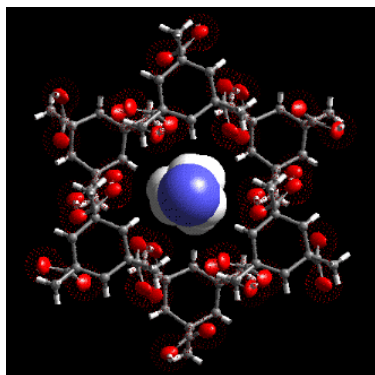
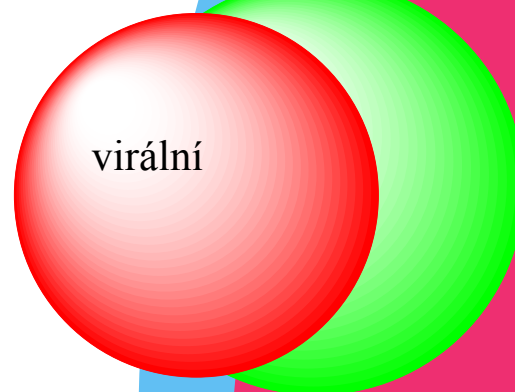
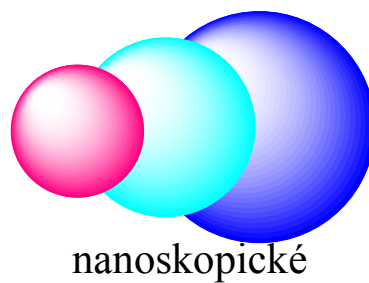




PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ

srovnání úrovní velikostí objektů

atomární
• •
molekulární
• • •



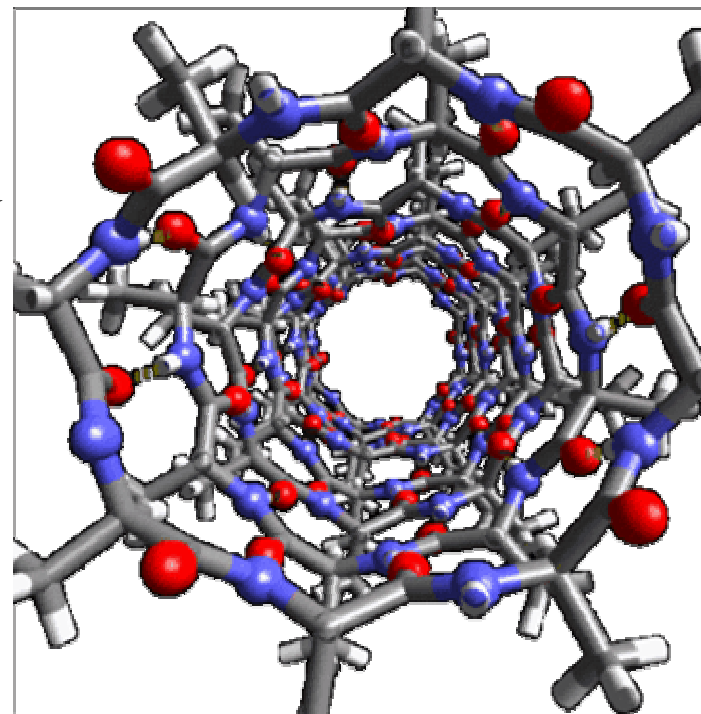
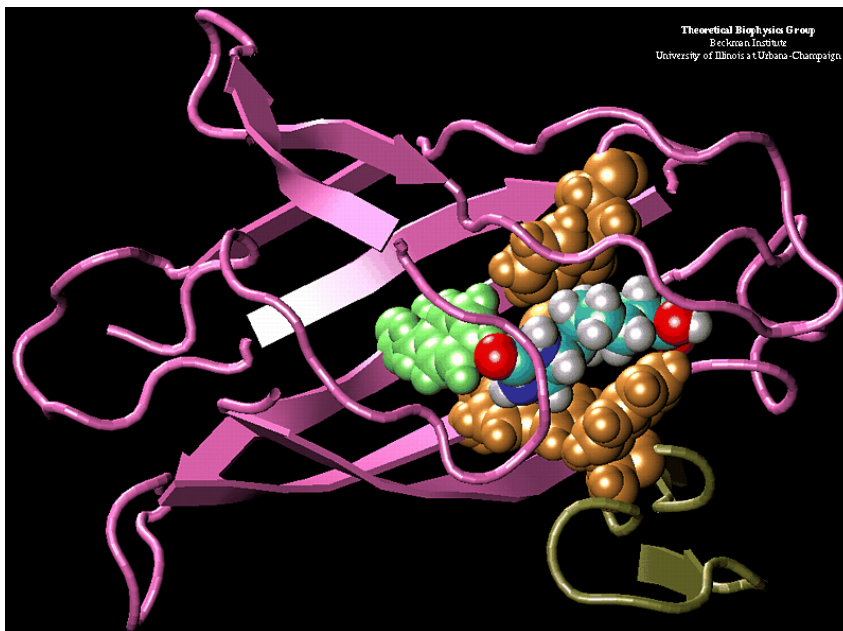
buněčné

mikrobiální

Jean-Marie Lehn definoval supramolekulární chemii jako chemii mezimolekulových vazeb s ohledem na strukturu a funkci entit vytvořených spojením dvou či více chemických specií.

Jinými slovy, chemii látek vzniklých spojením sloučenin tak, že takové spojení přináší nové vlastnosti.

Takové systémy se nalézají jak v přírodě, tak jsou vytvářeny uměle.



Základní pojmy

Mezimolekulové vazby

jsou obecnou kategorií zahrnující elektrostatické působení iontových párů, hydrofobní a hydrofilní interakce, vodíkové vazby, interakce host-hostitel, interakce π -orbitalů (pi-stacking), Van der Waals-ovy interakce a koordinační vazby.

Samoskladba

ideální supramolekulární systém vznikne pouhým smísením složek (synthonů) agregát pak vzniká spontánní samoskladbou, za tímto termínem se schovává předorganizovaná struktura synthonů uplatňující molekulární rozpoznání a komplementaritu.

Filtrování (oprava) chyb

je umožněno tím, že za podmínek slabých mezimolekulárních interakcí, pokud dojde k nekorektní skladbě je „dokonalejší“ nalezena za vhodných podmínek proto, že nekorektní uspořádání má slabší vazby.

Kooperativita

je fenoménem jakéhosi 'molekulárního zesilovače', který způsobí, že jakmile je nějaký proces (samoskladba, krystalizace aj.) započat, probíhá dále mnohem snadněji, zejména pokud první krok, který je učiněn zahrnuje konformační změnu připravující sloučeninu pro další interakce. Příkladem může být zip nukleové kyseliny.

Energie složeného suprasystému

takovou energií je například energie krystalové mřížky, jenž je obvykle definována jako energie přechodu iontové sloučeniny v pevném stavu do stavu plynného:



Tato energie se skládá z příspěvků elektrostatické, repulsivní, dispersivní, a dalších energií. U kovalentních struktur je situace složitější.

Synthon

Supermolekulární synthony jsou strukturní jednotky se kterých mohou být supermolekuly tvořeny či skládány známými mechanismy zahrnujícími mezimolekulové interakce. Rozpoznání, prostorové uspořádání mezimolekulových inreakcí je blízké podobným mechanismům organické syntézy.

je jedním ze základních předpokladů molekulárního rozpoznání a jednou z hybných sil směrových interakcí při supramolekulární výstavbě a jednou z významných sil krystalového inženýringu.

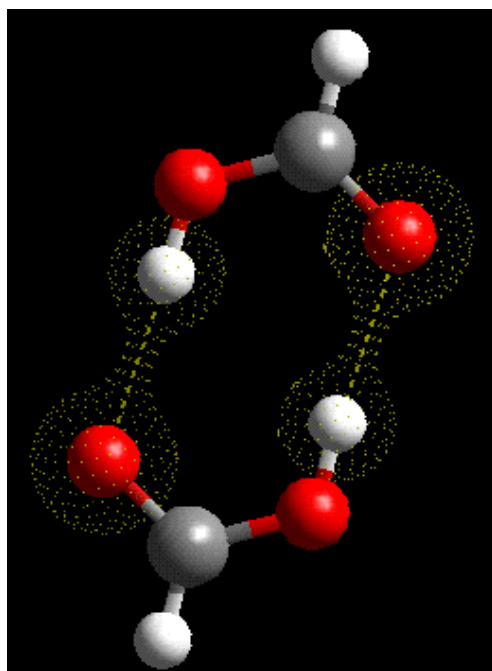
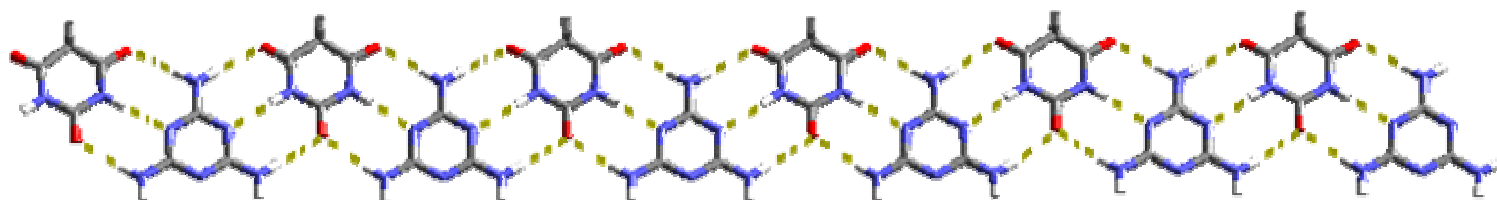
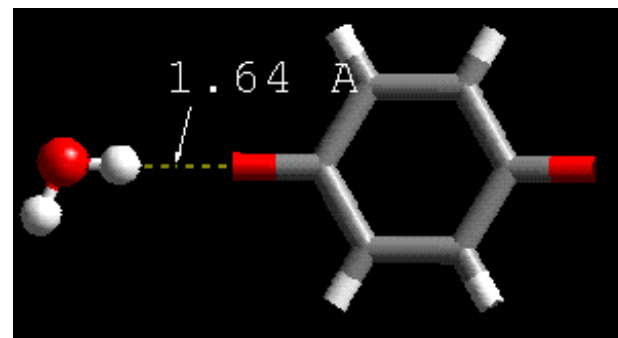
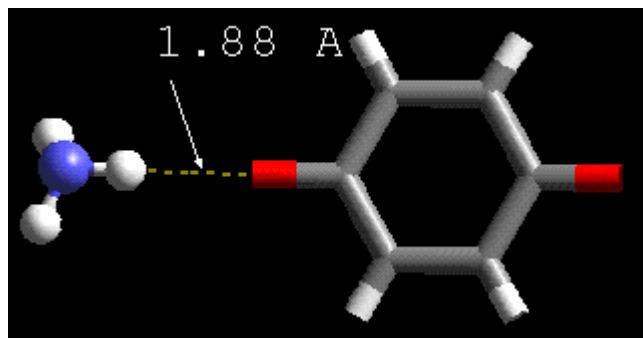
OH---O (20-40 kJ/mol) CH---O & OH---pi (2-20 kJ/mol)

Silná vodíková vazba je energeticky srovnatelná se slabou vazbou kovalentní.

C-H	[C=C]
N-H	[N]
P-H	[P]
O-H	[O]
S-H	[S]
X-H	[X] (halogeny)

NH---O 180-200 pm (1,8 – 2 Å) OH---O 160-180 pm (1,6 – 1,8 Å)

Geometrické atributy vodíkové vazby jsou velmi důležité, lineární typ je nejsilnější.



Příklady vodíkových vazeb

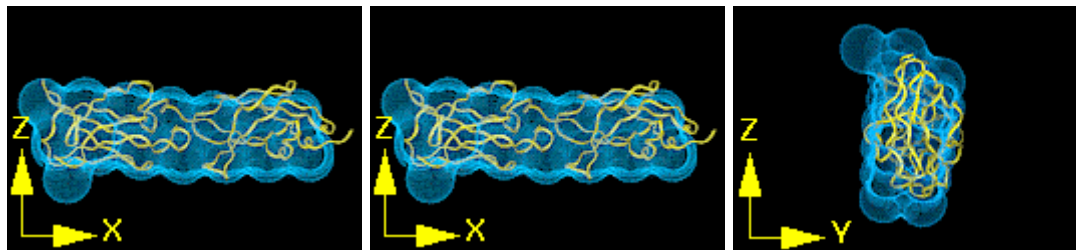
Mezi nekovalentní interakce, podílející se na výstavbě supramolekulárních entit patří **Van der Waals-ovy síly**:

Heslo „Příroda nesnáší prázdnotu“ je hybnou silou související s van der Waals-ovými silami, známými též jako Londonovy síly, indukované dipóly, síly fluktuace náboje, dispersní síly a síly elektrodynamické a působícími mezi atomy a molekulami.

Jde o vztahy s relativně širokým rozsahem od více než 10 nm až k meziatomovým vzdálenostem $\sim 0,2$ nm. Mohou být repulsivní i atraktivní.

Tyto síly nejenom, že váží molekuly dohromady, ale také je orientují. Energetický obsah těchto sil je však relativně slabý, obecně < 8 kJ/mol. Tyto síly jsou nondirekcionální.

V krystalové (uspořádané) struktuře je minimalizován prostor mezi molekulami. Lze definovat prostorovou funkci, popisující mezimolekulové „plochy“ (obálky) zvané Connolyho povrchy.



Elektrostatické síly

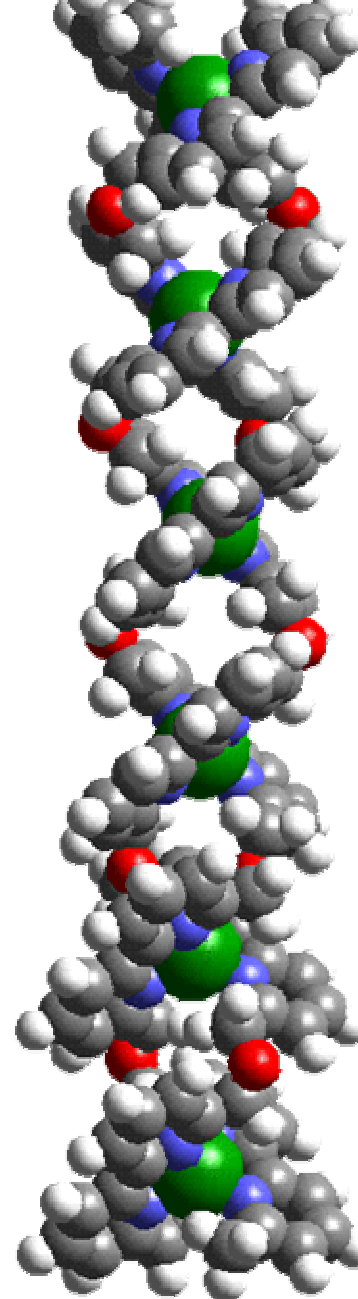
jsou velmi důležitými silami uplatňujícími se při sdružování molekul v biologických systémech ale i v krystalech.

Aditivita nenekovalentních interakcí (vazeb)

Velmi dobře známý příklad supramolekulární *kooperativity* je fragment DNA. Konformační změny, které jsou způsobeny molekulárními interakcemi pomáhají výstavbě supramolekulární sloučeniny tím, že komplementární fragmenty jsou orientovány tak, že vazba je možná a energeticky výhodná.

Podobný může být i např. chelatační efekt či způsob budování krystalů některých sloučenin. Relativně slabé síly zde hrají významnou roli m.j. i tím, že se uplatní v takovém počtu, že změny jsou energeticky významné.

Na obrázku je jedna z Lehnových helikálních struktur.



Samoskladba

Samoskladba je studována supramolekulární chemií a chemií pevné fáze. Supramolekuly jsou charakterizovány předorganizovanými strukturními a funkčními rysy. Komplementární složky supramolekuly pak jsou k sobě orientovány „jako magnety“ protože jejich spojení přináší energetickou výhodu. Supramolekulu složenou z konvenčních molekul můžeme poté chápat nejen jako soubor molekul ale i jako strukturu a jako novou kategorii. Jde tudíž o novou „velkou molekulu“.

Rozpoznání

Komplementární složky uplatňují při skládání proces rozpoznání. Takové rozpoznání mezi komplementárními složkami zahrnuje roztřídění molekul na vhodné a nevhodné a jejich uspořádání v seřazení, orientaci, pravolevém rozlišení na molekulární úrovni.

Intermolekulární síly pak musí dominovat v kinetické energii systému. Tvorba uspořádání je dynamický, chyby opravující proces, kde však v rámci rovnovážných ekvilibrí se systém začne rozkládat ihned jak byl stvořen. Systém pak existuje jako dynamická rovnováha synthonů a supramolekuly sledující běžné energetické závislosti.

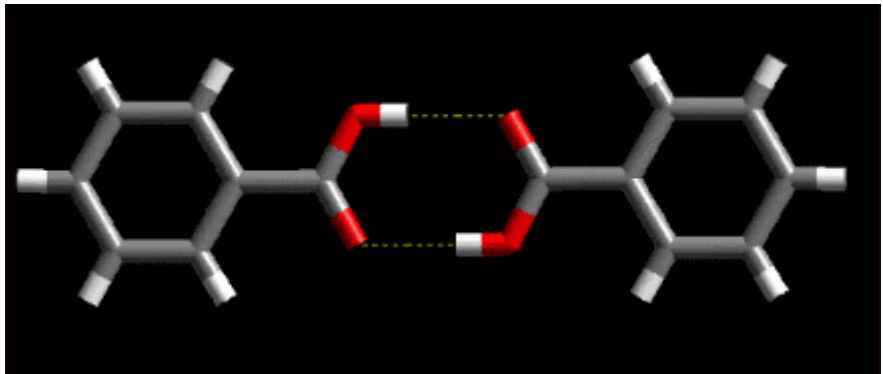
Hydrofobní (solvofobní) efekt

K možnosti asociace hosta a hostitele často přispívá kapalné médium, kdy bez jeho přispění supramolekula nevznikne.

Zdánlivě chaotická struktura kapalné fáze umožňuje úrovní energetických vztahů slabších než mezi hostem a hostitelem (synthony) uplatnění dynamické rovnováhy, která však umožňuje citovaného jevu zvaného „filtrování (oprava) chyb“.

Entropie

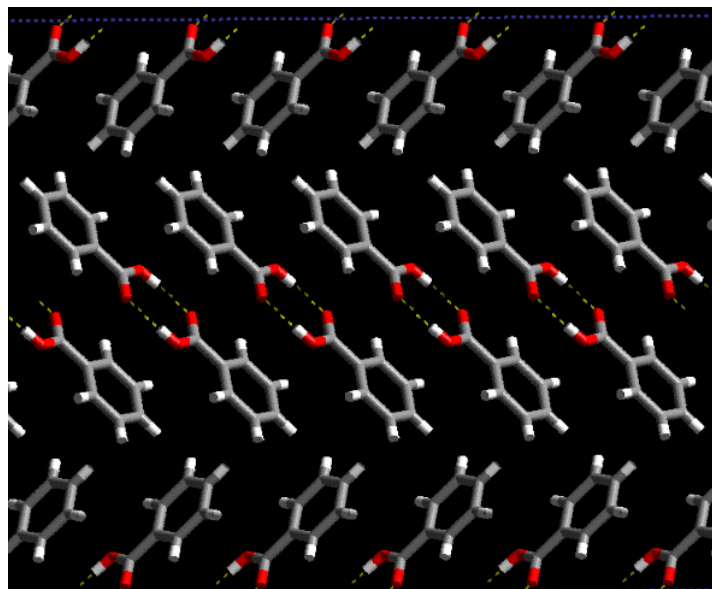
Omezení translační volnosti zapříčiněné asociací dvou molekulárních fragmentů vede ke snížení entropie až na úroveň 150 kJ/mol.

