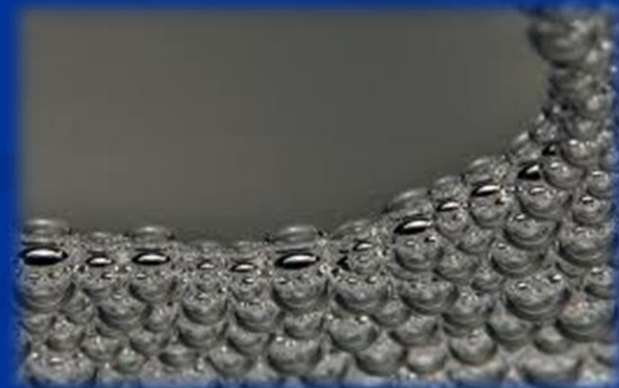


# Disperzné sústavy

# Disperzné sústavy



dvoj- alebo viaczložkové sústavy, v kt. jedna alebo viac zložiek je v stave dostatočne vysokého rozdrenia rovnomerne rozptýlená – dispergovaná vo vhodnom prostredí



## Dispergovaná fáza

súbor rozptýlených častíc

## Disperzné prostredie

prostredie, v ktorom je fáza dispergovaná

## Disperzita, stupeň disperzity D

charakteristická veličina veľkosti častíc  
nepriamoúmerná ich rozmeru

Guľovité častice → D rovná sa prevrátenej  
hodnote ich priemeru

$$D = 1/d$$

## Špecifický povrch

tiež charakteristická veličina, ktorá predstavuje povrch  $1\text{m}^3$  dispergovaných častíc

$$S_{sp} = S_0 / V$$

Čím menšie sú dispergované častice, tým väčšia je disperzita a špecifický povrch

Závislosť medzi stupňom disperzity a špecifickým povrchom vyjadruje vzťah:

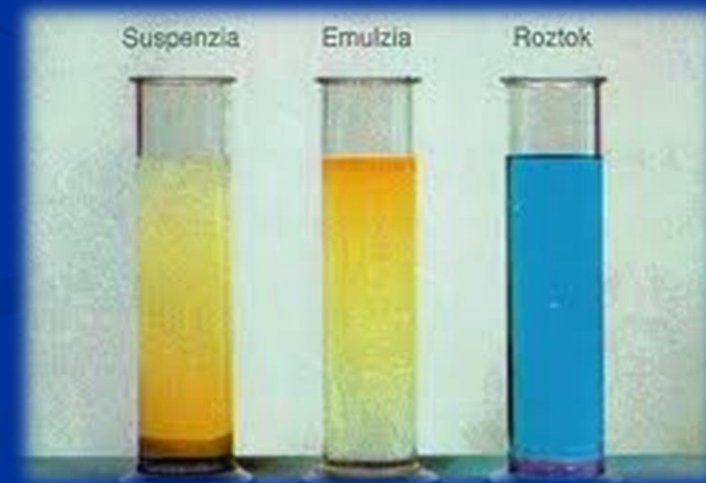
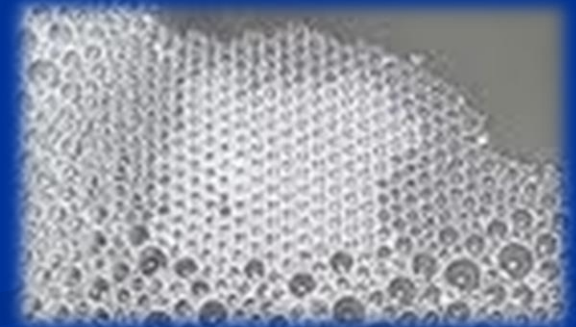
$$S_{sp} = K (1/a) = KD$$

# Disperzné sústavy

- vznikajú dispergovaním (rozdobením) väčších častíc na menšie, celistvosť východiskových častíc sa teda narúša

Disperzné sústavy delíme podľa:

- veľkosti dispergovaných častíc
- tvaru dispergovaných častíc
- skupenského stavu
- počtu fáz



# Podľa veľkosti častíc

**analytické disperzie** – menej ako 1nm, sú to pravé roztoky molekúl alebo iónov

**koloidné disperzie (ultramikroheterogénne)** –  $10^{-9}$  až  $10^{-7}$  m, častice nemožno pozorovať optickým mikroskopom

**hrubodisperzné sústavy (hrubé disperzie)** – väčšie ako  $10^{-7}$  m, častice možno pozorovať optickým mikroskopom, i voľným okom

# Podľa tvaru dispergovaných častíc

**korpuskulárne disperzné** – častice majú vo všetkých 3 priestorových smeroch zhruba rovnakú veľkosť, sú izometrické – guľa, elipsoidy

**laminárne disperzné** – častice majú tvar lamiel alebo doštičiek, 2 rozmery výrazne prevyšujú tretí, sú anizometrické – suspenzia grafitu, hlíny

**fibrilárne (lineárne) disperzné** – častice majú pretiahnutý tvar, jeden rozmer výrazne prevyšuje ostatné dva, sú anizometrické, majú tvar dlhých tyčiniek alebo vlákien – roztoky makromolekul. látok

# Podľa počtu fáz

**homogénne disperzné sústavy** – v ktorých dispergens a disperzum tvoria jednu fázu (roztok cukru vo vode)

**heterogénne disperzné sústavy** – tvorené viacerými fázami (hmla – čiastočky vody sú dispergované vo vzduchu)



Obr. Roztok vody a soli





# Podľa skupenského stavu



len v prípade heterogénnych sústav  
nie príliš konc. heterogénny koloidný systém sa  
nazýva sól:

**aerosól** – v prípade plynného dispergens

**lyosól** – v prípade kvapalného dispergens

**kryštálosól, pyrosól, vitreosól** – v prípade  
tuhého dispergens

Osobitnú skupinu tvoria pórovité látky, v ktorých  
je pevné spojité prostredie (dispergens)  
popretkávané pórmí a kapilármi (disperzum)

