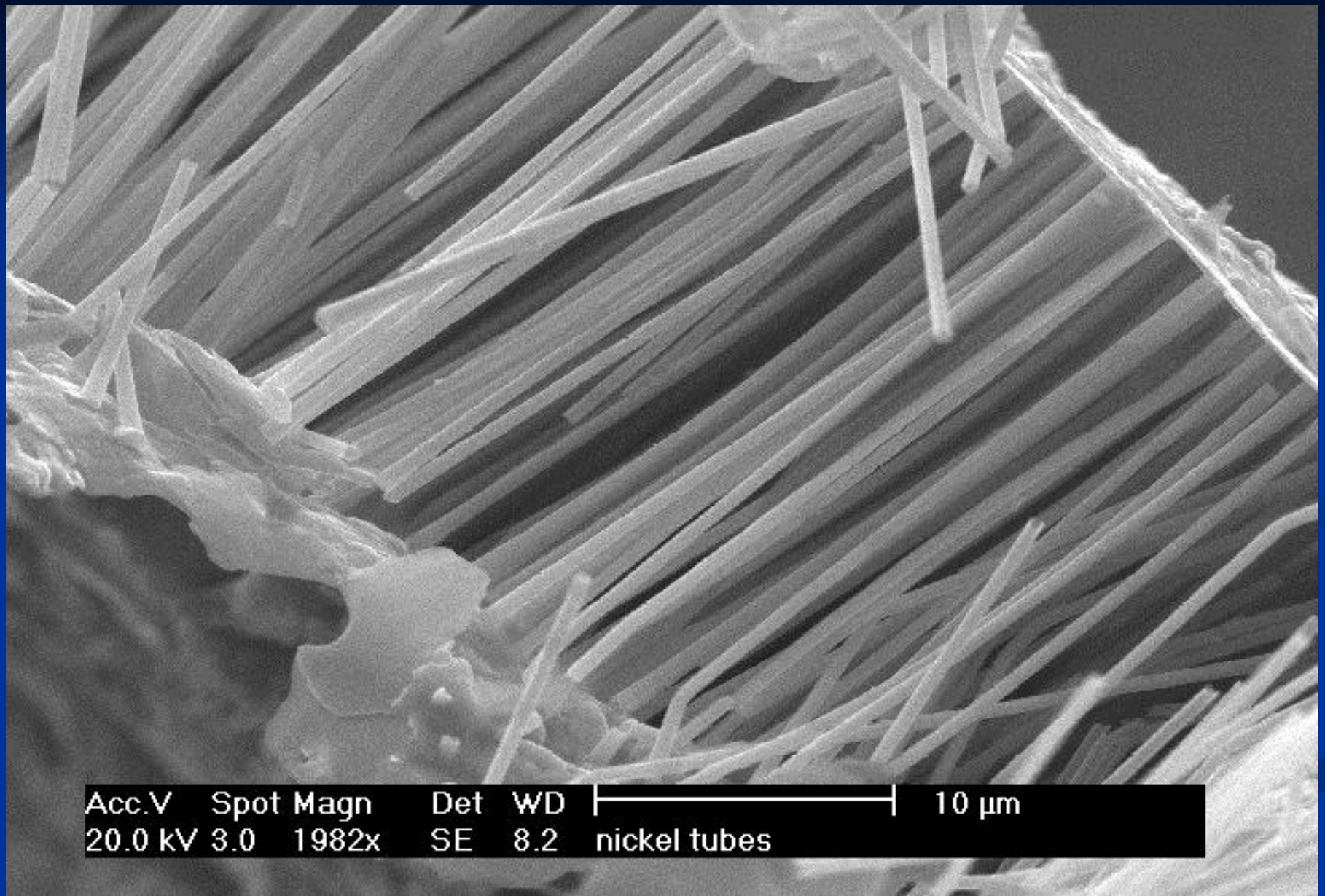


ŠTRUKTÚRA A STAVBA MRIEŽKY

Základom je ultraľahká kovová mikromriežka

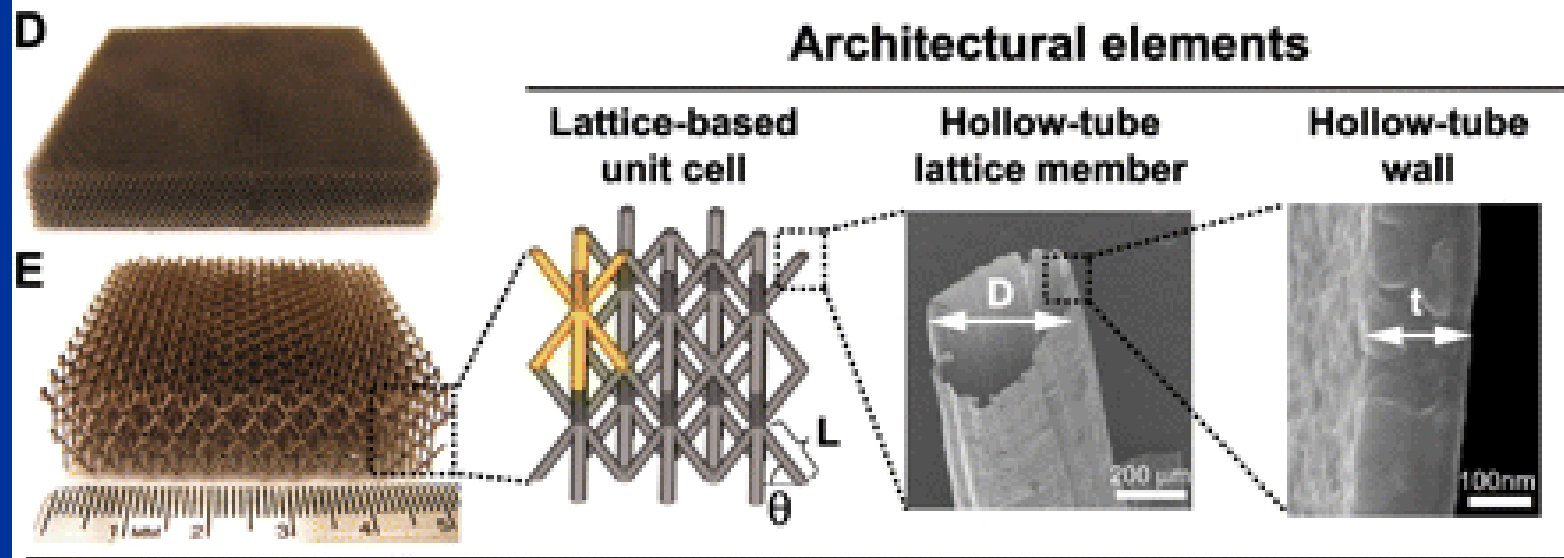
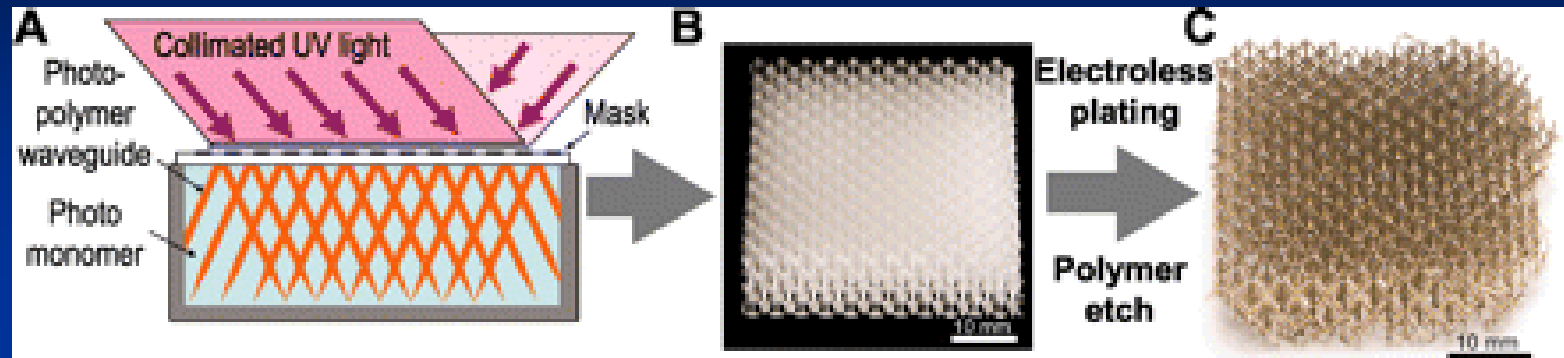
Tvoria ju niklové navzájom poprepájané, duté nanotrubičky, 1 000 krát tenšie ako ľudský vlas

Takúto mriežku je možné vytvoriť aj z iných materiálov, ale s niklom sa vedcom pracovalo najľahšie.