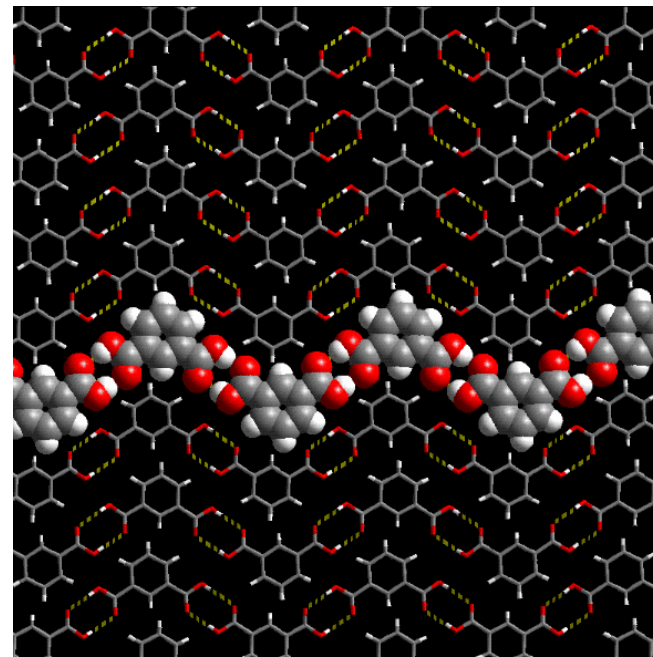
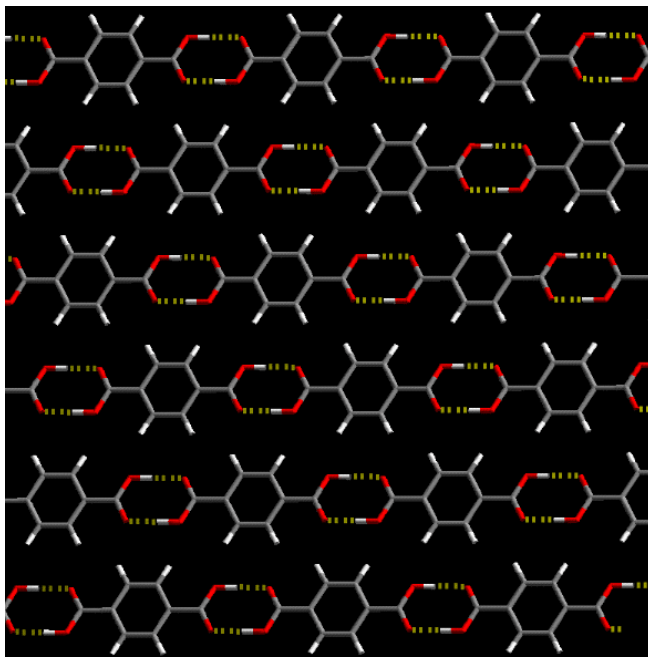


Příklady struktur ze samoskladebných fragmentů

Nularozměrné

Nejnižší řád supramolekulární symetrie je ožřejmen příkladem krystalové struktury benzoové kyseliny. Dimer karboxylové kyseliny je representován jako struktura o dimenzionalitě 0, tzv. struktura "0-D". Relativně silná vodíková vazba způsobí, že se dimer chová „jako molekula“. Tyto jednotky se skládají π - π stackingem do formy rybí páteře.

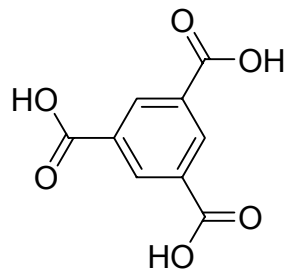




Jednorozměrné

Polymorf tereftalové kyseliny předvádí jednorozměrný motiv. Rigidní dispozice *para*-substituované molekuly zajišťuje lineární uspořádání. Výsledkem je 1D polymerní řetězec. Vrstva takových struktur je vlevo.

Meta-substituovaný derivát již předvádí klikatou pásku tvořící dvourozměrnou vrstvu.

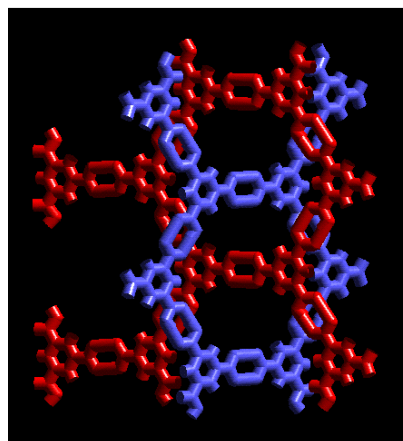
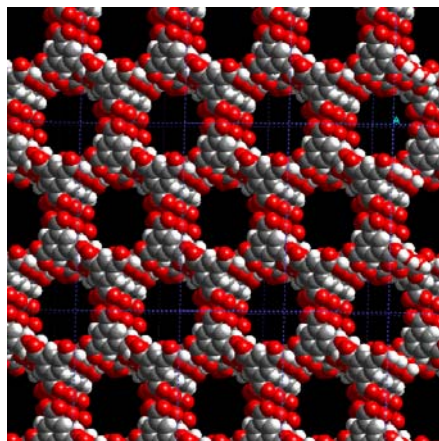


Dvourozměrné

Kyselina benzen-1,3,5-trikarboxylová (Trimesic acid) je jedna z nejznámějších příkladů supramolekulární struktury, vázané vodíkovými vazbami. Chybně bývá citováno, že jde o vrstevnatý hexamer s kavitou 1,4 nm (14 Å).

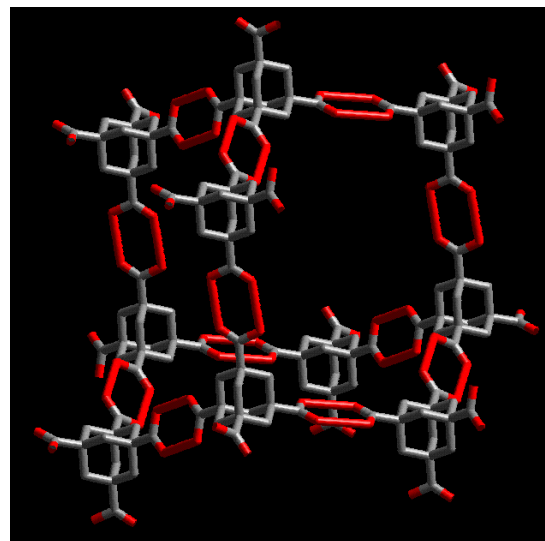
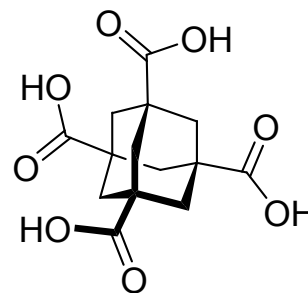
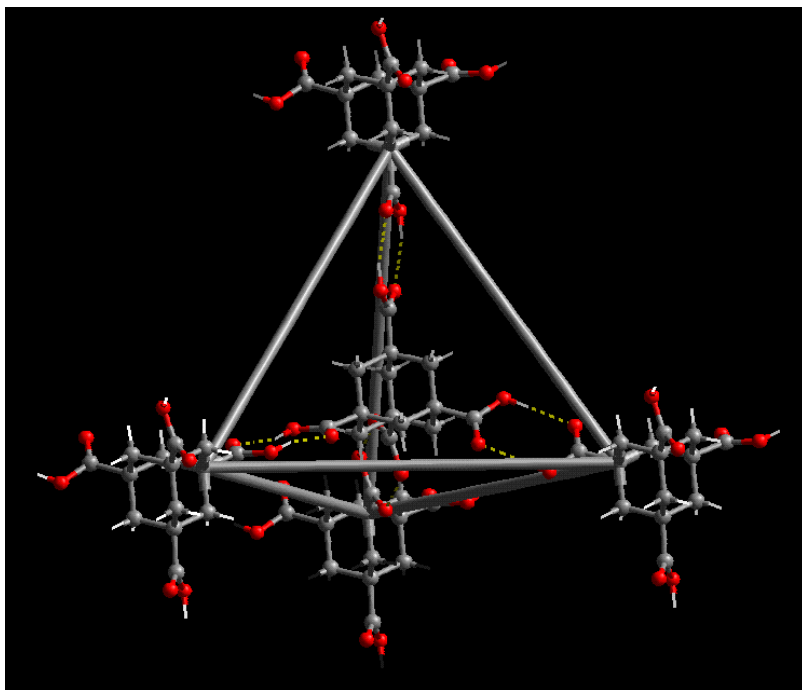
Misrepresentace této supramolekulární struktury (vlevo) je znázorňována jako vrstevnatá struktura s velkými kavitami, což není pravda.

Vrstvy ve skutečnosti nejsou planární (jsou mírně prohnuté) ale jsou propleteny vzájemně tak, že v kavitě jedné je druhá vmezeřená struktura. Celá struktura má čtyři propletené „listy“ tvořící molekulární tkaninu.



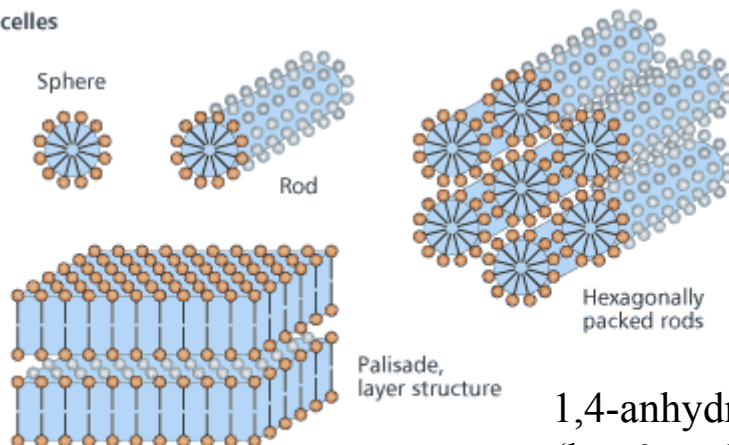
Trojrozměrné

Adamantan tetra-karboxylová kyselina je „homolog“ benzen-1,3,5-trikarboxylové kyseliny do 3-D. Má super-strukturu s pěti translačně ekvivalentními mřížkami, které se vzájemně proplétají.

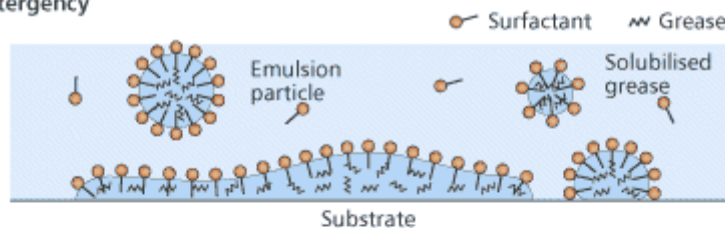


PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ

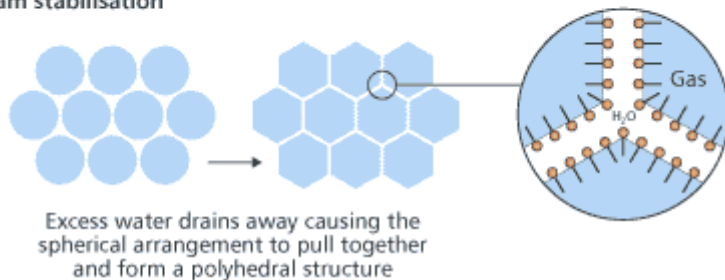
Micelles



Detergency

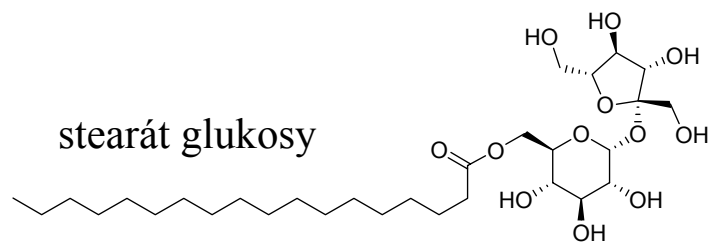


Foam stabilisation

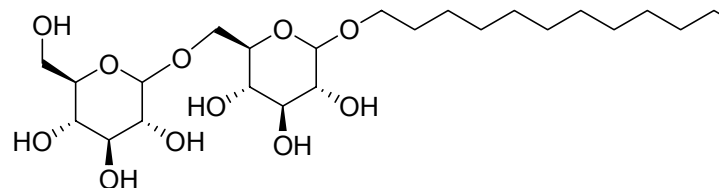
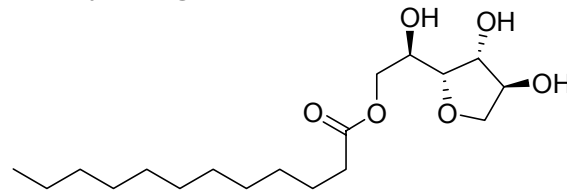


přírodní cukerné surfaktanty

stearát glukosy

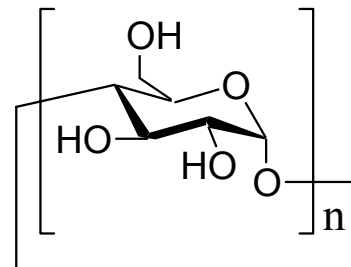
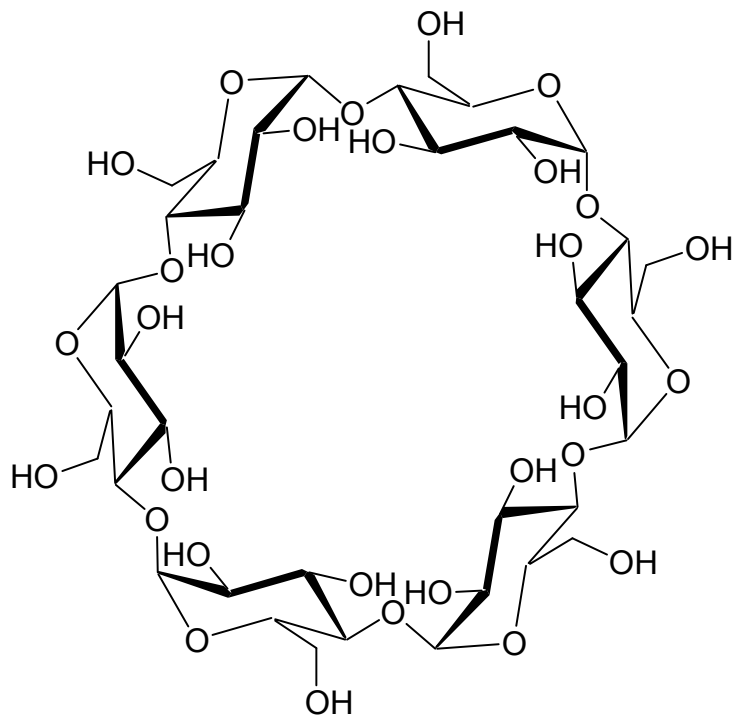


1,4-anhydro-6-*O*-dodekanoyl-D-glucitol
(laurát sorbitanu)



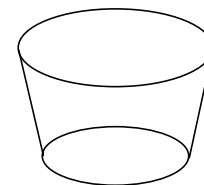
dodecyl-6-*O*-D-glukopyranosyl
-D-glukosid
(lauryl-diglukosid)

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



$n=6$ α -CD
 $n=7$ β -CD
 $n=8$ γ -CD
 $n=9$ δ -CD
 $n=10$ ϵ -CD
 $n=11$ ζ -CD
 $n=12$ η -CD

sekundární
strana

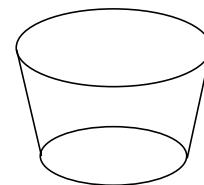
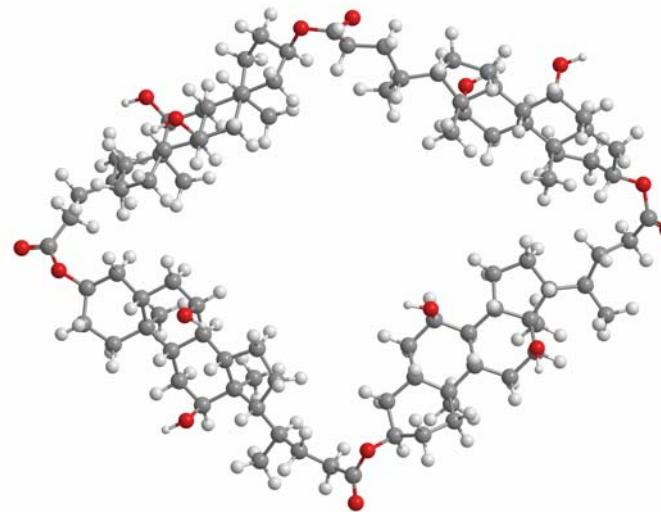
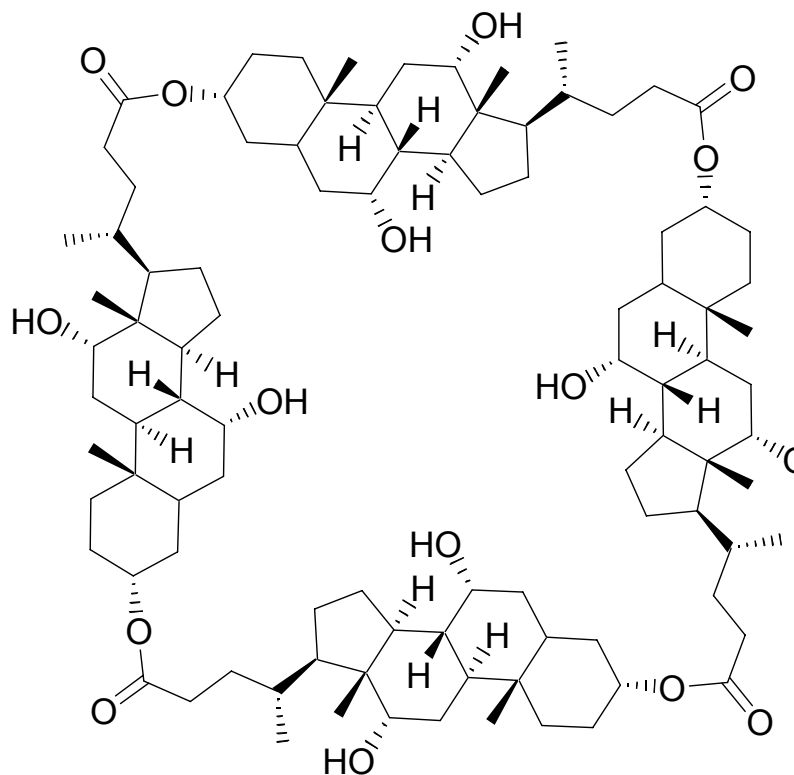


primární
strana

cyklodextriny / cyklické oligosacharidy / „květináče“

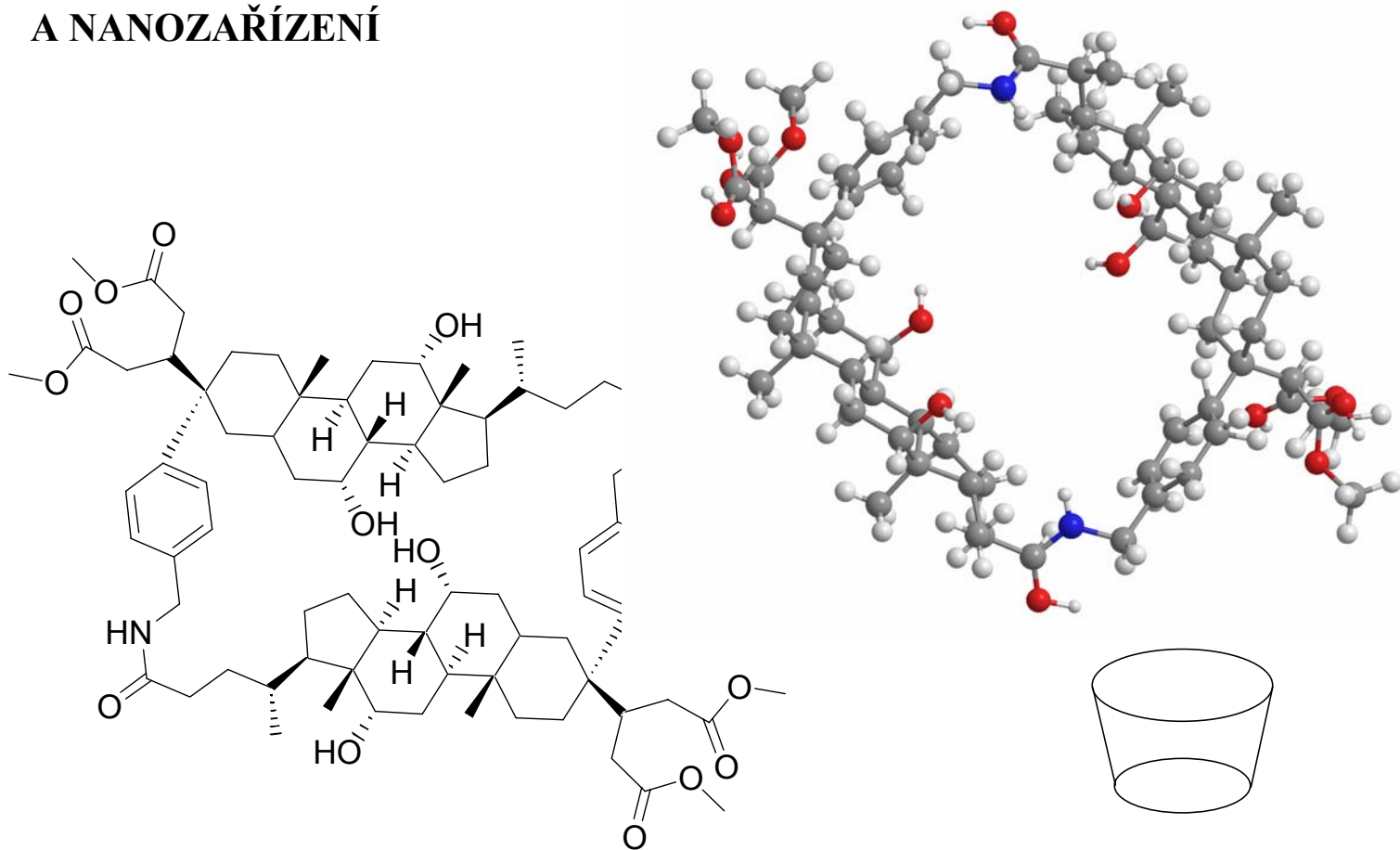
komplexují nepolární substráty uvnitř kavity a „mění“ jejich vlastnosti