# Podrobnejšie delenie disperzných sústav podľa skupenstva

Dispergens Disperzum	Plyn	Kvapalina	Tuhá látka alebo sklovina	Disperzie
Plyn	-	Peny, bubliny v kvapaline	Tuhé peny, minerály s plynými inklúziami	Koloidné
	-	Peny	Tuhé peny, pemza, penoplasty	Analytické
	Zmesi plynov	Roztoky plynov v kvapaline	Plyny adsorbované tuhú látkou	Hrubé
Kvapalina	Dážď, hmla, oblaky	Emulzia (mlieko)	Minerály s kvapalnými inklúziami	Hrubé
	Aerosóly	Emulzie	Koloidné disperzie kvapalín v tuhých látkach (perly)	Koloidné
	Pary kvapaliny v plynch	Pravé roztoky kvapalín	Kryštalizačná voda	Analytické
Tuhá látka	Dym, prach	Suspenzie	Tuhé zmesi	Hrubé
	Aerosóly	Lyosóly	Tuhé sóly. vitreosóly	Koloidné
	Pary tuhej látky v plynch	Roztoky tuhých látok v kvapalinách	Tuhé roztoky (zmesové kryštály)	analytické

# Vlastnosti disperzných sústav

Disperzia Vlastnosť	Hrubé disperzie	Koloidné disperzie	Analytické disperzie
Viditeľnosť	Viditeľné voľným okom	Ultramikroskopom, elektrónovým mikroskopom	Častice nevidieť vôbec
Filtrovanie	Filtrovateľné papierovým filtrom	Papierovým filtrom prechádzajú, zadržujú sa membránami	Prechádzajú aj membránami
Pohyb častíc	Vykonávajú Brownov pohyb	Vykonávajú intenzívny Brownov pohyb	Vykonávajú intenzívny tepelný pohby
Difúzia	Nedifundujú a nevyvolávajú osmotický tlak	Difundujú len pomaly, osmotický pomerne malý	Difundujú rýchle a osmotický tlak je veľký
Stálosť	Sú kineticky nestále	Kineticky pomerne stále	Kineticky veľmi stále
sedimentácia	V zemskom gravitačnom poli	Sedimentujú v ultracentrifúge	nesedimentujú

# Hrubodisperzné sústavy

**SUSPENZIE**

**EMULZIE**

# SUSPENZIE

sú hrubodisperzné sústavy, v ktorých je tuhá látka rozptýlená v kvapalnom prostredí. Najčastejšie tvoria dispergovanú fázu mikroskopické kryštály alebo ich zhluky.

# Delíme ich:

**Zriedené:** v ktorých dispergované častice zaberajú najviac 2 % z celého objemu

**Koncentrované:** s 10 % vyšším obsahom suspendovanej fázy

**Silne koncentrované suspenzie:** (pasty - adhezíva) sem patria laky, krémy, čistiace a leštiace prostriedky

# EMULZIE

sú hrubodisperzné systémy, v ktorých sú fázami miešateľné alebo čiastočne miešateľné kvapaliny. Pritom jedna kvapalina je dispergovaná v druhej v tvare guľiek a s priemerom najčastejšie v medziach  $50^{-5}$  až  $10^{-4}$  m.

# Rozlišujeme emulzie

Kde :

- dispergovaná fáza je nepolárna kvapalina (olej) a disperzné prostredie polárna kvapalina (voda) – názov olej voda → označenie O/V,
- disperzné prostredie je nepolárna kvapalina a dispergovaná fáza polárna – voda olej → V/O,
- emulzie kvapalných kovov (ortuť - gárium) obidve fázy polárne.



# Rozlíšenie typu emulzie

- Emulzie O/V majú krémovitú štruktúru, emulzie V/O sa javia ako mastné a klzké,
- Emulzia sa môže miešať s kvapalinou, teda emulzie O/V možno miešať s vodou, emulzia V/O s olejom,
- Emulzie O/V majú vyššiu elektrickú vodivosť ako emulzie V/O,
- Emulzie O/V majú hydrofilný povrch, na hydrofóbnom povrchu vytvárajú kvapky.

# Stabilné emulzie

**Emulgátory:** znižujú povrchové napätie. Sú to teda povrchovo aktívne látky, prírodné a syntetické mydlá a nerozpustné (vytvárajú na povrchu kvapky film zabraňujúci chemickému zrážaniu koloidov a splývaniu častíc do väčšieho celku), veľmi jemné rozpráškované tuhé látky (prášok vytvára na kvapôčke pevný obal zabraňujúci zlievaniu).

# Podľa obsahu dispergovanej fázy delíme emulzie na:

Zriedené: obsahujú do 0,1% dispergovanej fázy. Obsahujú čiastočky veľkosti okolo  $10^{-7}$  m, sú vysoko stabilné i bez emulgátorov vďaka elektrickej dvojvrstve,

Koncentrované: obsahujú do 74 obj.% dispergovanej fázy, kvapôčky sa ešte nedeformujú,

Vysoko koncentrované: obsahujú vyše 74 obj. % disperznej fázy, často až do 99%. Čiastočky tejto fázy sú deformované a tvoria rôzne mnohosteny