Acc.V Spot Magn Det WD |-----| 10 μ m
20.0 kV 3.0 1982x SE 8.2 nickel tubes

ŠTRUKTÚRA A STAVBA MRIEŽKY



Size scale	~ mm - cm	~ μm - mm	~ nm - μm
Controllable architectural features	Unit cell symmetry, spatial location of lattice members	Diameter, wall thickness, node geometry	Microstructure, multilayer, composition

VLASTNOSTI MATERIÁLU

Materiál je ľahký vďaka nízkej hustote

Hustota je stanovená na $0,03 \text{ g/cm}^3$

je aj veľmi pevný, keďže samotné niklové nanorúrky majú modul pružnosti v ťahu 210 GP

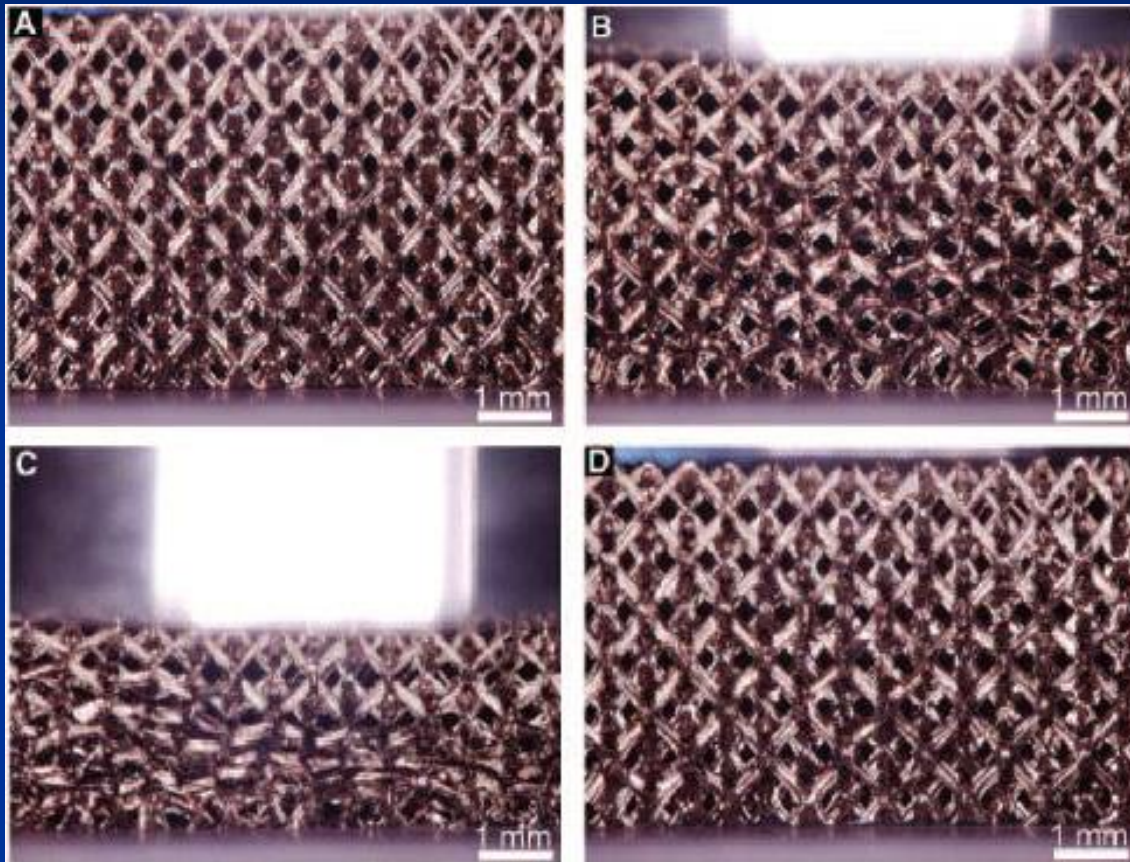
Sú aj veľmi tvrdé

Konštrukcia mriežky vykazuje dobré mechanické vlastnosti

Materiál dobre znáša veľké ťahové a tlakové napätia

Je schopný absorbovať aj veľké množstvá energie

VLASTNOSTI MATERIÁLU



Materiál je schopný kompletne obnoviť svoj tvar po stláčaní

VYUŽITIE MATERIÁLU

V leteckom priemysle

Vývoj nových lietadiel a raketoplánov

Na nové typy batérií

V stavebnom priemysle

Nové typy moderných budov a mostov