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



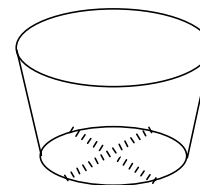
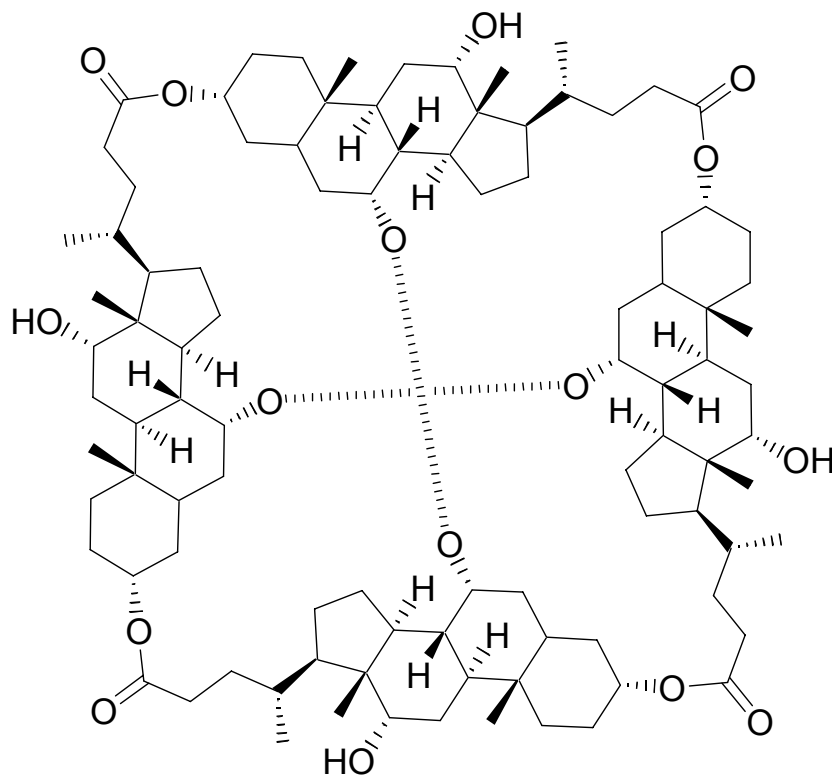
oligocyklocholáty tvoří „květináče“ s opačnou polaritou než
cyclodextriny (CD-naruby)

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



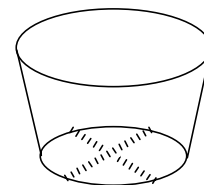
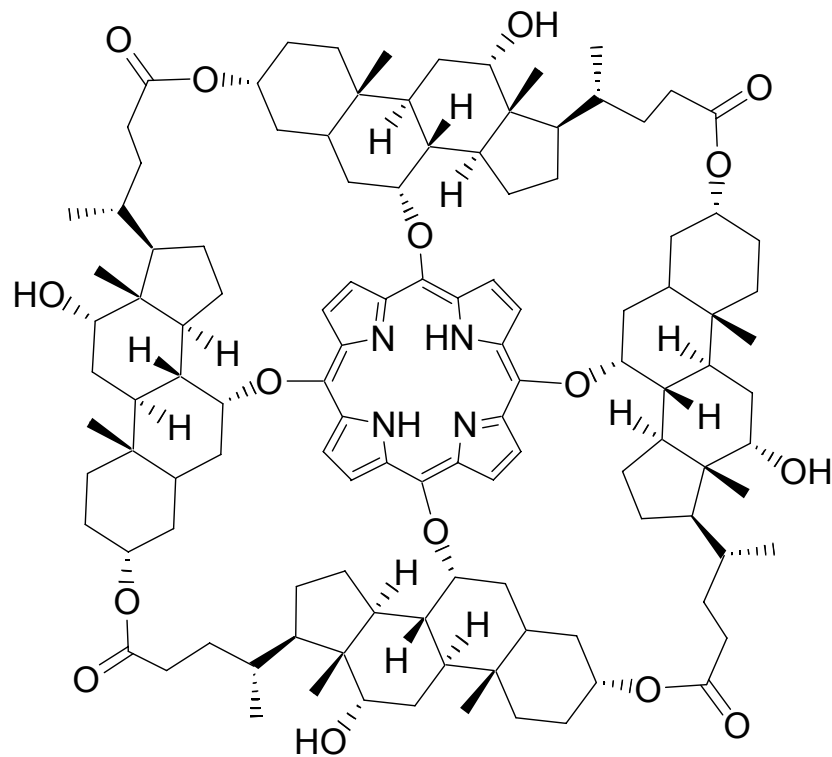
cholová kyselina může být kombinována i s jinými stavebními prvky
ke změně tvaru, polarity a velikosti kavity

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



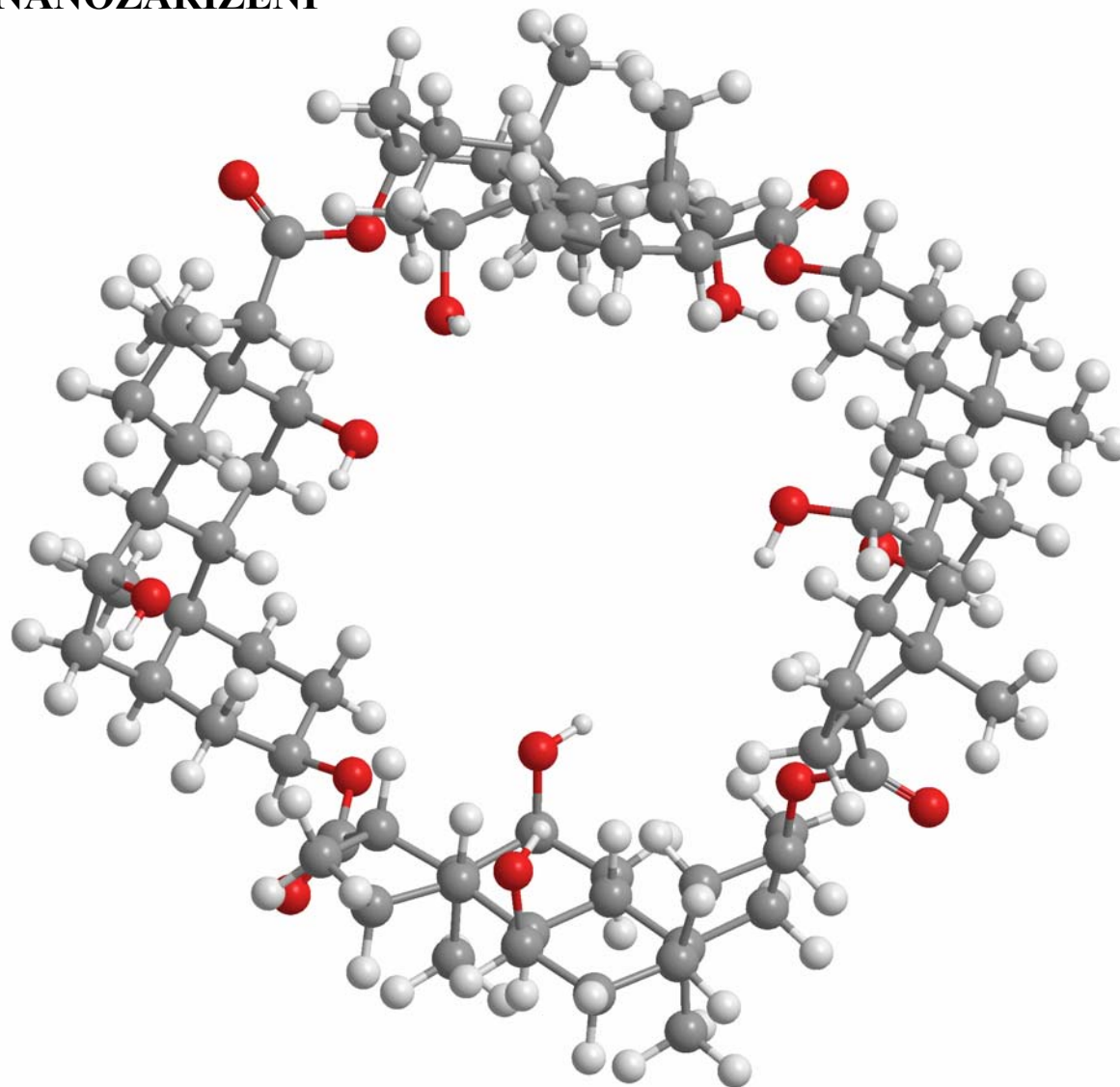
oligocyklocholáty s mostovanou strukturou tvoří košíky

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ

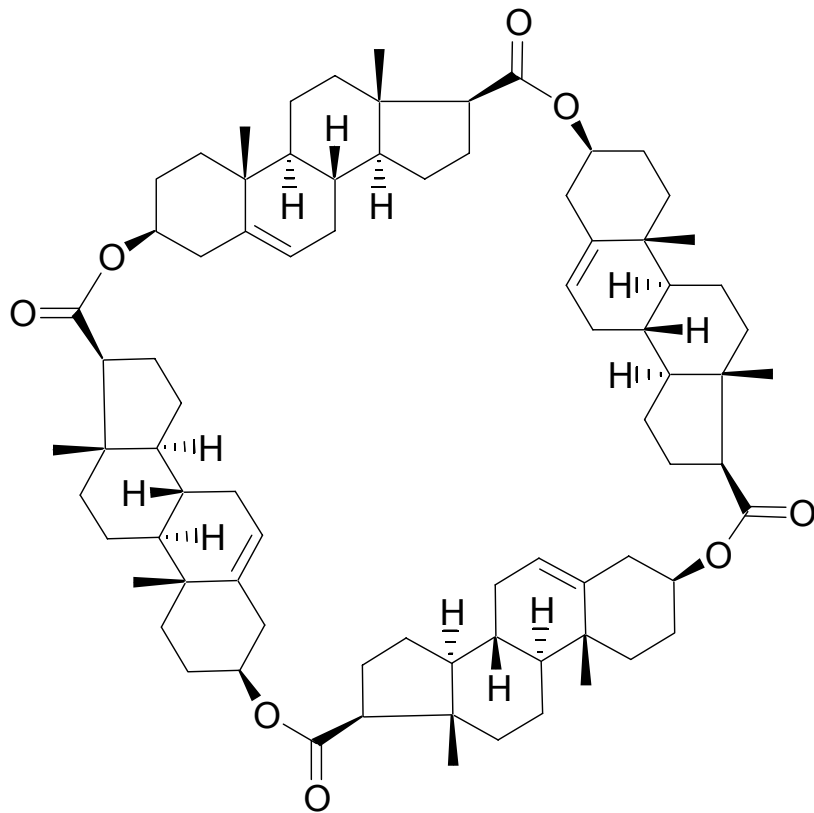


oligocyklocholáty s mostovanou strukturou porfyrinem
tvoří košík schopný komplexací s kovy

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ

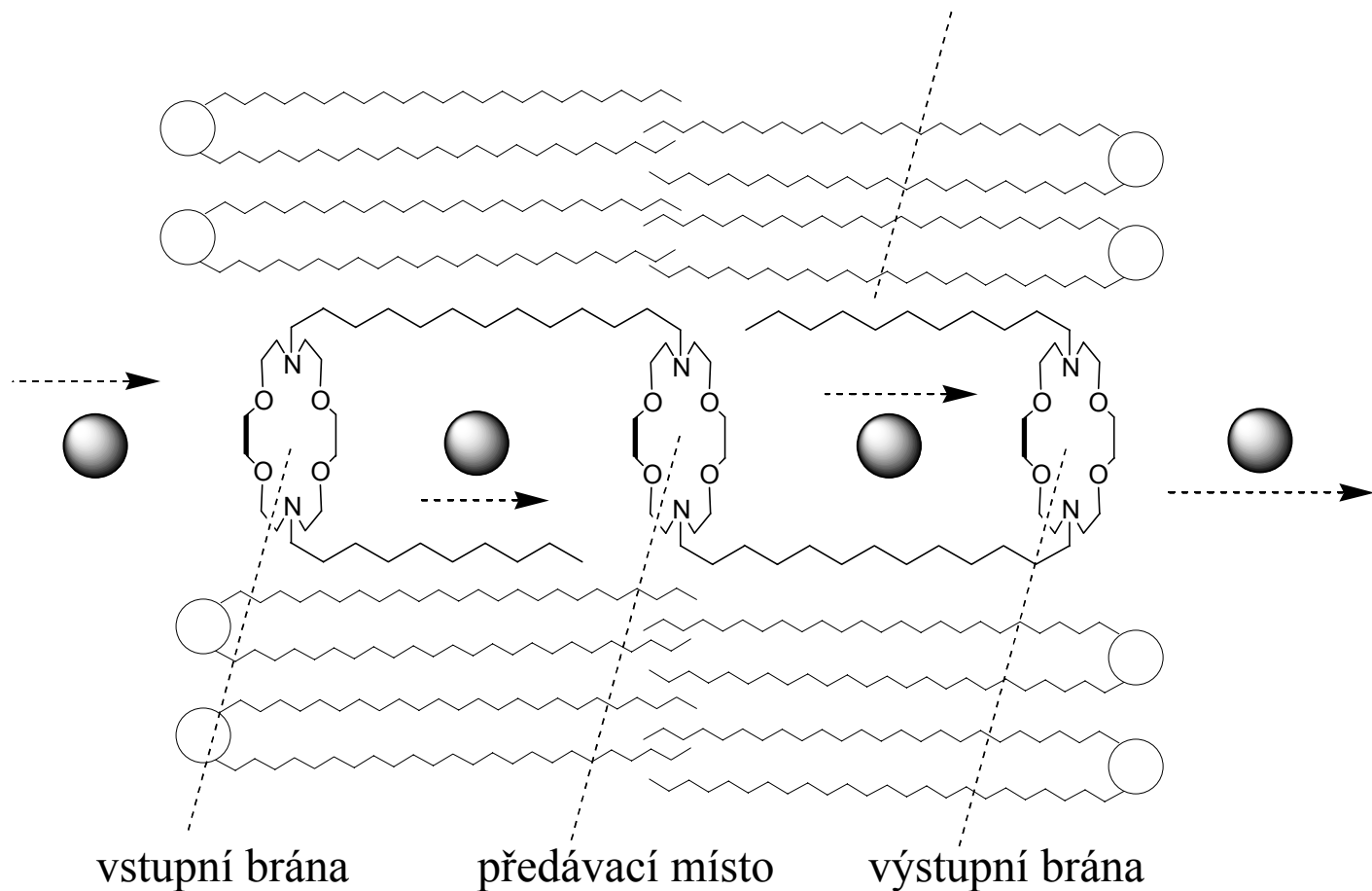


cykloetienát tvoří „květináč“ lipofilní vně i uvnitř

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ

Transport K^+ a Na^+ přes membránu

flexibilní boční řetězec

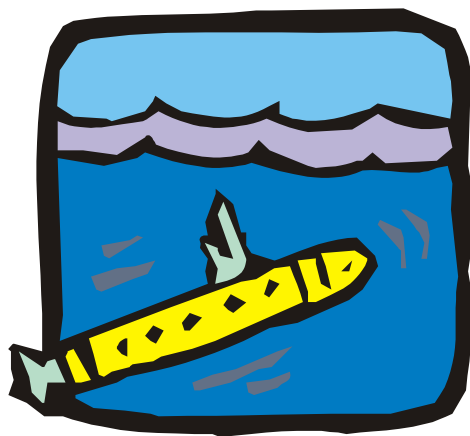


PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



**tunel
kanál**

substrát využije
vlastností membrány
a projde „otvorem“



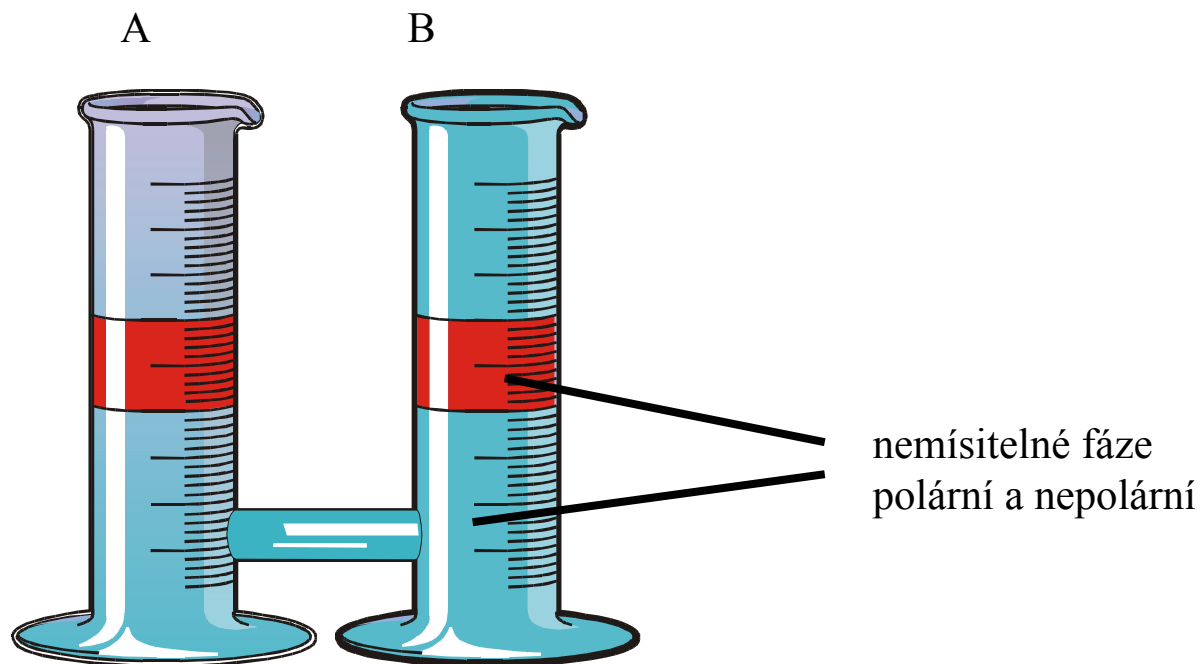
přenašeč

substrát je asociován
přenášející entitou
a ta jej přes membránu
přenes

oba typy se za určitých okolností překrývají („aktivovaný substrát“)

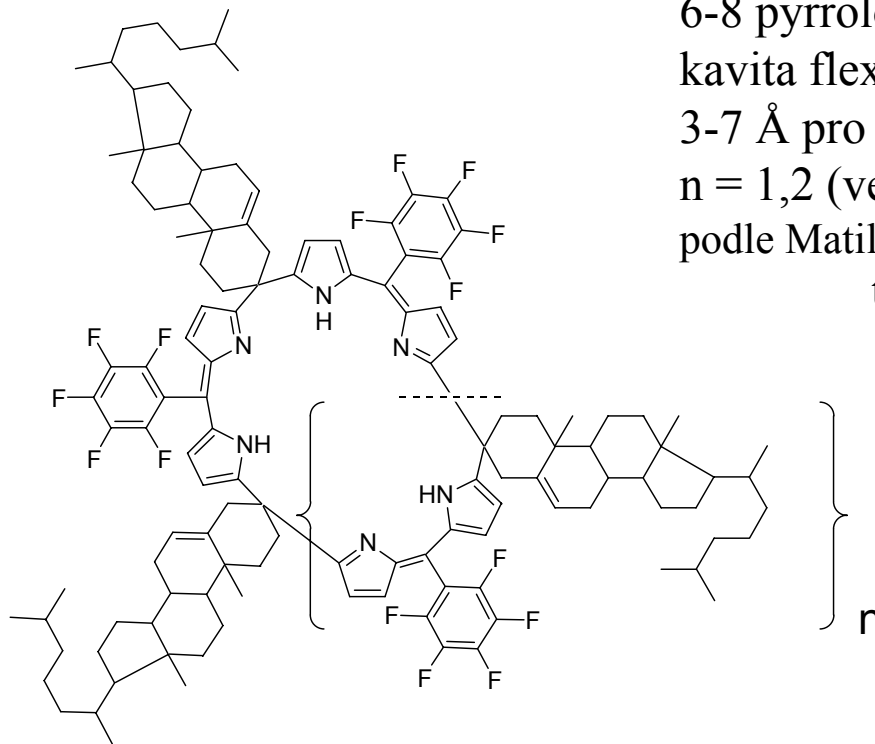
PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ

Zjednodušený model přenosu přes „membránu“



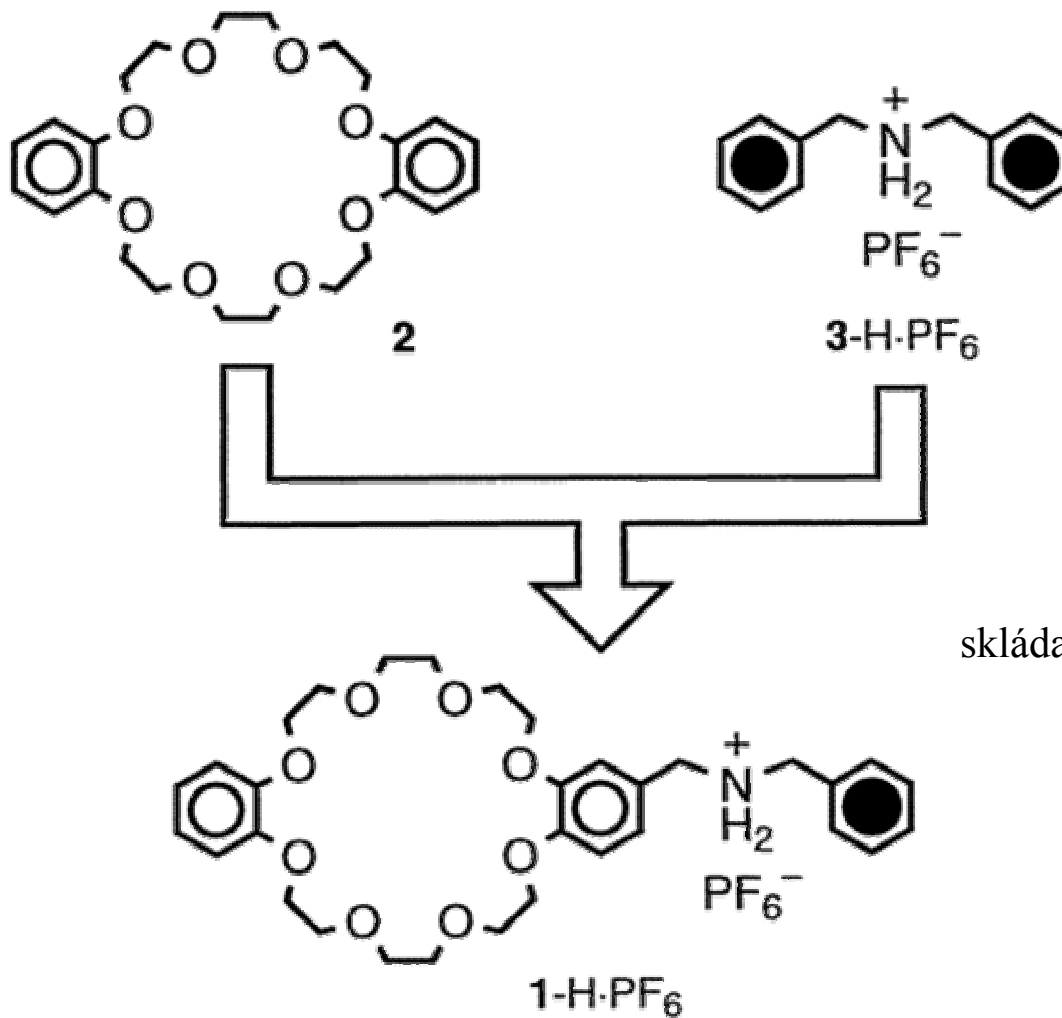
do „červené“ fáze ve sloupci A přimísíme přenášený substrát
do „bezbarvé“ fáze v U-trubici přimísíme „přenašeč“
„červenou“ fázi v sloupci B analyzujeme

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



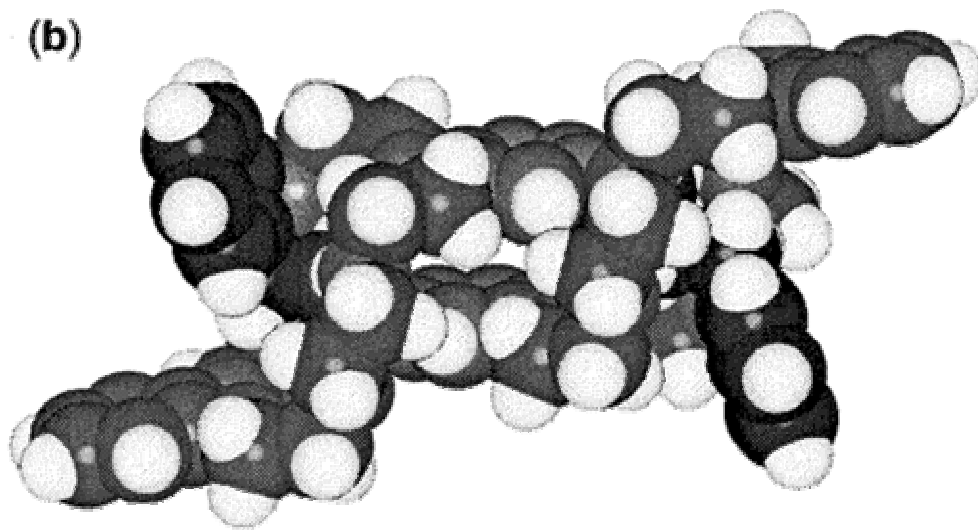
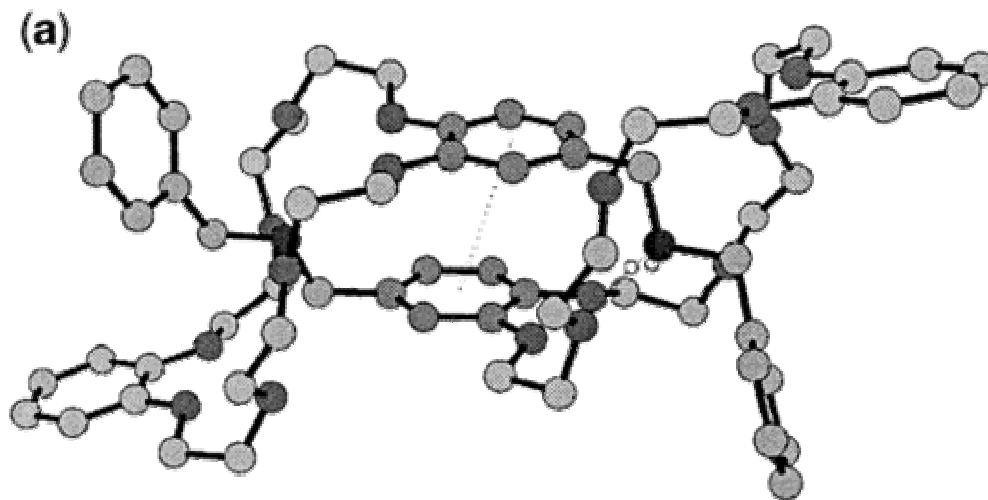
6-8 pyrrolových jader
kavita flexibilní,
3-7 Å pro $n=1$
 $n = 1,2$ (velikost zatím publikovaná)
podle Matileho stačí k průchodnosti
trubice cca 7-9 Å

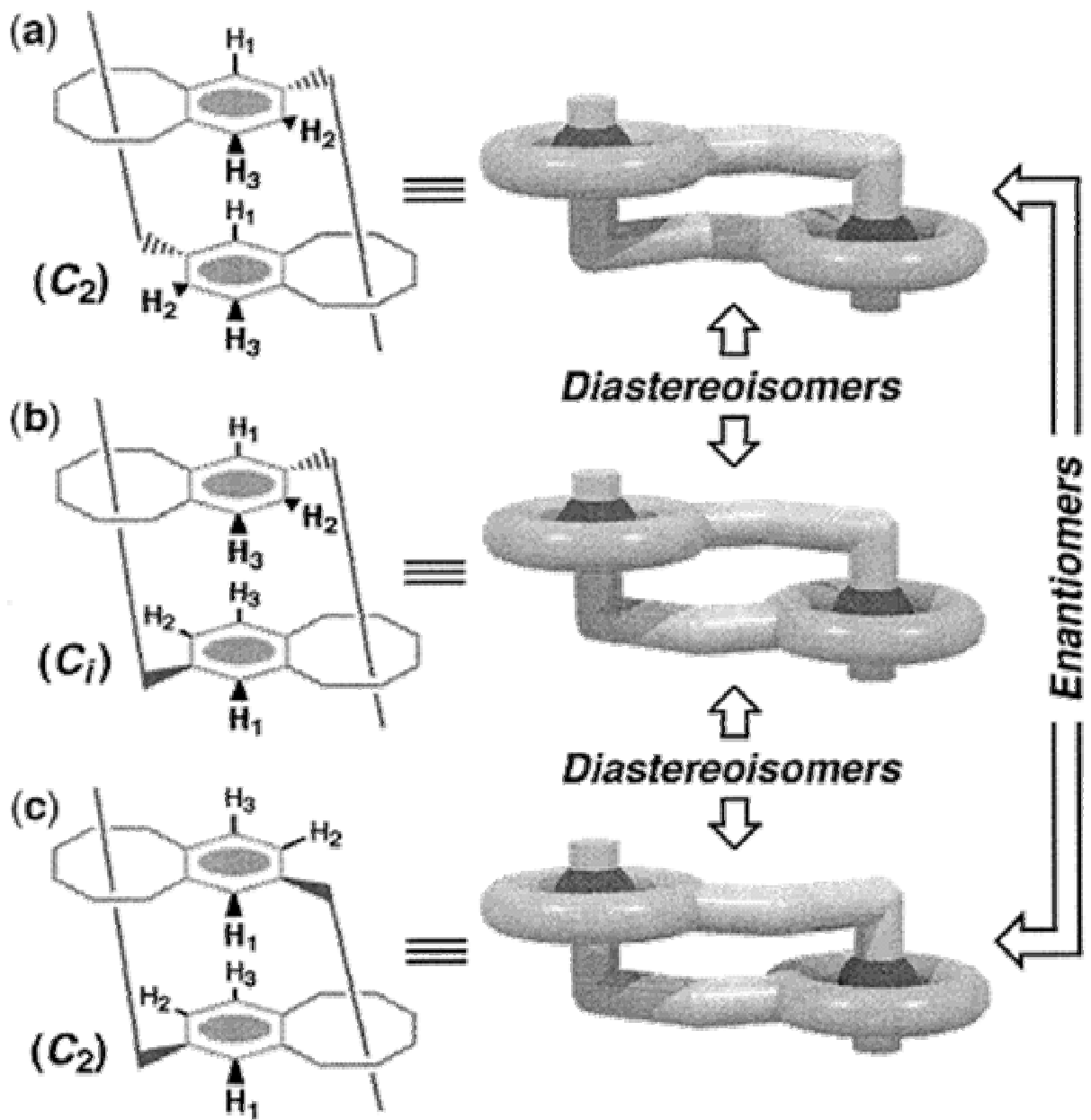
PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



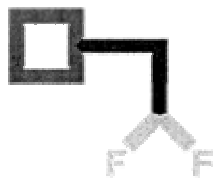
skládací kopretiny

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ

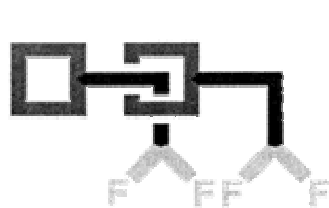




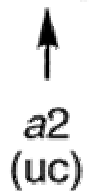
PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



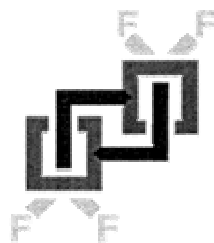
a1



a2
(c)



a2
(uc)



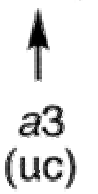
c2



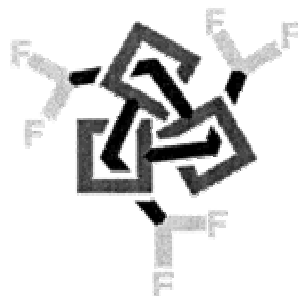
a3
(c)



a3
(c)

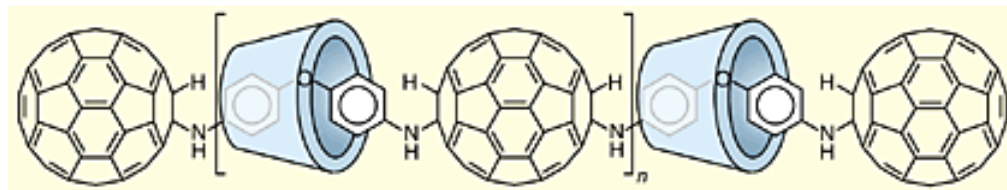


a3
(uc)



c3

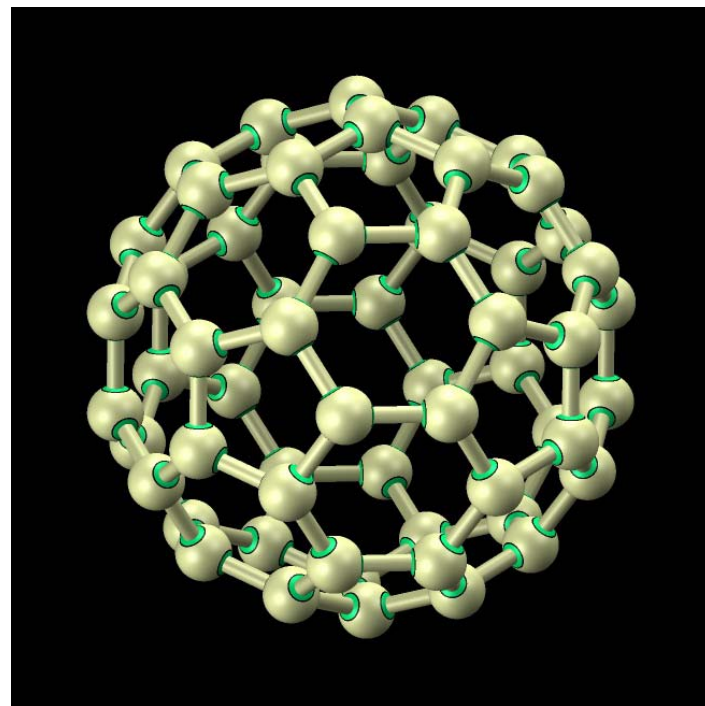
PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



Rotaxan složený s polyfullerenového řetězce na kterém jsou navlečeny cyklodextrinové prstence.

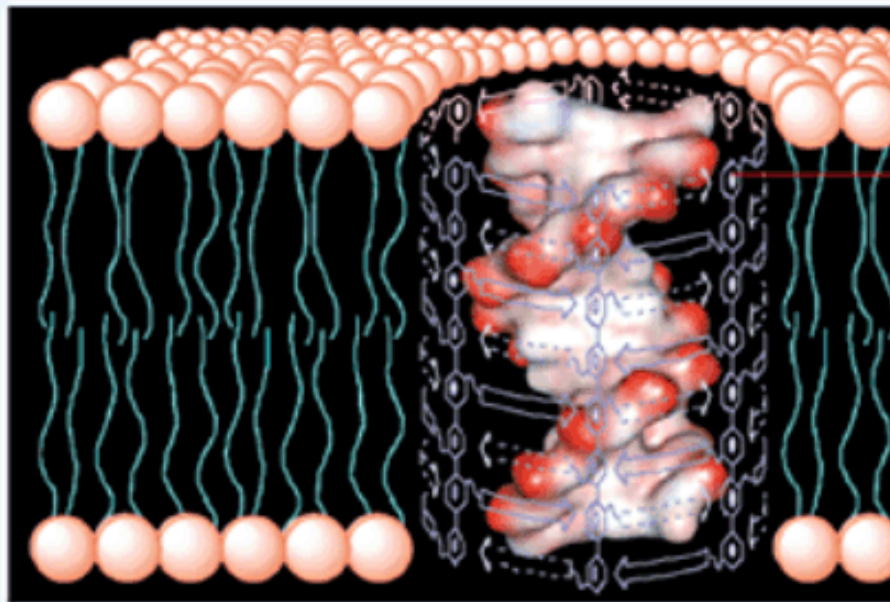
Rotaxan zháší radikály lépe než sám fullerén C_{60} .

Takové systémy mohou sloužit m.j. k vývoji nanozařízení.

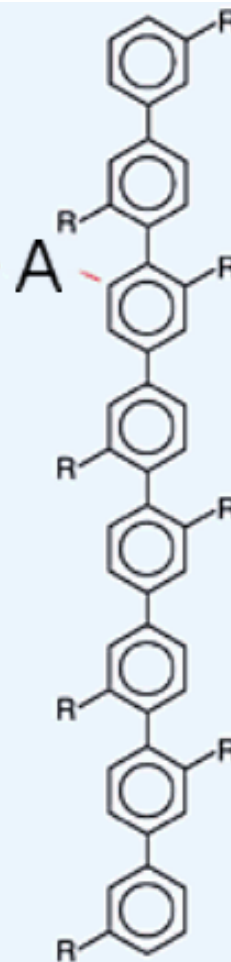
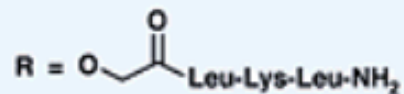


PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ

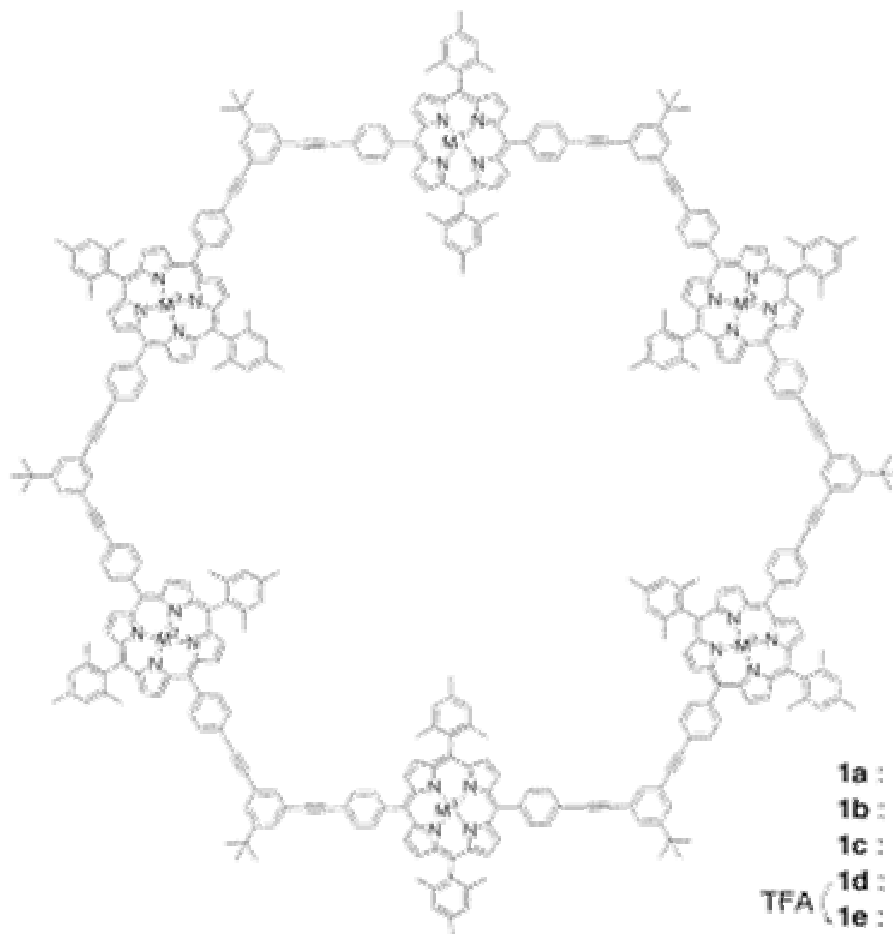
DNA vstupuje do membrány narušené molekulovými stužkami