# Čo je to emulzná nafta? „white diesel“

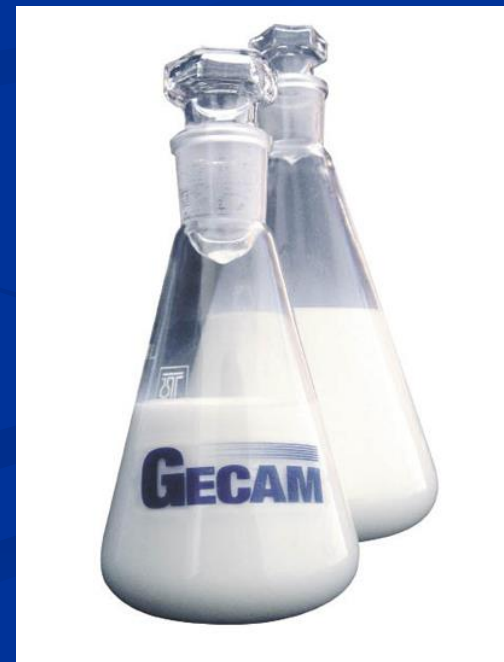
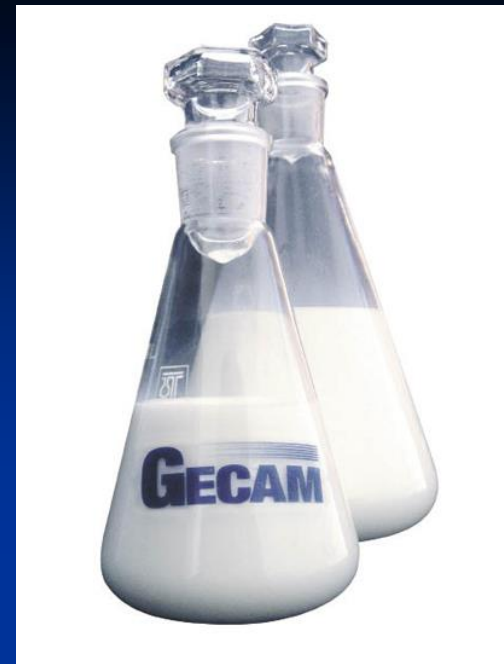
Emulzná nafta je mechanická zmes kvapôčok deionizovanej vody v nafte vo forme emulzie, emulziou je roztok dvoch kvapalín, ktoré sú za normálnych podmienok navzájom nerozpustné (nafta a voda).

**Emulgátor** - organické látky, ktoré umožňujú zmenšiť povrchové napätie na rozhraní kontaktu dvoch nemiešateľných kvapalín natoľko až dôjde k ich zdanlivému vzájomnému rozpusteniu, veľkosť častíc vody rovnomerne dispergovaných v emulznom palive pomocou emulgátora dosahuje hodnotu iba 0,0005 až 0,005 mm.



**Praktické skúsenosti a výsledky z reálnych prevádzkových podmienok (doprava, priemysel) potvrdili veľmi priaznivú bilanciu emisného zloženia spalín:**

- redukcia dymivosti o 60 až 80 %,
- zníženie počtu pevných častíc (sadzí) o 50 až 63 %
- pokles NOx o 9 až 30 %
- minimalizovanie CO o 13 až 33 %
- zníženie CO2 o 10 %



# Emulzie

# Čo je to emulzia?

Emulzia je disperzia kvapaliny v kvapalnom disperznom prostredí.

Pre tvorbu emulzií platia podobné podmienky ako pri vzniku lyofóbných solí.

Kvapaliny, ktoré spolu vytvárajú emulziu, musia byť navzájom nemiešateľné alebo obmedzene miešateľné a v sústave bývajú prítomné látky, schopné zabrániť zlievaniu dispergovaných kvapiek - koalescencia.



# Typ emulzie je možno určiť:

podľa jej elektrickej vodivosti, ktorá je daná vodivosťou jej disperzného prostredia

podľa schopnosti rozpúšťať polárne alebo nepolárne farbivá

podľa jej schopnosti miešať sa s polárnymi alebo nepolárnymi rozpúšťadlami

pozorovaním v ultrafialovom svetle

podľa zmáčavosti – emulzia zmáča ten povrch, ktorý je zmáčaný jej disperzným prostredím

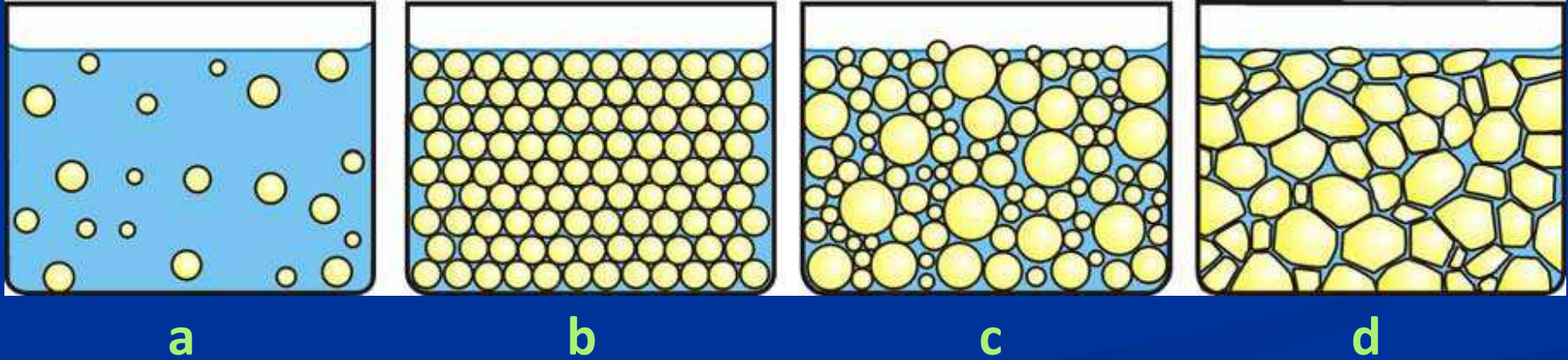
# Podľa koncentrácie disperzného podielu:

zriedené emulzie,

koncentrované emulzie

vysoko koncentrované (gélovité) emulzie

# Rôzne typy emulzií podľa koncentrácie disperzného podielu



a Zriedené

b Koncentrované monodisperzné

c Koncentrované polydisperzné

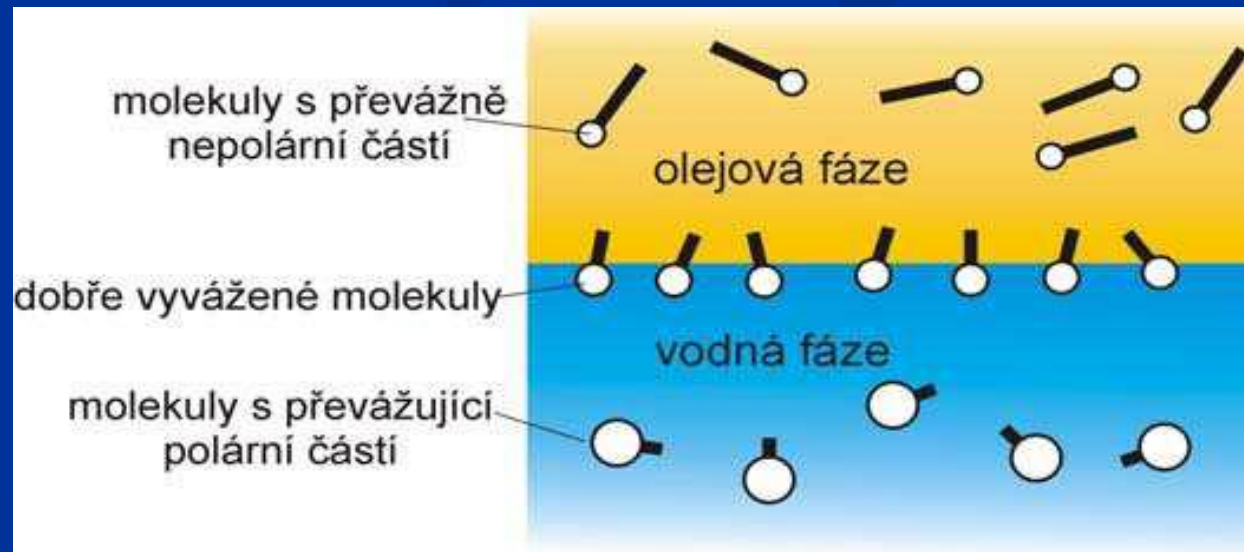
d Vysoko koncentrované

# Emulgačný účinok povrchovo aktívnych látok

Je tým väčší, čím lepšie sú vyvážené polárne a nepolárne časti molekuly emulgátoru.

Vyváženosť amfipatickej molekuly emulgátoru je daná dĺžkou uhlovodíkového reťazca, afinitou ionogénnej alebo polárnej skupiny k vode

Chovanie  
rôznych  
vyvážených  
amfipatických  
molekúl



# Vlastnosti emulzií

Farba a vzhľad emulzií závisia na koncentrácii a veľkosti častíc disperzného podielu a na indexe lomu oboch kvapalných fáz.

Elektrické vlastnosti zriedených emulzií sú podobné vlastnostiam zriedených solí.

Sedimentácia disperznej fázy závisí na pomere hustôt oboch kvapalín.

Viskozita emulzií závisí oveľa viac na pomere objemu oboch kvapalných fáz než iba na viskozite disperzného prostredia.

# Rozrážanie emulzií

Niekedy bývajú emulzie nevítaným javom a je nutné ich odstraňovať. Na rozrážanie emulzií (oddeleniu jednej fázy od druhej) existuje veľa metód, z ktorých je každá použiteľná len pre niektoré emulzie:

**Mechanické metódy.** Pomerne spoľahlivé sú odstred'ovanie, rytmické vibrácie, šľahanie; pre zriedené emulzie filtrácia materiálom, ktorý je zmáčaný len disperzným prostredím (napr. uhličitan vápenatý pro emulzie O/V)

**Termické metódy** - zahrievanie emulzií na vysoké teploty pod tlakom, alebo naopak vymrazovanie

**Elektrické rozrážanie.** Jednosmerné napätie (220 - 600 V) je vhodné pre emulzie O/V; kvapôčky sa oddeľujú od vodnej fázy elektroforézou. Striedavé napätie (11000 V) bežných frekvencií rozráža emulzie typu V/O - zmeny smeru elektrického poľa vyvolávajú prudké zrážky kvapôčiek pričom sa rozruší emulgátorový film a dochádza ku koalescencii.

**Chemické metódy.** Zriedené emulzie, stabilizované elektrickou dvojvrstvou, je možné koagulovať ako lyofóbne soli.

Pre všetky metódy rozrážania emulzií platí všeobecné pravidlo, že koncentrované emulzie sa rozrušujú lepšie. Preto sa pred vlastným rozrážaním často zvyšuje koncentrácia emulzie prídavkom disperzného podielu (pri nezmenenej koncentrácii emulgátora).



**Chémia**  
**fázových**  
**rozhraní**  
**LYOSÓLY**

# LYOSÓLY

disperzné sústavy - kvapalnú disperznú  
prostredie a tuhú disperznú fázu, ktorá je tvorená  
časticami koloidných rozmerov, ktoré sú v danom  
disperznom prostredí veľmi málo rozpustné