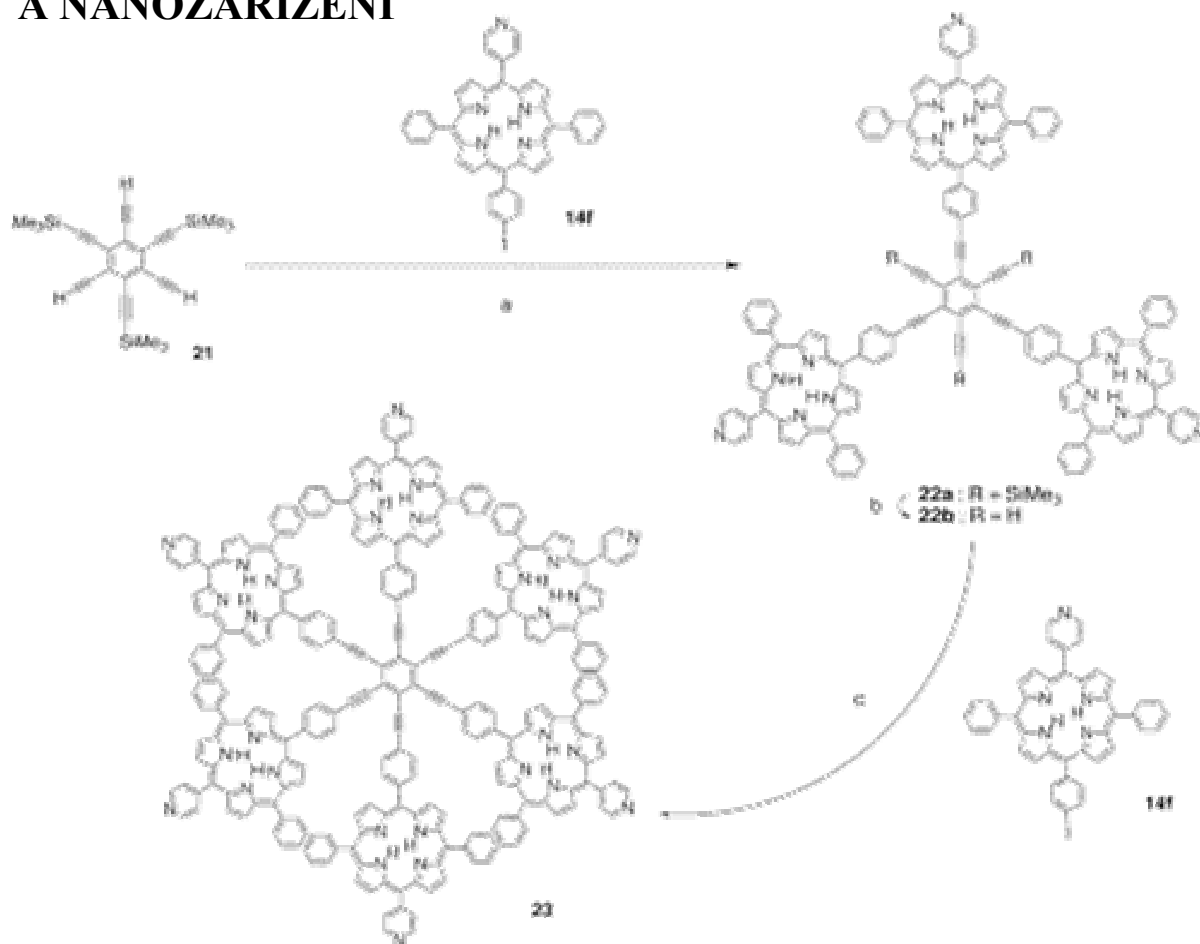
A - rigidní molekuová stužka

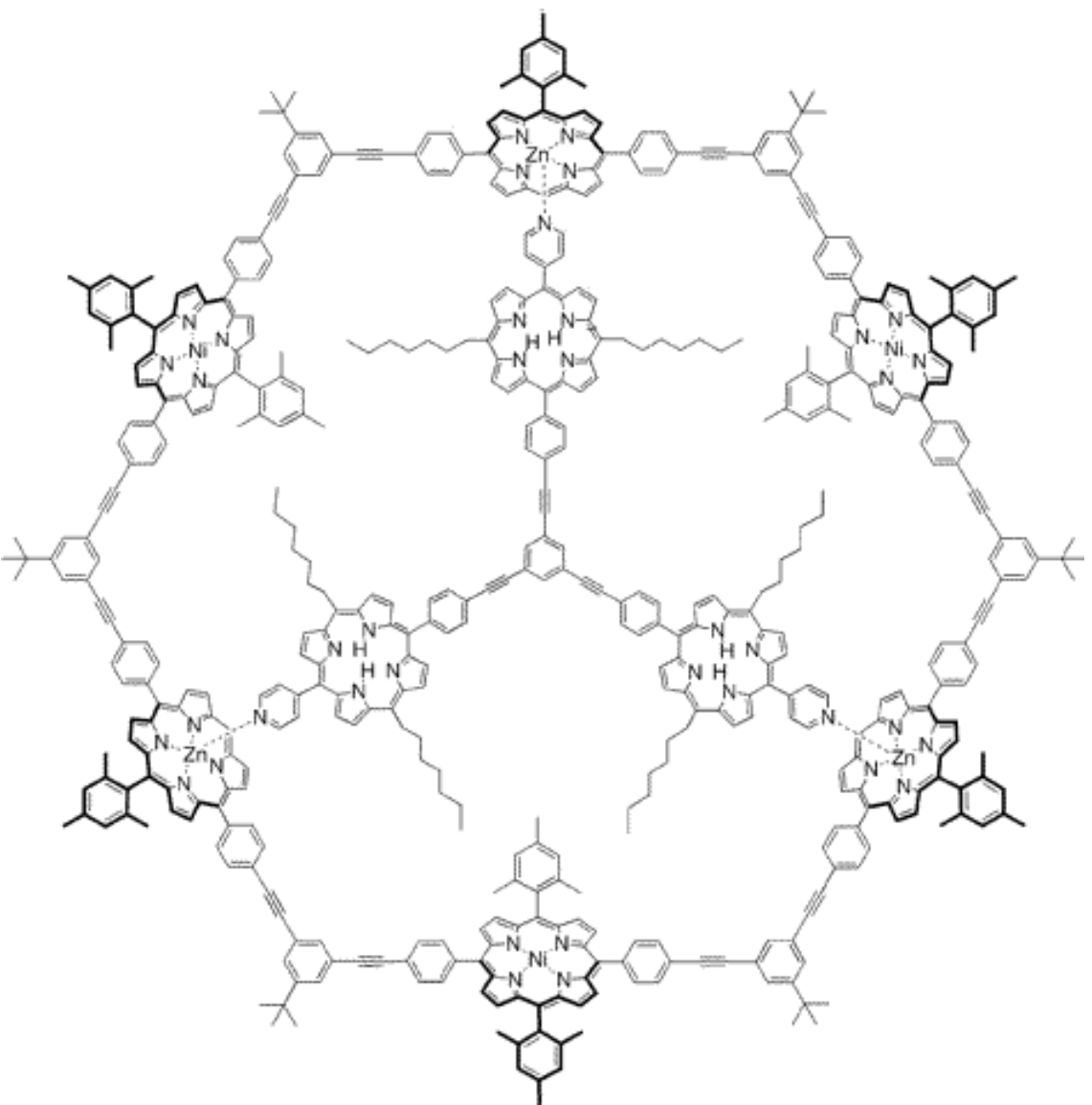


PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ

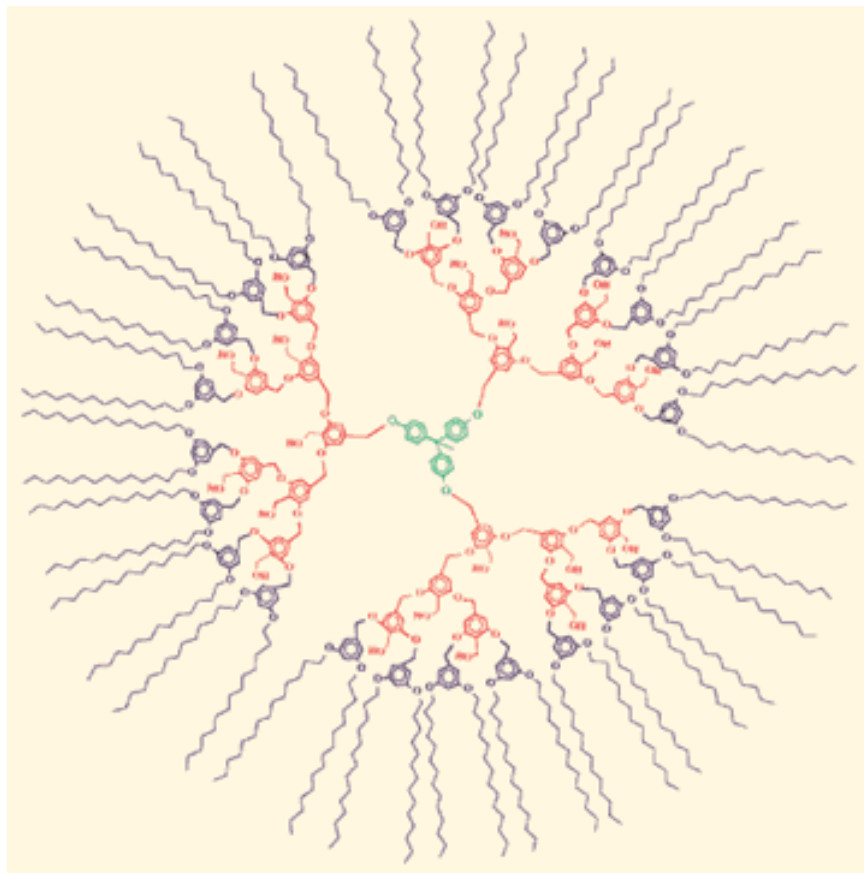


PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



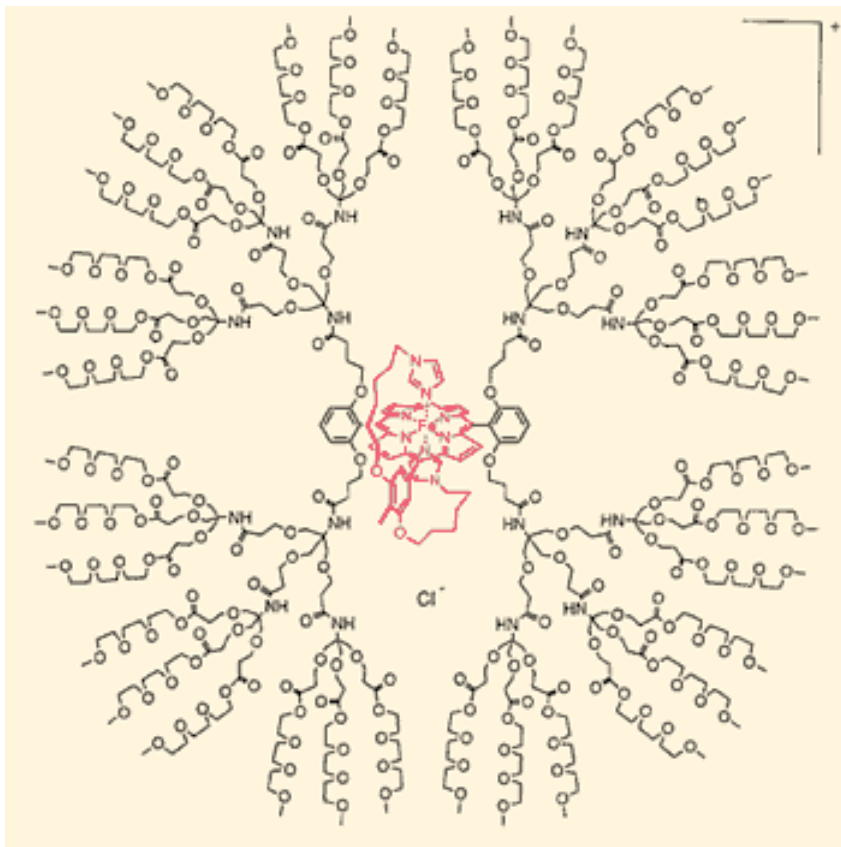


PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



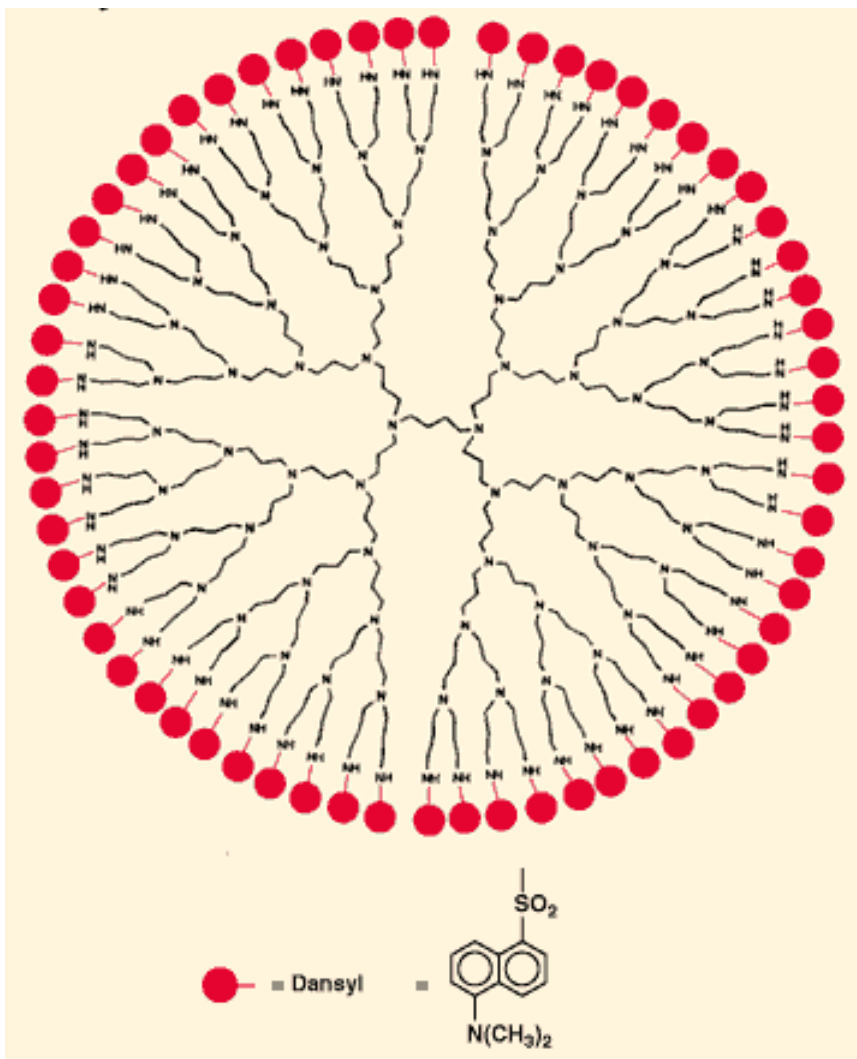
dendrimer tvořící
v kavitě katalytické centrum

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



dendrimer napodobující
tím, že obsahuje uvnitř
železo-komplexující
porfyrin, funkci
cytochromu

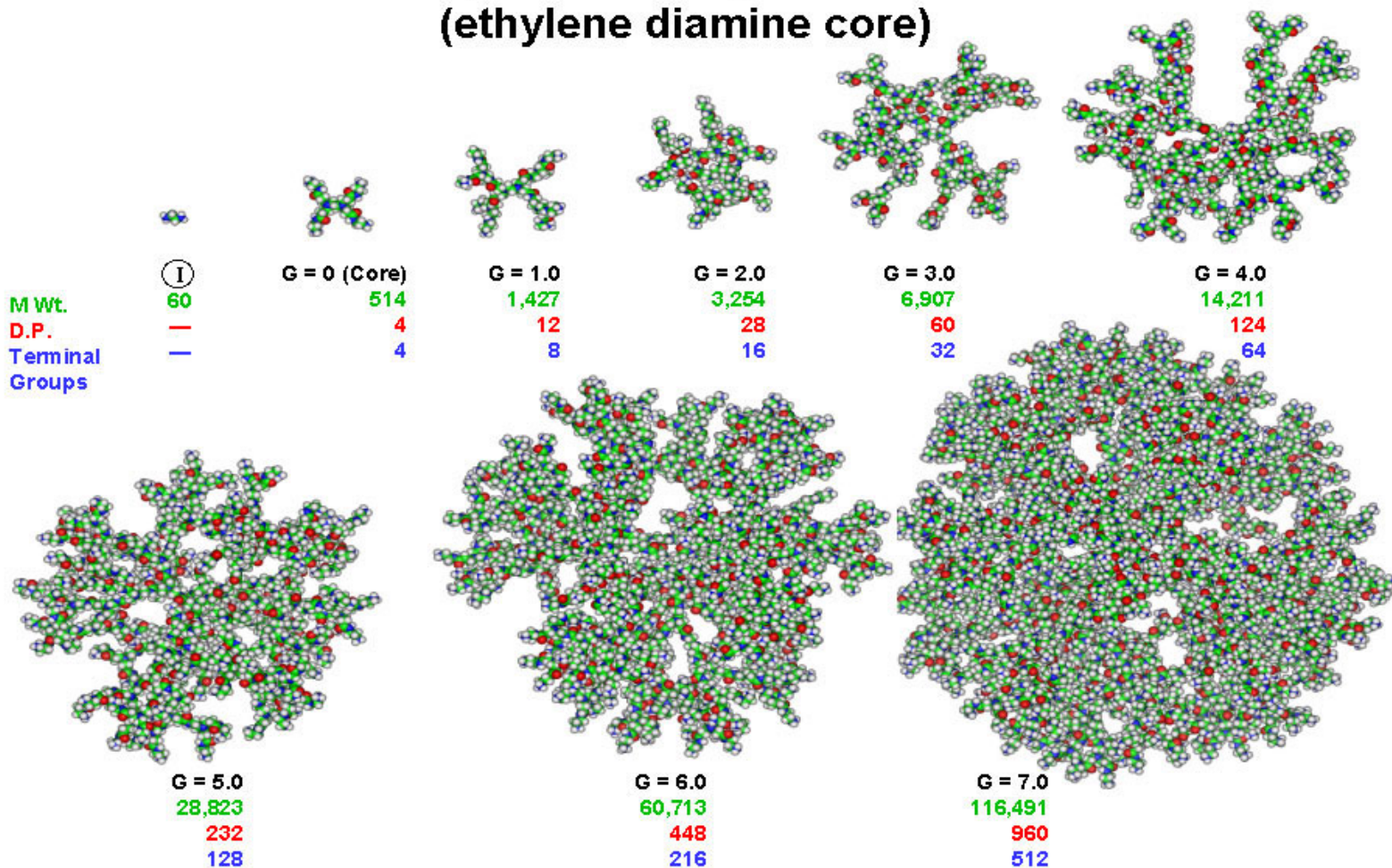
PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



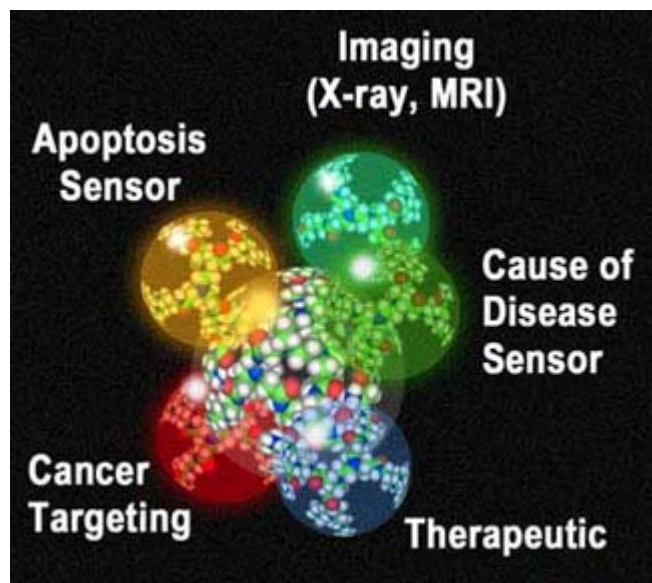
fluorescentní dendrimer
s 64 dansylovými
jednotkami

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ

Poly(amidoamine) Dendrimers (ethylene diamine core)



PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



Zjednodušený pohled na chytré („smart“) terapeutikum, které na dendrimerní (multifunkční) strukturu bude nést komponenty odpovídající funkcím:

Rozpoznání nemocných buněk

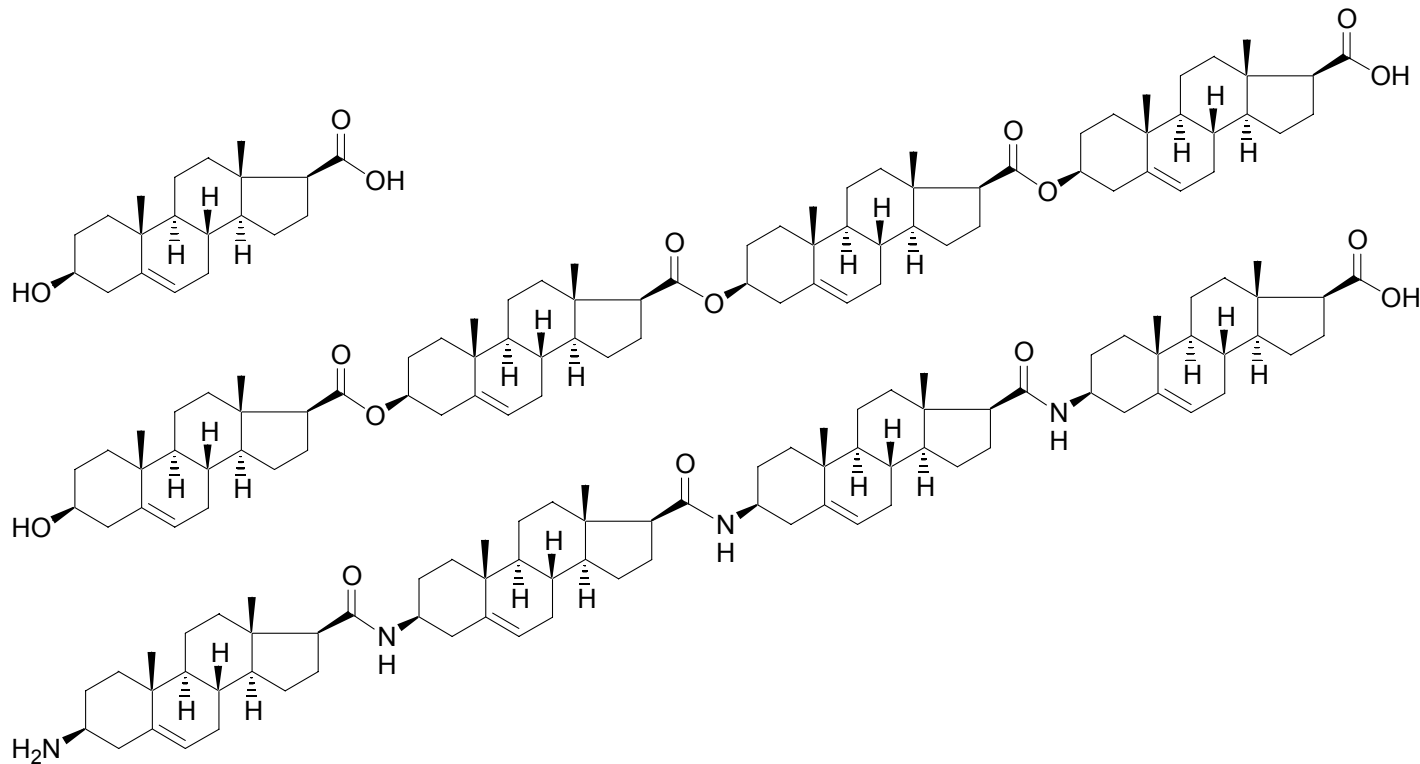
Rozpoznání stupně nemoci

Podání léčebné látky

Oznámení o místě provedené medikace

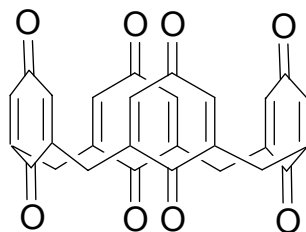
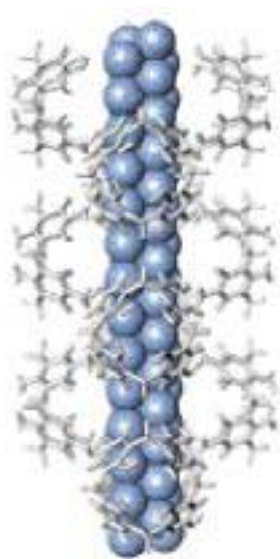
Oznámení o výsledky terapie