vodná fáza - **hydrosóly**

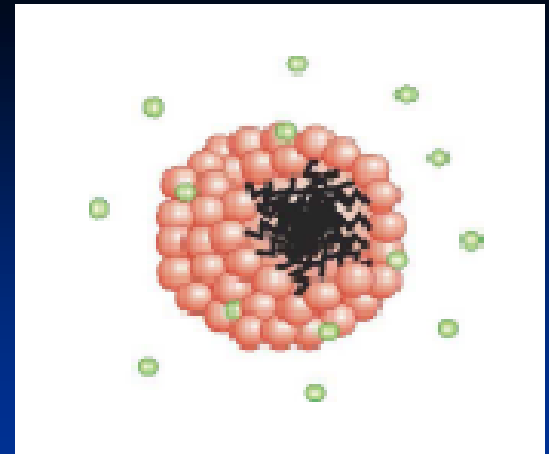
organická fáza - **organosóly**



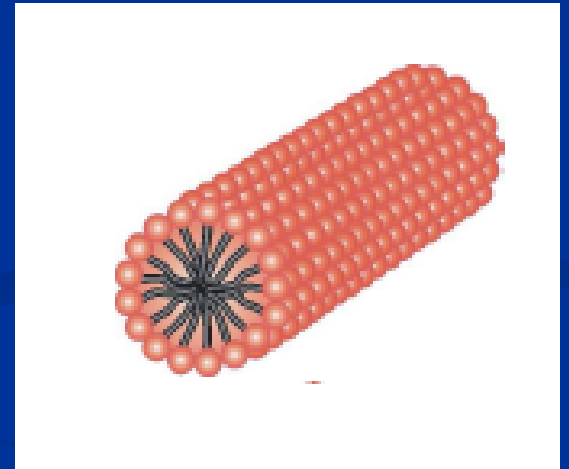
# LYOSÓLY

tvár částíc:

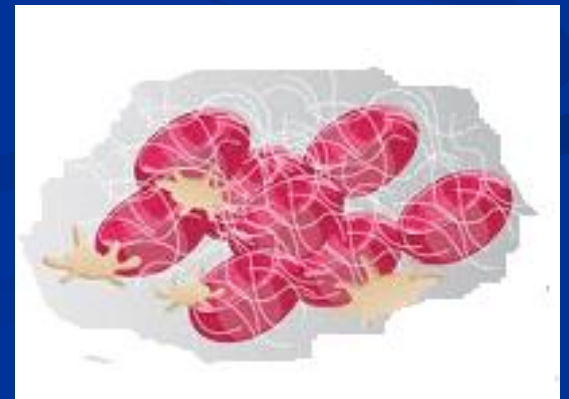
guľovitý



tyčinkovitý, vlákna



doštičky



# Podľa vzťahu častôčiek disperznej fázy k disperznému prostrediu poznáme:

## lyofóbne sústavy

častice nemajú afinitu k molekulám rozpúšťadla

→ sú v DP nerozpustné

označujú sa ako koloidy nevratné (ireverzibilné), po destabilizácii ich nie je možné vrátiť späť do koloidnej formy

sú termodynamicky nestabilné, ľahko koagulujú, nevznikajú samovoľne bez dodania energie

sú tvorené látkami anorganického povahy

# PRÍPRAVA LYOFÓBNÝCH SÚSTAV

dva spôsoby prípravy:

**metódy dispergačné** - snažíme sa z látky makroskopických rozmerov pomocou mechanických či fyzikálno-chemických postupov pripraviť častice koloidných rozmerov

**metódy kondenzačné** - snažíme sa z analyticky disperzných sústav pripraviť systavy koloidné (chemická reakcia, zmena rozpúšťadla)

# METÓDY DISPERGAČNÉ

**mletie na guľových mlynoch** - obsahuje rýchlo rotujúci (10-20 tis ot/min) excentricky umiestnený valec s vhodnými výstupkami alebo rotor otáčajúci sa oproti pevnej ploche s veľmi úzkou štrbinou.

**drvenie pomocou ultrazvuku** - ultrazvuk s frekvenciou nad 20 000 Hz vyvoláva v látkach periodické stlačovanie a expanziu → dosiahnuté tlaky vplyvom ultrazvuku sú tak vysoké, že môžu vyvolávať vznik trhlín až rozpad častíc na koloidné rozmery.

# METÓDY DISPERGAČNÉ

**elektrické rozprašovanie** - podstatou je odtrhávanie častíc z elektród vplyvom el. oblúku medzi elektródami. Súčasne však dochádza aj k odparovaniu materiálu z povrchu elektród a k následnej kondenzácii - metóda je teda akýmsi spojením dispergačnej a kondenzačnej metódy. Elektricky rozprašovať je možné len vodivé materiály.

# METÓDY DISPERGAČNÉ

**pôsobenie laserového lúča** - s veľmi vysokou energiou na povrch pevnej fázy dochádza k lokálnemu prehriatiu → vzniká vysoký tlak odtrhávajúci z povrchu materiálu častice koloidných rozmerov. Tiež dochádza k súčasnému odparovaniu a následnej kondenzácii materiálu – laserová ablácia



# METÓDY DISPERGAČNÉ

**Peptizácia** - môžeme previesť zrazeninu vzniknutú koaguláciou:

väčšinou postačuje premývanie zrazeniny vodou (vymyjú se elektrolyty, ktoré spôsobili koaguláciu) alebo je nutné pridať peptizátor- látka, ktorá sa adsorbuje na povrchu častíc a stabilizuje koloidnú sústavu .

# METÓDY KONDENZAČNÉ

fyzikálne kondenzačné postupy - založené na zmene rozpustnosti látok

zmenou rozpúšťadla, v ktorom má daná látka nízku rozpustnosť, možno vyvolať kondenzáciu látky za vzniku koloidných častíc

takto možno pripraviť soľ S, kedy sa do jej nasýteného roztoku v etanole pridá voda

# METÓDY KONDENZAČNÉ

**chemické postupy** - sú podstatne využívanéjšie, keďže umožňujú prípravu väčšieho počtu koloidných sústav rôzneho chemického zloženia.

Vhodnou chemickou reakciou sa z pôvodne rozpustnej látky vytvorí látka v danom prostredí nerozpustná.