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ

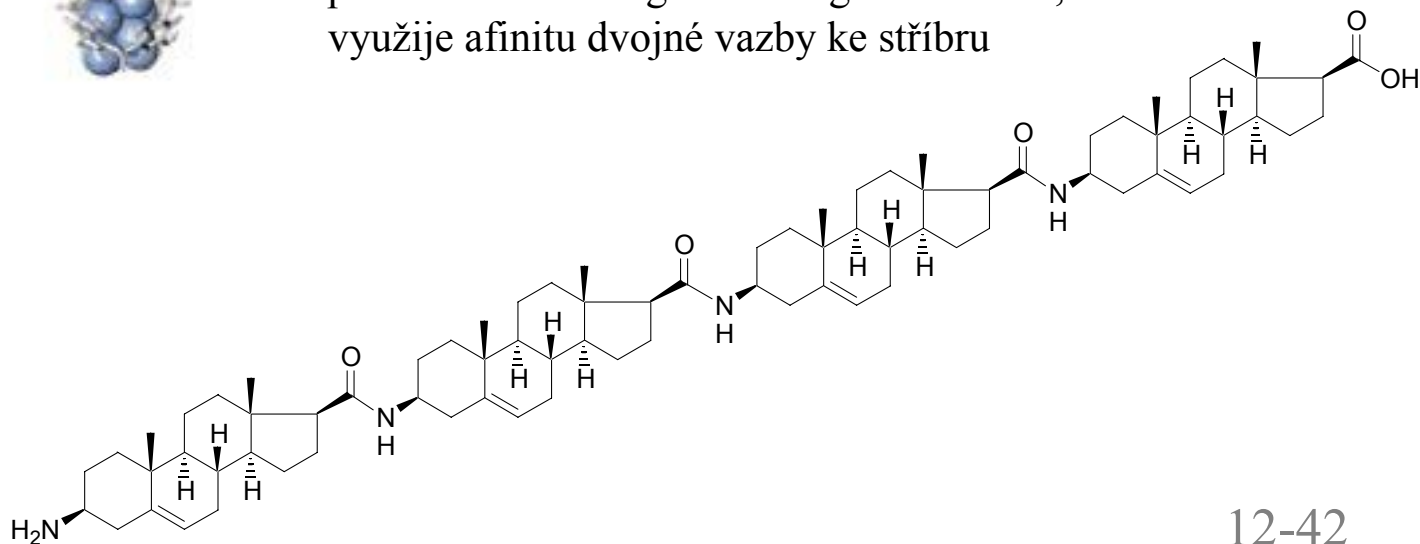


molekulární stužky vzhledem ke své velikosti mohou perturbovat biomembrány podobně jako Matileho oligofenyly

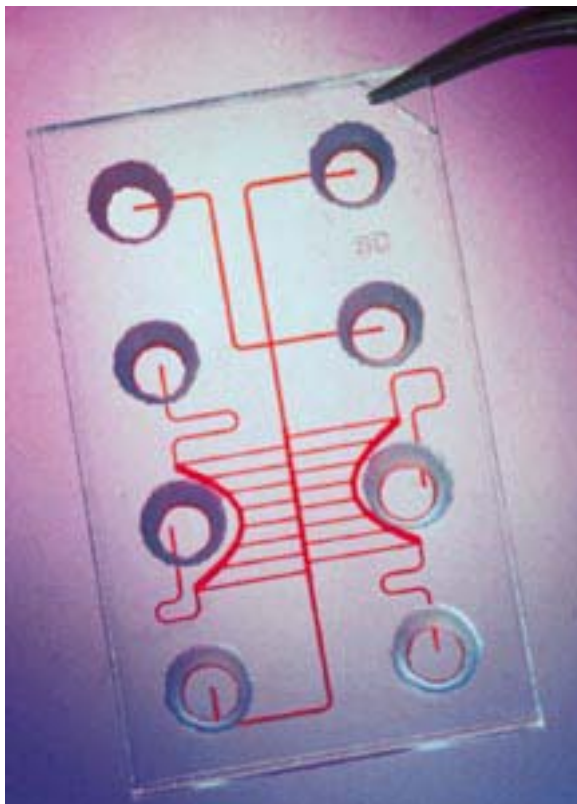
PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



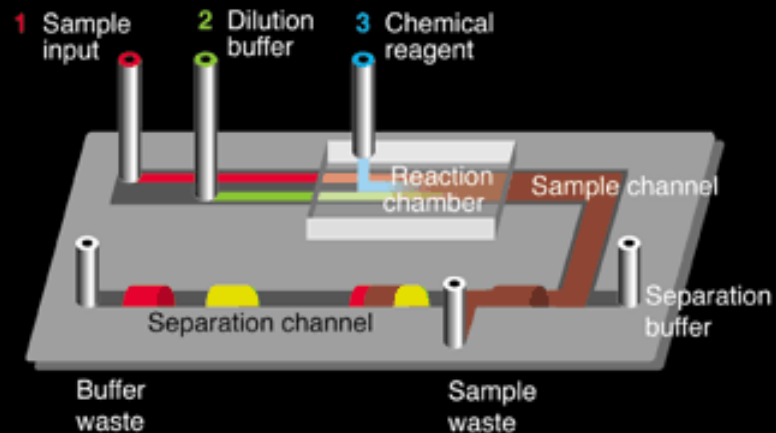
kalix[4]benzochinony tvoří organizovaná pole, ze kterých je možno utvořit „izolaci“ na 0,4 nm silný stříbrný nanodráť
podobně může fungovat o oligoetienát tím, že využije afinitu dvojné vazby ke stříbru



PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



Lab-on-a-chip concept for capillary electrophoresis

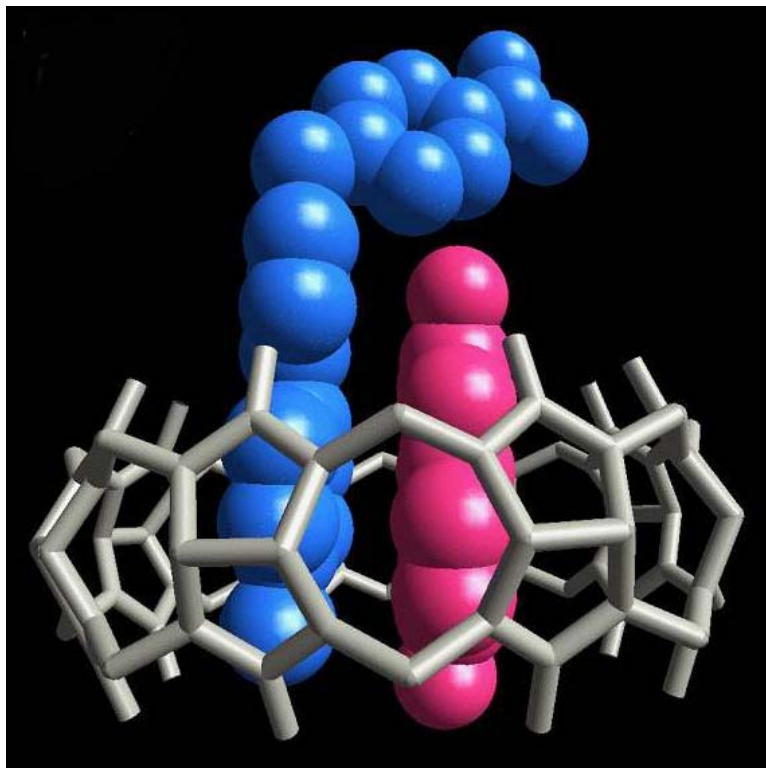


koncept čipové „makrosoučástkové“
součástky pro mikrozařízení

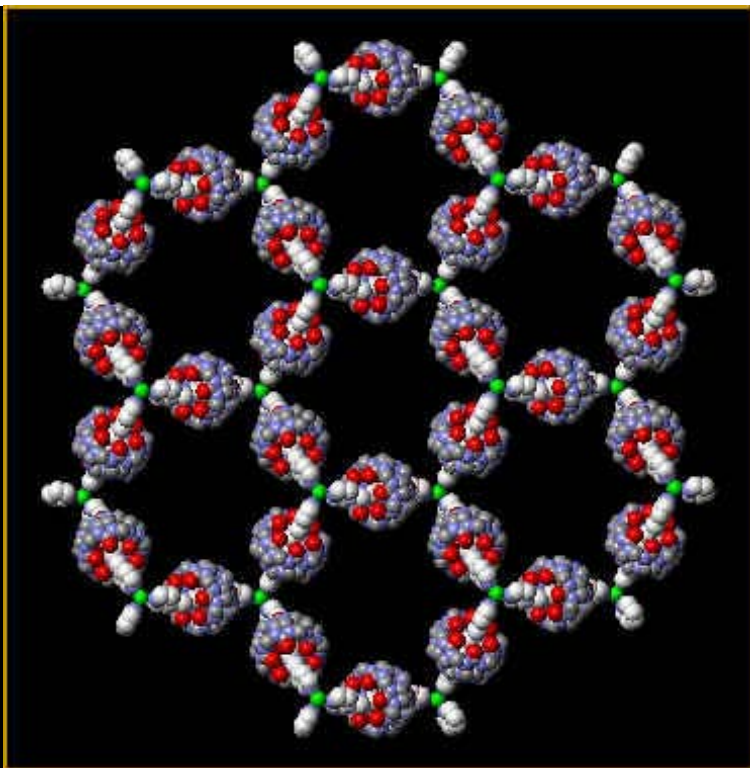
na úrovni nansotruktur fungují místo
součástek organizované molekuly

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ

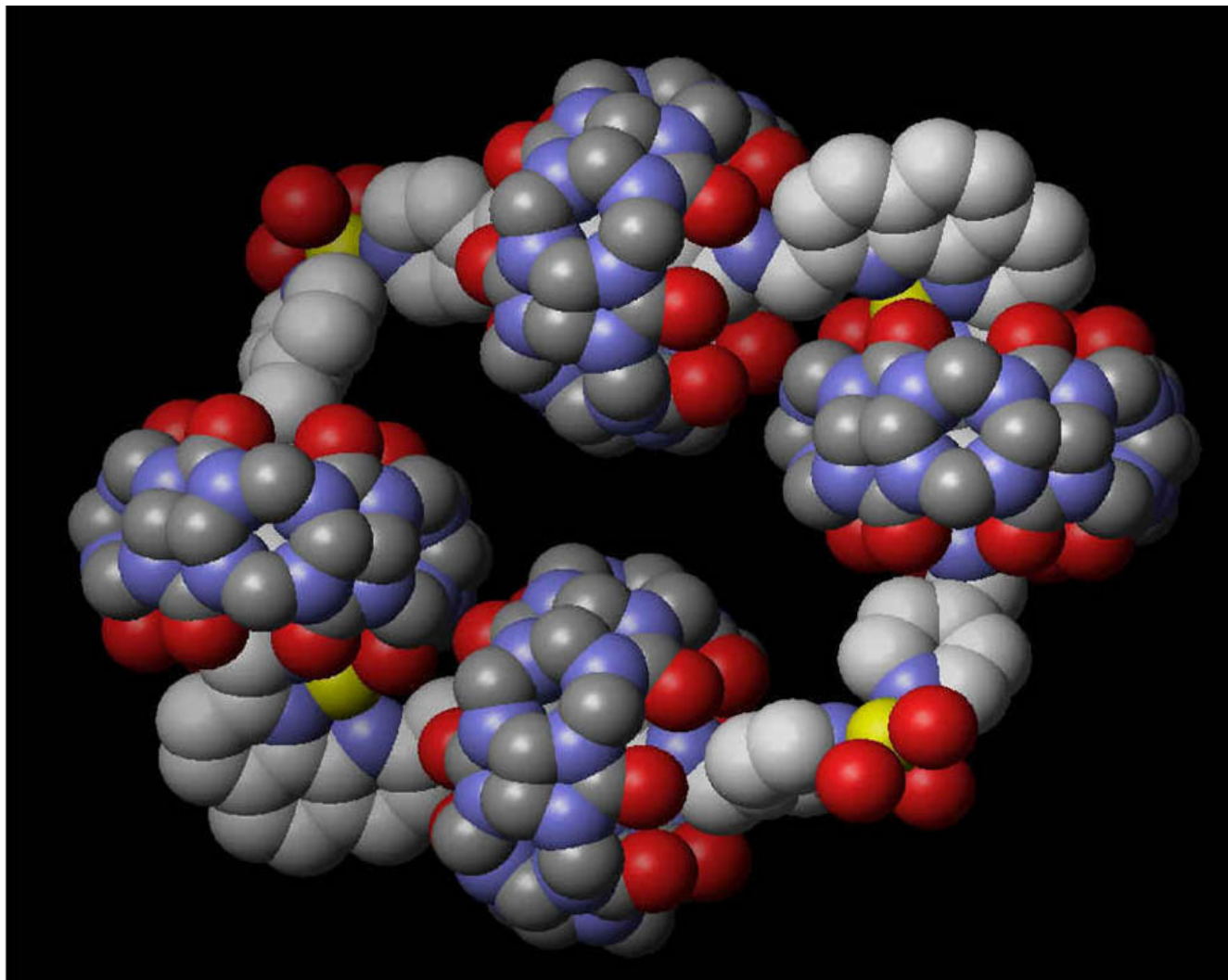
komplex dvou molekul komplexovaných
spolu uvnitř kavity



síťová supramolekula vedoucí m.j. k
možnosti konstrukce paměti

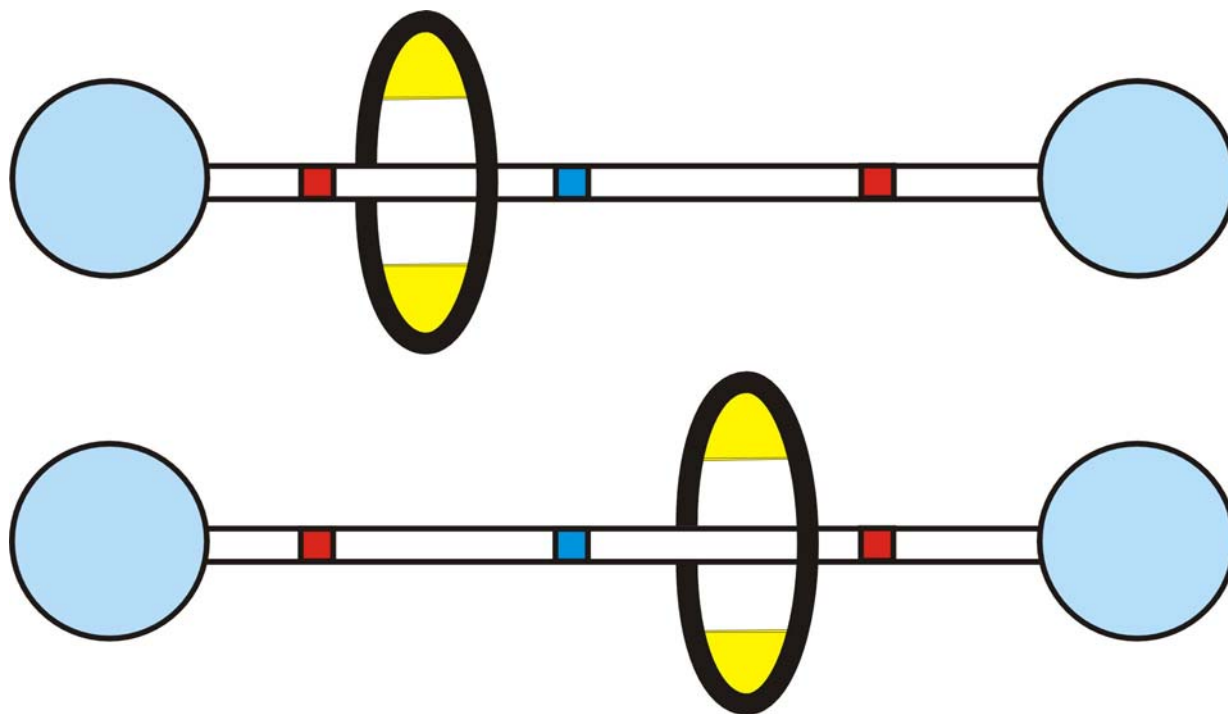


PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



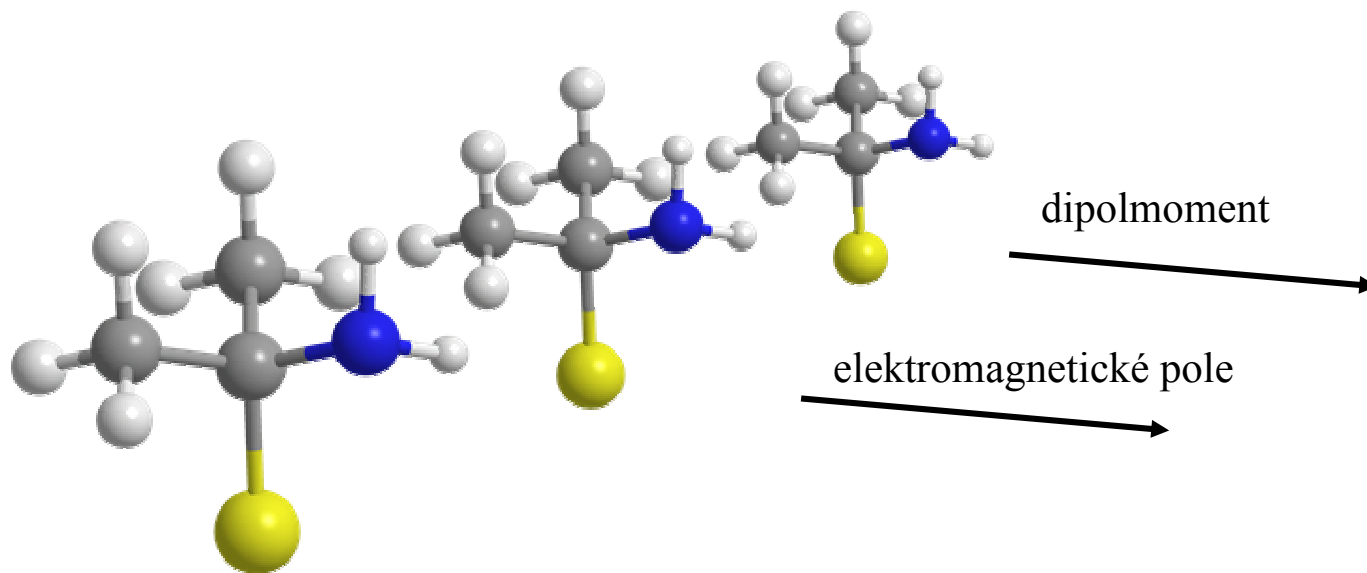
komplexní rotaxan

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



Rotaxan, cyklický útvar na lineární molekule; pohybuje se podle změněných vlastností klíčových segmentů v lineárním řetězci (náboj, sterické poměry, interakce, konjugace ...).

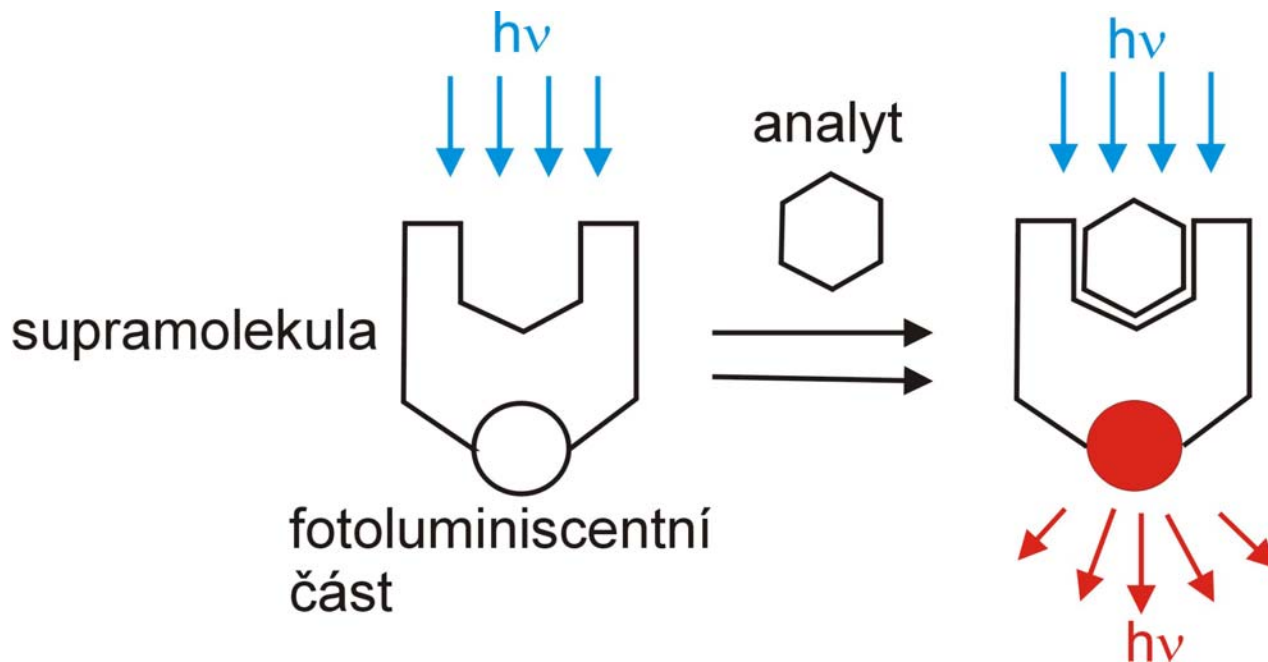
PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



molekulární elektromotory podle Michla
dipolmomenty se rovnají souhlasně podle pole
dipolmomenty se otáčejí podle pole

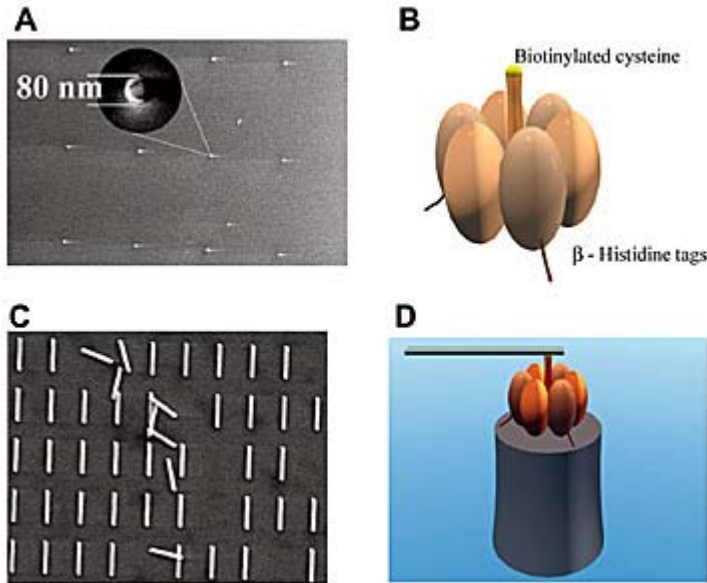
v matici mohou tvořit paměťový element, je-li mezi změnami pole
molekulární paraple (či záklopka) uzavřeno(a)

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



Konstrukce optických sensorů (UV, fluorescenčních ...) je typickým úkolem který řeší moderní chemie. Sensor reaguje s analytem, vzniká agregát, který má naprogramované fyzikálně chemické vlastnosti.

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



nanozařízení dle
Science, 11/24/00

molekulární motor otáčející vrtulkou
rychlostí 8 ot./sec poháněný energií
ATPasy

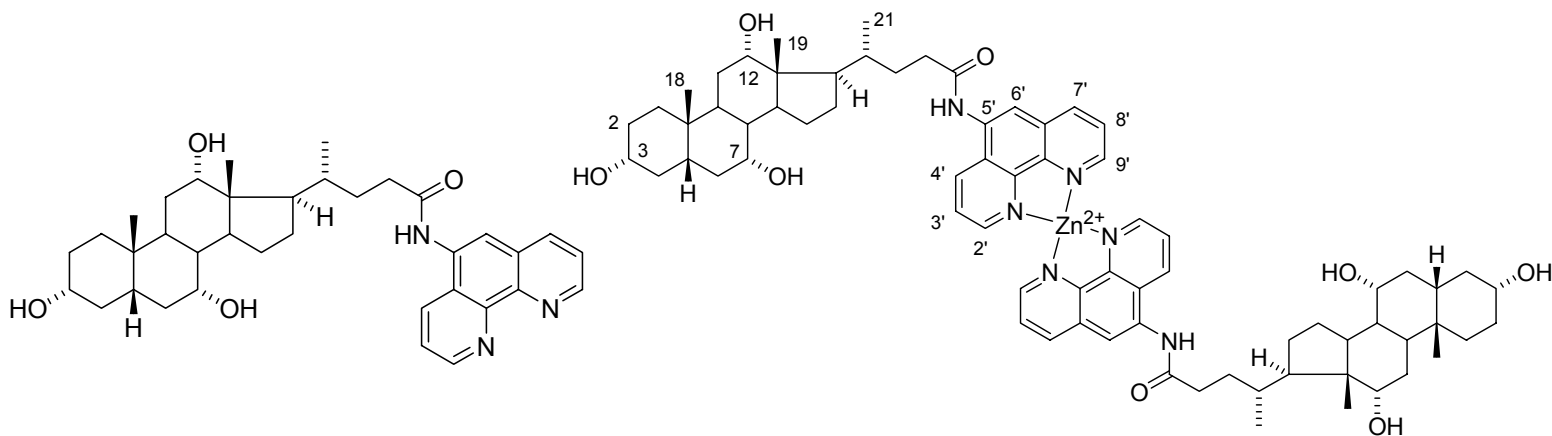
Detaily prvního biomolekulárního motoru s nano-vrtulí:

- (A) elektronové microfoto nanoměřítkových niklových „stojánků“, 80x200 nm;
- (B) kresba biomolekulárního motoru z ATPasy;
- (C) elektronové mikrofoto niklových nanovrtulek 750x 150 nm;
- (D) kresba sestaveného biomolekulárního motoru (červená) a niklových vrtulek (zelená) na niklovém stojánku (šedá).

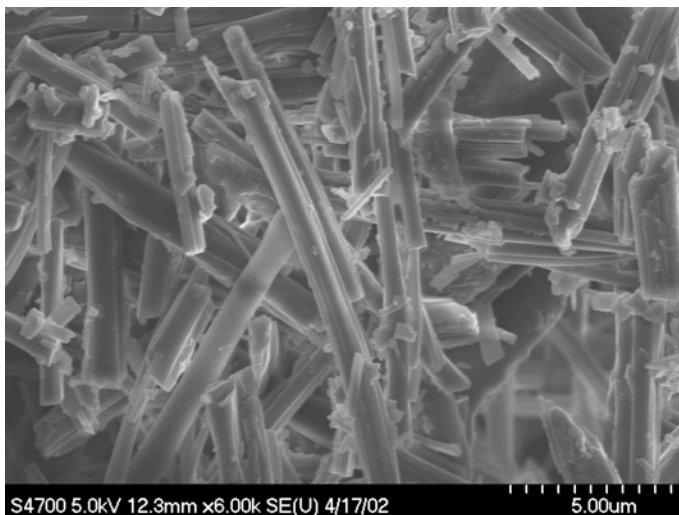
PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ

Roztok cholylamidofenanthrolinu tvoří ve vodném methanolu GEL (od 0,1 % gelátoru) který je termostabilní s fibrilární strukturou, která se stárnutím nemění;

zinečnatý komplex téhož steroidního fenanthrolinu tvoří gel globulární (1 % gelátoru), který však během několika minut „roztaje“ na viskózní kapalinu, která zahřátím zgelovává a tak dokola

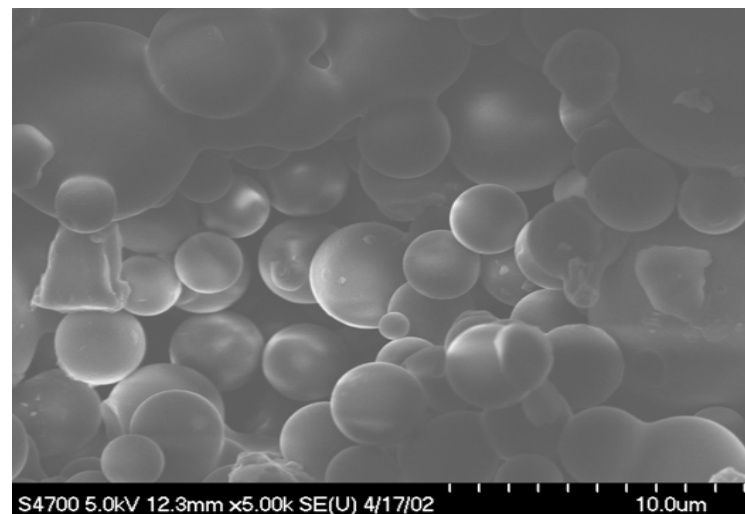
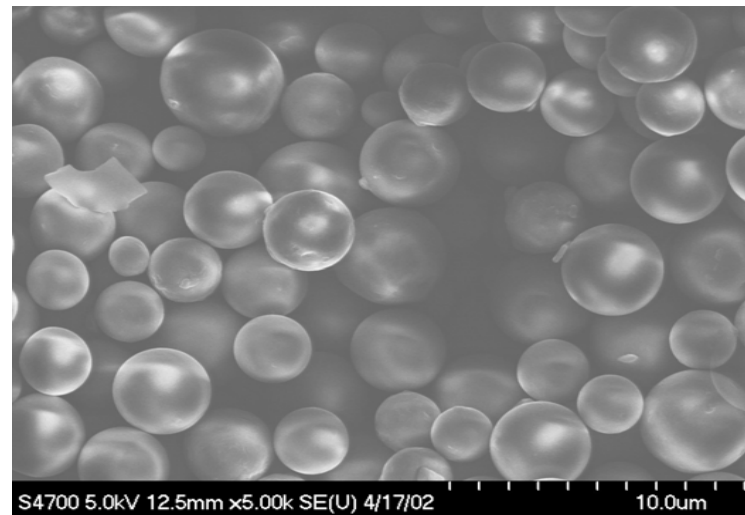


PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ

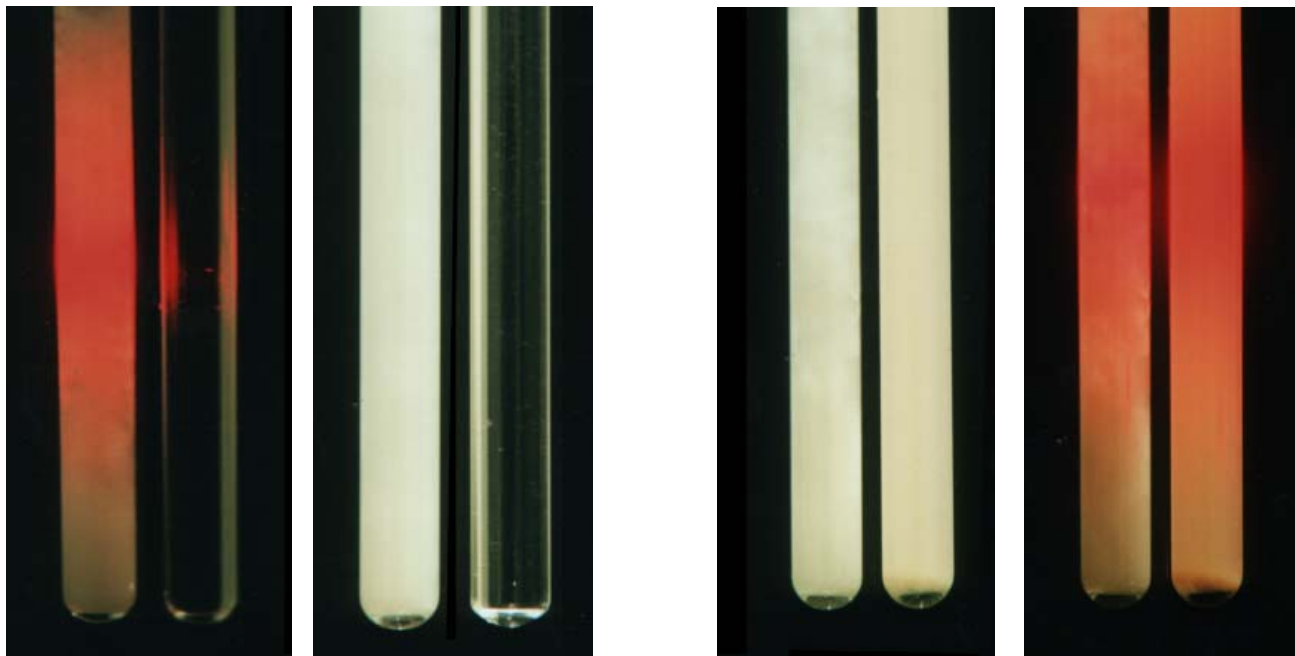


Fibrilární gel fenanthrolinu
(cholyamidofenanthrolinu)

—————→
Globulární struktura gelu
 Zn^{II} komplexu fenanthrolinu

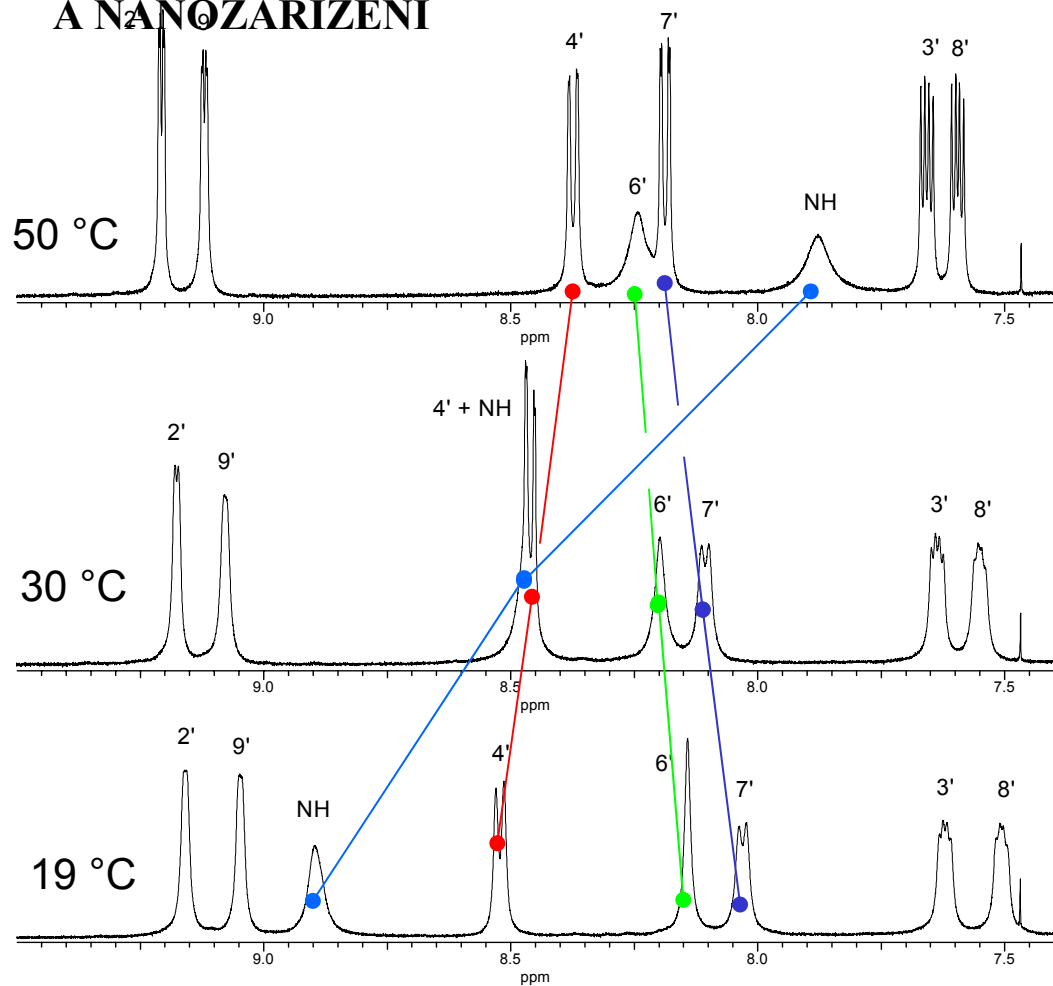


PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



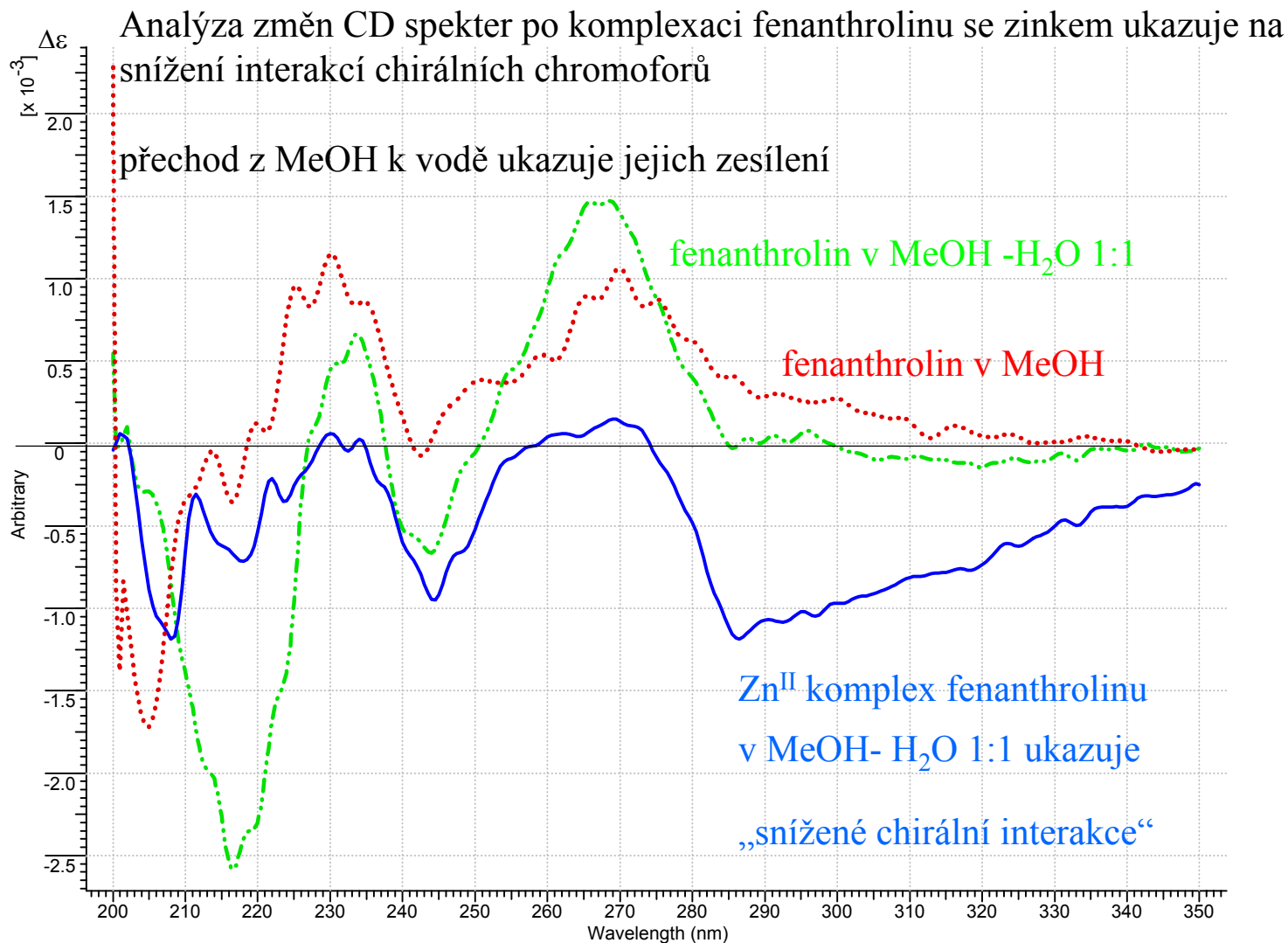
Důkaz pravosti a nepravosti roztoku u gelů fenanthrolinů a jeho zinečnatého komplexu Tyndallovým efektem
za použité rozptýleného bílého světla a laseru

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



teplotní
změny pozorované
u fenanthrolinové
části molekuly v NMR

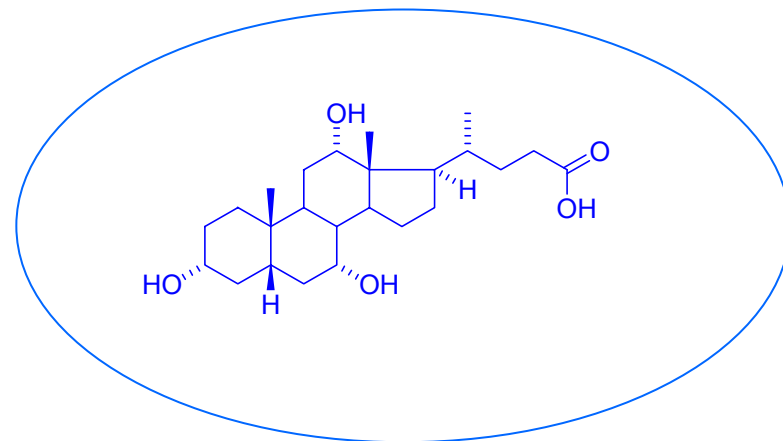
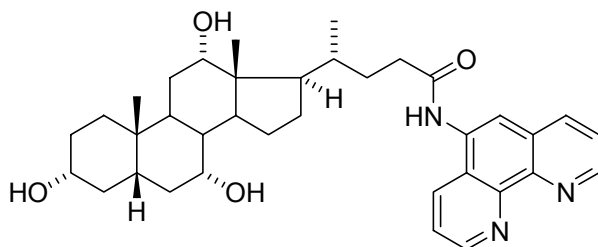
PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ

Pro vyloučení, zda nejde o methodickou chybu kdy skládání je způsobeno nikoli celým cholyamidofenanthrolinem ale jeho komponentami byly stejné experimenty provedeny se směsí cholové kyseliny a ekvimolárního množství (*N*-1,10-phenanthrolin-5-yl) acetamidu.