# METÓDY KONDENZAČNÉ

oxidačno-redukčnými reakciami možno pripraviť koloidnú časticu kovov (redukčné deje) a nekovov (oxidačné deje).

napr. koloidnú časticu Au pripravíme redukciou zlatitej soli formaldehydom:



# Podľa vzťahu čiastočiek disperznej fázy k disperznému prostrediu poznáme:

## lyofilné sústavy

koloidné častice pútajú na svojom povrchu molekuly rozpúšťadla, sú termodynamicky stabilné a sú schopné samovoľného vzniku bez dodania energie, netreba používať postupy prípravy, ako u lyofóbnych koloidných sústav, sú to väčšinou pravé roztoky vysokomolekulárnych látok (bielko-viny, polyméry), a preto sú často označované ako molekulárne koloidy či koloidné roztoky

# Podľa vzťahu čiaščiek disperznej fázy k disperznému prostrediu poznáme:

po destabilizácii sú schopné sa vrátiť do koloidnej formy, označujeme ich ako vratné (reverzibilné) koloidy.

často sa používajú tieto sústavy ku stabilizácii lyofóbnych koloidov - ochranné koloidy.

# Sústavy s pevným disperzným prostredím

Soli s pevným disperzným prostredím sa chovajú ako pevné látky aj keď prítomnosť častíc disperzného podielu, ktorý môže byť pevný, kvapalný a plynný, v pevnej látke často mení jej vlastnosti obzvlášť mechanické a optické. Sú veľmi stabilné, lebo tepelný pohyb a prejavy termodynamickéj nestability sú značne obmedzené vlastnosťami disperzného prostredia



Pevné soli majú veľmi výraznú schopnosť rozptyľovať svetlo, systémy s priezračným disperzným prostredím môžu byť študované pomocou ultramikroskopu.

# Vznik a príprava sústav s pevným disperzným prostredím

Koloidné a mikrodisperzné sústavy s tuhým disperzným prostredím vznikajú:

- **kondenzáciou z taveniny** pri chladnutí taveniny, ktorá je homogénnou sústavou, klesá rozpustnosť disperzného podielu, ktorý sa vylučuje vo forme častíc rôznych rozmerov až celá sústava stuhne. Vzhľadom k veľkej viskozite taveniny je rýchlosť agregácie molekúl disperzného podielu na väčšie častice veľmi malá.

- **kondenzačným postupom**, založeným na uvoľňovaní nejakého plynu zahriatím, chemickou reakciou alebo biochemickým pochodom, plyn potom zostáva v stuženom disperznom prostredí v podobe drobných uzavretých bubliniek alebo tvorí neuzavreté póry zložitých tvarov napr. výroba chleba alebo penových polymérov

- **dispergáciou** plynu, kvapaliny alebo pevnej látky v roztavenom disperznom prostredí. Stabilita tejto taveniny a teda aj sústavy s tuhým disperzným prostredím, ktorá vznikne stuhnutím pyrosolu sa dá zvýšiť použitím vhodného stabilizátora

- **fotchemickým rozkladom kryštálov** niektorých solí

# Sústavy s pevným disperzným podielom

tieto sústavy sa často označujú aj ako tuhé peny vzhľadom k veľkým rozmerom bubliniek plynnej fázy patrí väčšinou k mikro alebo makro disperzným sústavám

prednosťou týchto materiálov je malá hustota, malá tepelná vodivosť, pomerne veľká pevnosť, podmienená ich štruktúrou a pevnosťou disperzného prostredia

V prírode sa môžeme stretnúť s týmto typom koloidných disperzií u niektorých druhov vtáctva s modrým perím napr. sojka. Perie sojky je veľmi jemne dispergované, bublinky plynu v transparentnom materiáli rohovitých častí pierok.



# Sústavy s kvapalným disperzným podielom

- bývajú označované aj ako tuhé emulzie, sú pomerne vzácne napr. čierny fosfor, ktorý sa pripravuje dispergovaním kovovej ortuti v roztavenom fosfore

# Sústavy s pevným disperzným podielom

- sú to systémy v ktorých je disperzný podiel ako aj disperzné prostredie pevné
- často sa vyskytujú v prírode, veľakrát sa umelo pripravujú v priemyselnom meradle
- majú veľký význam pre sklársky, metalurgický a fotografický priemysel



**Najznámejším príkladom sú disperzie, ktoré vznikajú pôsobením svetla na halogenidy striebra**

**Fotografická citlivá vrstva:**

**obsahuje jemne rozptýlené kryštáliky bromidu strieborného a malé množstvo jodidu strieborného, veľkosti rádovo  $1\ \mu\text{m}$**

**pri expozícii sa vyredukuje nepatrné množstvo striebra, ktoré vyvolá nepravidelnosti v kryštálovej mriežke a vznikne latentný obraz**

vyredukované striebro je v kryštáloch rozptýlené vo forme koloidných častíc a tie tvoria zárodoky pre ďalšiu redukciu, prevádzanou chemicky vývojkou, tým vzrastie počet vyredukovaných častíc a obraz sa stane viditeľným

# Farebné sklá

vznikajú ochladením taveniny

ich zobrazenie je vyvolané rozptýlenými časticami kovu alebo ich zlúčenín, často koloidného stupňa disperzity

známe rubínové sklo obsahuje ako disperzný podiel vysoko dispergované zlato, jeho obsah kolíše od 0,01% (ružové sklo), do 0,1% (jasne rubínové sklo)

rozmer častíc 4 až 30 nm

# Vznik rubínovo červeného skla:

chlorid zlatitý tvorí v tavenine olovnatých a bárnatých skiel pravý roztok, ktorý pomalým ochladzovaním prechádza do červeno sfarbenej koloidnej disperzie

pri rýchlom ochladení taveniny sa nestačí chlorid zlatitý vylúčiť v koloidnej disperzii a výsledkom je presýtený roztok, ktorý je bezfarebný

d'alšie zohriatie pod bod topenia poskytne systému možnosť agregácie a vytvorí sa rubínové sklo

agregácia sa nemusí vždy zastaviť na stupni disperzity, pri temperovaní systému na dostatočne vysokú teplotu dôjde ku koagulácii na soľ fialovej až modrej farby

lacnejšie sklá s rovnakým zafarbením možno pripraviť dispergovaním striebra, selénu alebo medi

rovnakým spôsobom vznikajú smalty, ktoré v tuhom disperznom prostredí obsahujú rozptýlené častice nejakého kaliaceho prostriedku (kryolit, kazivec)

# Optické vlastnosti disperzných systémov

## Mikroskopia

# Mikroskop

z gréckeho **μικροσ** - malý; **σκοπευ** - pozorovať

Optický prístroj slúži na zväčšené zobrazenie malého objektu

Väčšinou sa myslí optický mikroskop využívajúci k zobrazeniu svetelné lúče

# Druhy mikroskopov

Ultramikroskop – veľmi malé čiastočky, menšie ako rozlišovacia schopnosť

Elektrónový mikroskop – obraz vzniká dopadom elektrónov získaným odrazom cez skúmanú látku

Stereoskopický mikroskop (binokulárny) – sledovanie obrazu oboma očami

Metalografický mikroskop – sledovanie kovov a zliatin (štruktúra kovov)

Komparačný mikroskop – dva združené mikroskopy



Florescenčný mikroskop – látky po absorpcii UV žiarenia vysielajú žiarenie väčšej vlnovej dĺžky

Zrkadlový mikroskop – objektív tvorený zrkadlovou optikou

Polarizačný (petrografický) mikroskop – výbrusy sa sledujú v lineárne polarizovanom svetle

Fázovo kontrastný mikroskop – pozorovanie živých buniek

Intergerenčný mikroskop – získavajú sa kvantitatívne údaje (hrúbka štruktúr, index lomu), zmena fázy – vyvolaná zmenou zafarbenia

Rastrový elektrónový mikroskop – sníma vyššie detaily v obrazoch, snímajú rastrovacím lúčom elektrónov

# Optická mikroskopia

Dosahuje sa zväčšenie 50x až 1000x.

Maximálne teoretické zväčšenie je asi 2000x a to naráža na fyzikálne bariéry (obmedzenie dĺžky svetelných vln)

## Zloženie optického mikroskopu:

Skladá sa z dvoch častí

- mechanickej
- optickej

**Mechanická  
část**  
statív  
těžká noha  
turbus  
stolček



**Optická část**  
zdroj světla  
kondenzor  
šošovky  
kovová obruč  
objektív  
okulár

# Opis mikroskopu

Základom sú šošovky – tvoria objektív a okulár (sú výmenné)

Mikroskop je zložený z dvoch spojných sústav šošoviek (spoločná optická os)

Objektív má malú ohniskovú vzdialenosť (rádovo v mm)

Pozorovaný predmet sa umiestňuje pred ohnisko (skutočný, zväčšený a prevrátený) obraz

**Obraz vzniká medzi druhou časťou mikroskopu (okulárom) a predmetovým ohniskom**

**Obraz pozorujeme okulárom (ako lupou) – ďalšie zväčšenie**

**Ohnisková vzdialenosť okulára sa pohybuje v cm**

**Obrazové a predmetové ohnisko okulára nesplývajú. Sú vzdialené o hodnotu optického intervalu - hodnota 15 – 50 cm**

# Ultramikroskopia

Ultramikroskop - druh mikroskopu.

Zostrojili ho K. Siedentopf a R. Zsigmondy v roku 1903.

Obsahuje aparáturu - skúmaný materiál sa osvetľuje svetelným bodom umiestneným v pravých uhloch voči rovine objektívu s ohniskom priamo pod ním.

**Z ohybu svetla sa zisťuje prítomnosť veľmi malých častičiek, ktoré sú menšie ako rozlišovacia schopnosť mikroskopu**

**- pozorovaním sa nedá zistiť priamo tvar a veľkosť pozorovaných častíc**

**- ich existencia - ako zdrojov rozptýleného svetla, spočítať ich, stanoviť strednú veľkosť častice, sledovať ich pohyb a získať určitú predstavu o tvare častice**



# Podmienky pozorovania koloidných častíc v ultramikroskope:

- Pozorovaná disperzia – dostatočne zriedená (vzdialenosť väčšia ako rozlišovacia schopnosť) – body by splývali
- Častice – ani malé ani veľké
- Indexy lomu dostatočne rozdielne