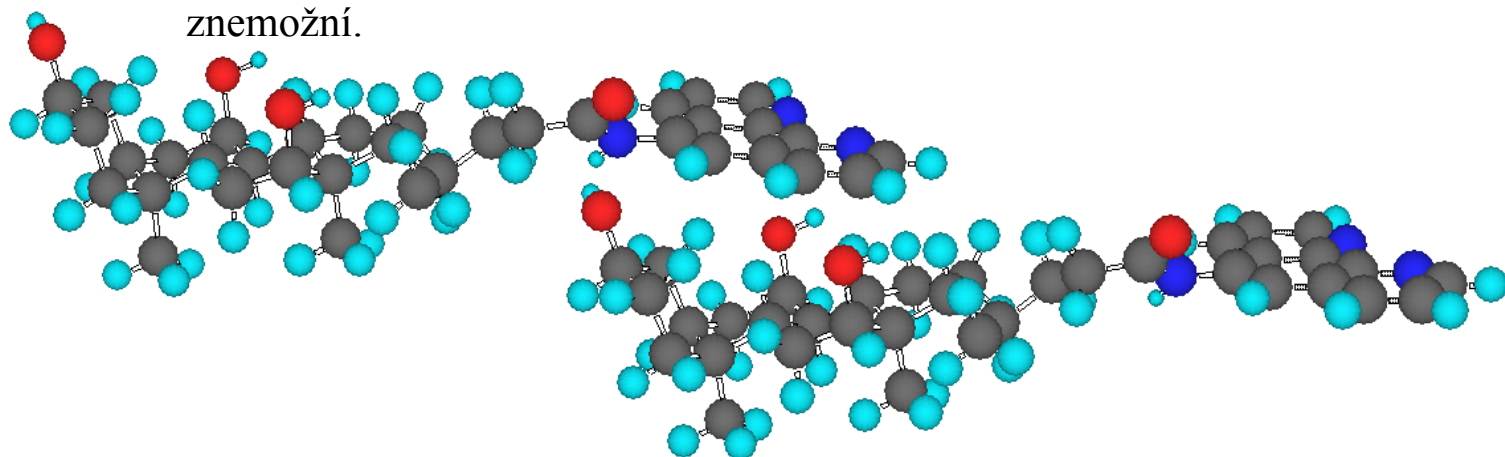
Nebyly pozorovány podobné jevy.



PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ

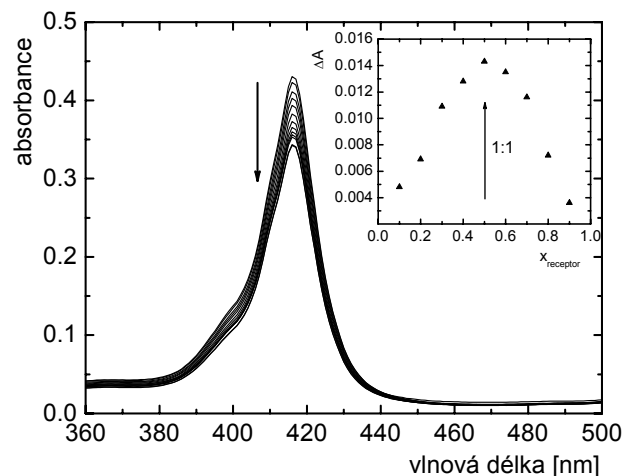
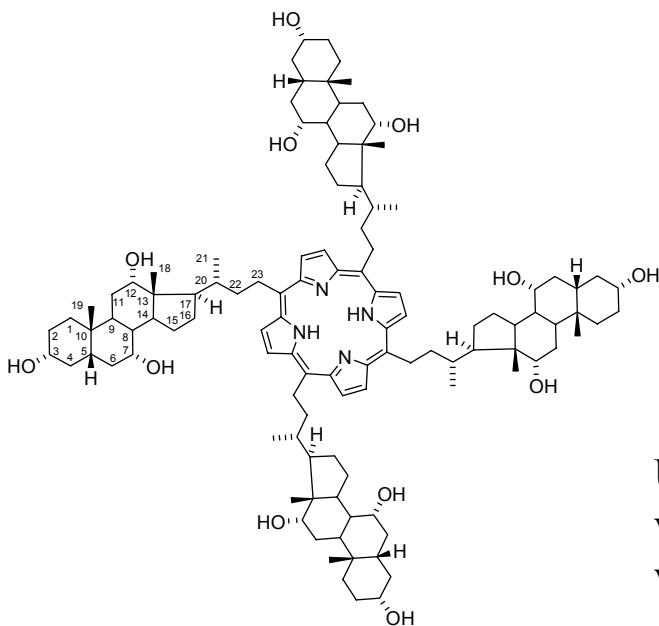
Ve shodě se změnami NMR a IČ spekter s koncentrací a teplotou je předpokládána interakce mezi molekulami příčinou „taškovitého skládání“ s interakcí vždy mezi fenanthrolinem a steroidním zbytkem odvozeným od kyseliny cholové (stereochemie).

Komplexace zinku s fenanthrolinovou částí molekuly výše popsané interakce znemožní.

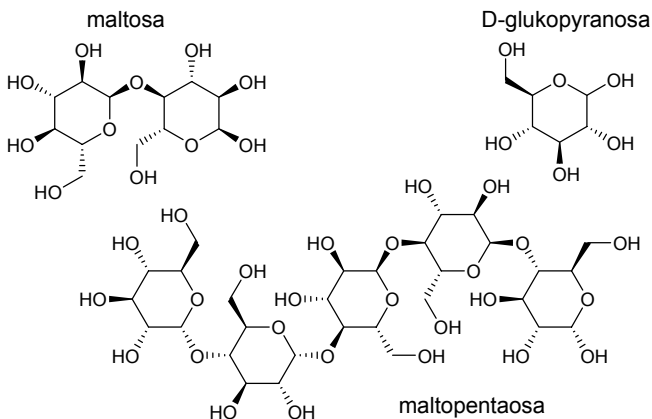


Gel přestane být fibrilární a jeho struktura je více závislá na změnách teploty.

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



UV-VIS titrace 5,6 μM **porfyrinu** maltopentaosou
v 50 % 2-propanolu, šipky ukazují změny se
vzrůstem koncentrace sacharidu

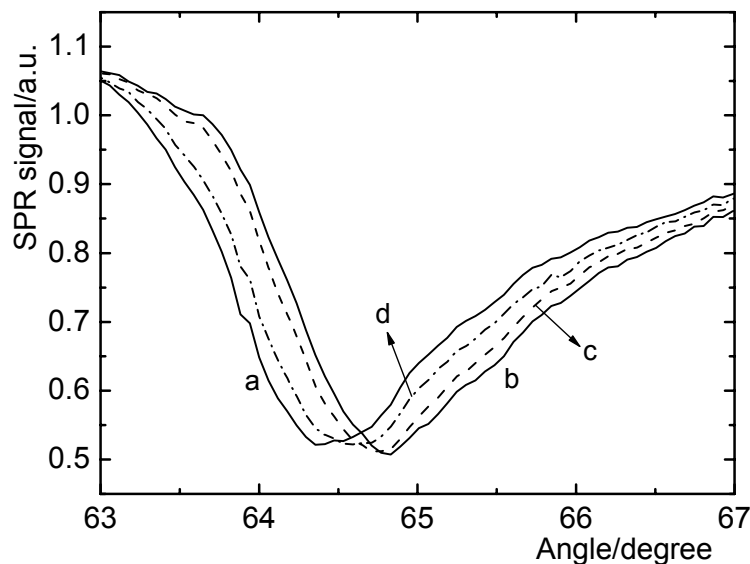
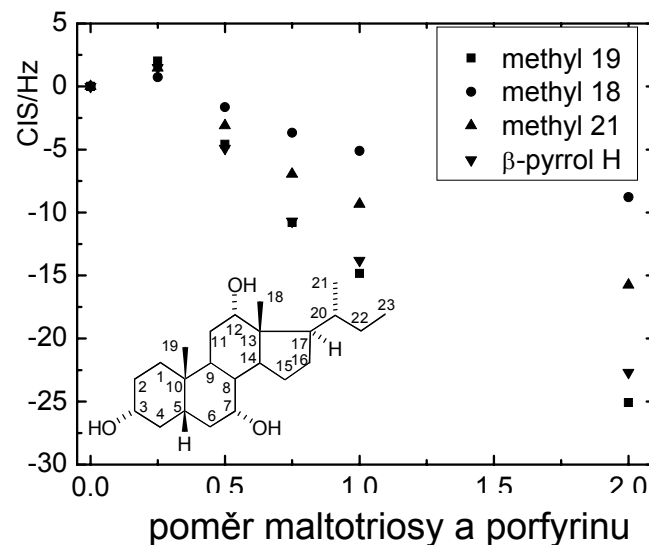
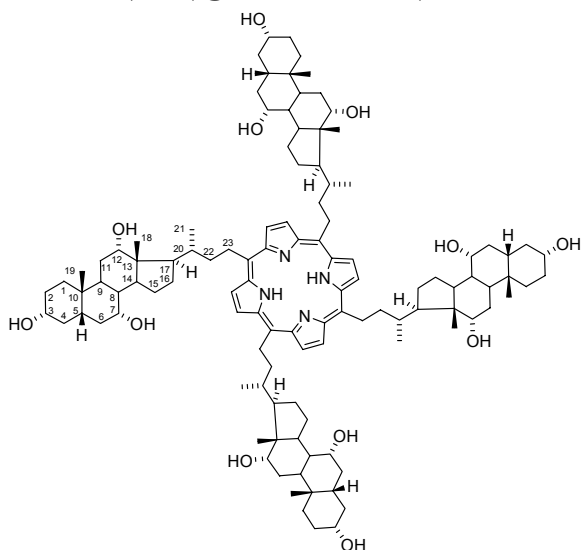


Vazebné konstanty porfyrinu a cukrů K_b/M^{-1}

maltosa	$(8.8 \pm 1.0) \times 10^4$
D-glukosa	$(3.4 \pm 0.5) \times 10^4$
maltotriosa	$(1.4 \pm 0.2) \times 10^5$
maltotetraosa	$(4.3 \pm 0.5) \times 10^5$
maltopentaosa	$(7.6 \pm 1.2) \times 10^5$

v 50% vodném 2-propanolu

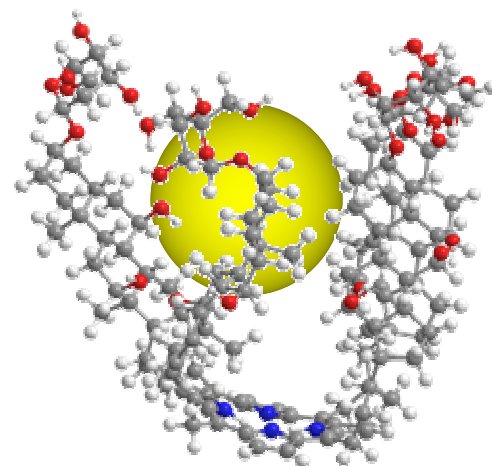
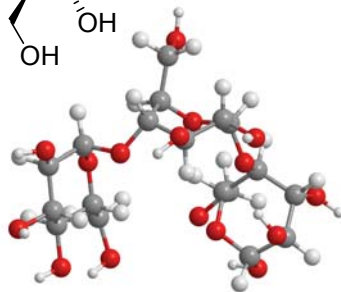
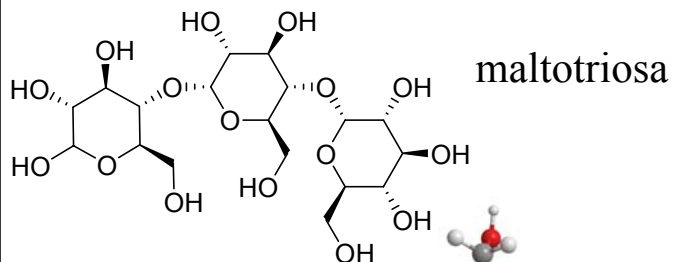
PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



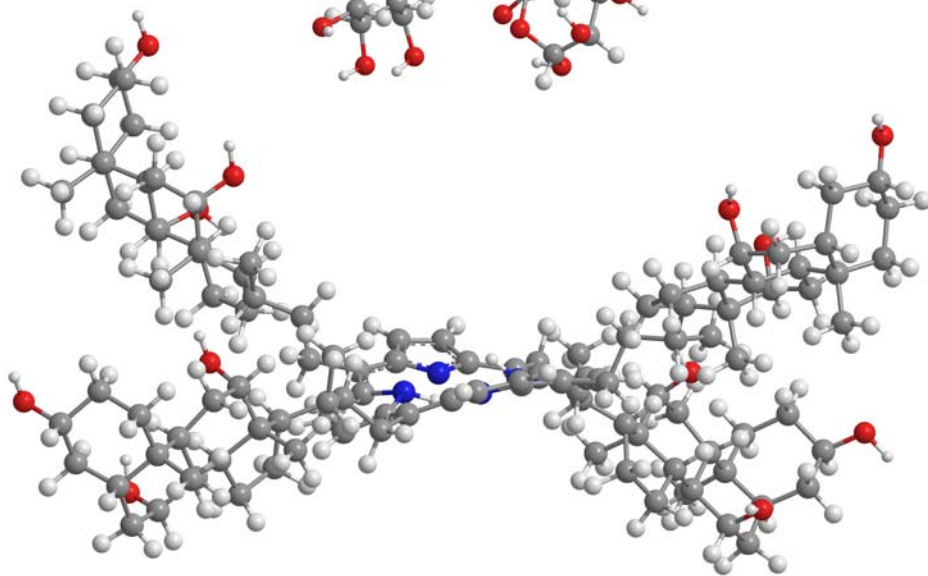
Chemicky indukované posuny (Hz) v roztoku 5, mM porfyrinu při přidávání maltotriose v $\text{CDCl}_3/\text{CD}_3\text{OD}$ (1:1, v/v) ukazují na interakce **porfyrinové** i steroidní části

Křivky SPR pro porfyrin a D-glukosu na povrchu zlata (a) porfyrin, (b) komplex, (c) po omytí vodou (d) po sedminásobném omytí vodou ukazují stabilitu komplexu (asociátu)

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ

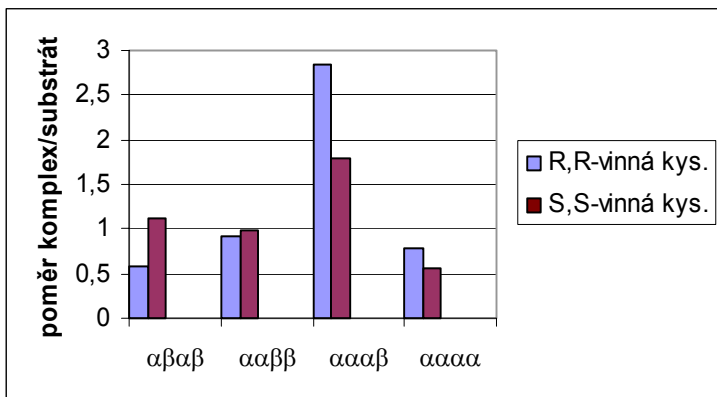


*flexibilita možností
indukovaného přizpůsobení*

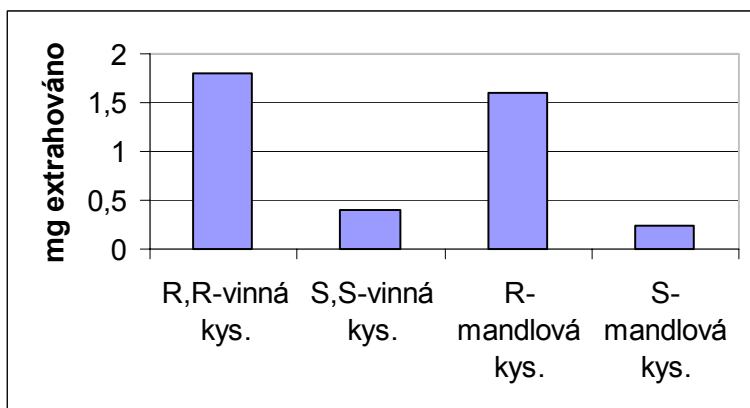


meso-tetrakis(3 α ,7 α ,12 α -trihydroxy-
-5 β -cholan-24-yl)porfyrin

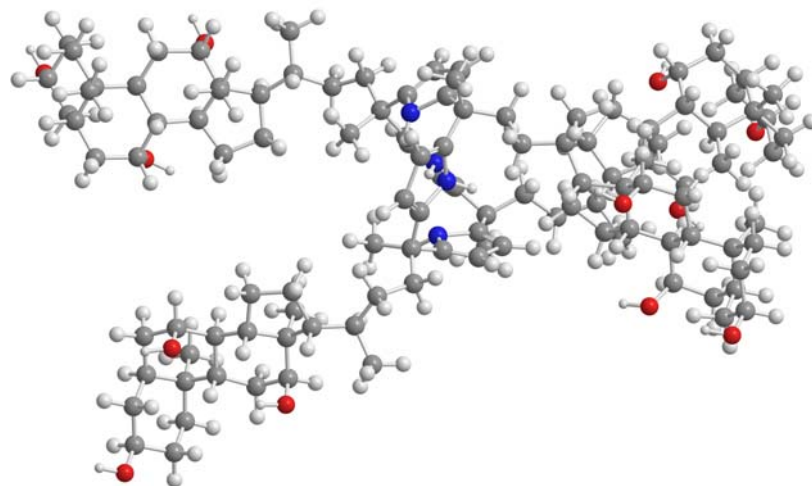
PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ



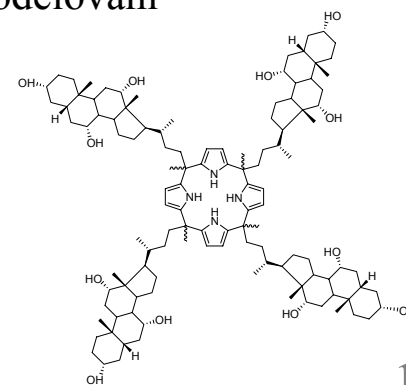
rozdíl ve vazbě D- (*S,S*) a L-kyseliny vinné (*L,L*)
zejména u $\alpha\alpha\alpha\beta$ a $\alpha\beta\alpha\beta$ izomeru (FAB-MS)



extrakce pomocí izomeru $\alpha\alpha\alpha\beta$
z vody do dichlormethanu; analýza směsí
pomocí FAB-MS poskytuje podobné výsledky



dekonvoluce ξ,ξ,ξ,ξ -*meso*-tetramethyl-
tetrakis(„steroidyl“)-kalix[4]pyrrolů
byla provedena na základě analýzy
MNR spekter s použitím symetrických
úvah, plynoucích z molekulárního
modelování



A vertical decorative bar on the left side of the slide with a marbled pattern in shades of grey and white.

PŘÍRODNÍ LÁTKY JAKO STAVEBNÍ KAMENY SUPRAMOLEKUL A NANOZAŘÍZENÍ

KONEC