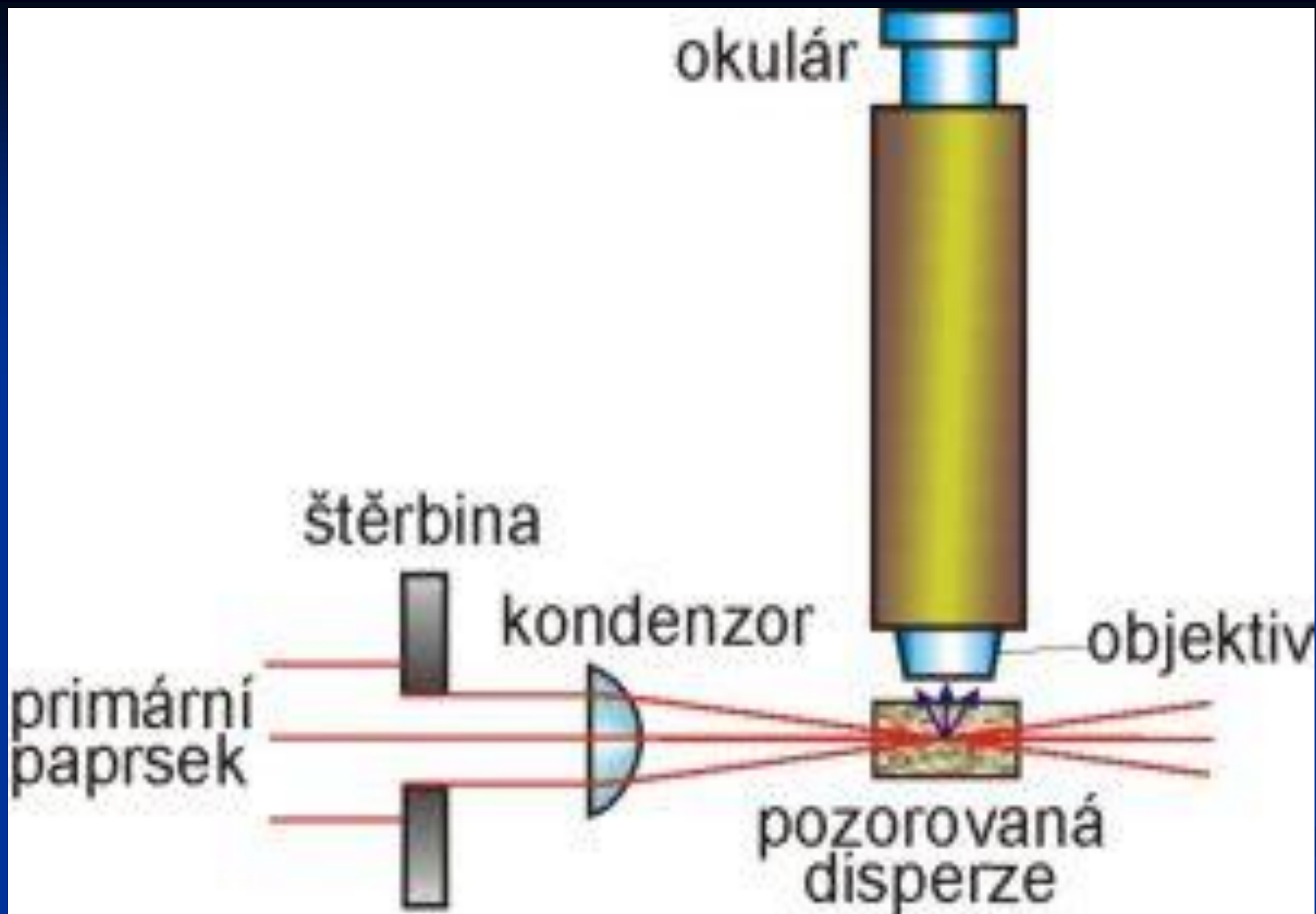


Schéma štrbinového mikroskopu

# Elektrónová mikroskopia

Elektrónový mikroskop – rovnako ako svetelný, patrí medzi optický prístroj .

Základným parametrom mikroskopov je ich medzná rozlišovacia schopnosť

Elektrónový mikroskop má oveľa vyššiu rozlišovaciu schopnosť a môže tak dosiahnuť oveľa vyššie efektívne zväčšenie (až 1 000 000x) ako svetelný mikroskop.

# Typy elektrónových mikroskopov

## transmisný elektrónový mikroskop (TEM)

Vynašiel a skonštruoval – E. Ruska, v r. 1931  
získal Nobelovu cenu

Transmisný znamená – elektróny prechádzajú  
cez vzorku a až potom sú detekované

### Vyplýva z toho:

- a) urýchlovacie napätie musí byť dostatočne vysoké – elektróny mali dostatočnú energiu - prešli cez vzorku
- b) nutné používať veľmi tenké vrstvy vzorky

# rastrovací elektrónový mikroskop (SEM)

skonštruovaný V. K. Zworykinem v r. 1942

Povrch vzorky zobrazený pomocou sekundárnych elektrónov (SE) alebo spätne odrazených elektrónov (BSE)

Rastrovací – elektrónový zväzok sa pohybuje riadok po riadku v neviditeľnom rastrí - obraz sa vytvára postupným skenovaním

# Využitie elektrónových mikroskopov

**TEM – využitie pri pozorovaní a analýze vnútornej štruktúry vzorky a pre zobrazenie jednotlivých atómov.**

**SEM - zobrazenie a analýza povrchu takmer ľubovoľne veľkých vzoriek (pri dostatočne veľkej vákuovej komore pri ich umiestnení)**

# Röntgenografia a difrakcia elektrónov

- využíva sa k štúdiu disperzných systémov difrakcie a rozptylu lúčov X

**Debyeova-Schrerrerova metóda** – na študovaný materiál vo forme lisovaného prášku dopadá zväzok monochromatických lúčov X – vytvárajú sa charakteristické tvary stredných kruhov alebo oblúkov

# Debyeova-Schrerrerova metóda

Odrazy lúčov na kryštálových rovinách spĺňajú

podmienku:  $n \lambda = 2 d \sin \vartheta$

$n \lambda$  – celkový násobok vlnovej dĺžky

$D$  – vzdialenosť dvoch susedných mriežkových rovin

$\vartheta$  – uhol, ktorý zvierá lúče s mriežkovou rovinou



**Kryštalické látky – charakteristické obrazce:  
sústredné kruhy alebo oblúky**

**Amorfné minerály**

**len difúzne kruhy**

**- umožnenie rozlíšenie kryštalickej látky od  
amorfnej**

**Difrakcia elektrónov – pre veľmi tenké filmy  
alebo povrchové vrstvy oveľa menšia  
schopnosť prenikania**

Difrakčné tvary (obsahujú vedľa ostrých čiar)  
difúzne kruhy charakteristické pre látky:  
striedané amorfné a kryštalické oblasti gély,  
vysokomolekulárne látky – čiastočná kryštalická  
štruktúra polymérov a gélov - zmeny vnútorným  
pôsobením (deformácie)

Ostrosť difrakčných čiar závisí od pravidelnosti  
štruktúry, ale i veľkosti kryštálov

Čím menšie rozmery čiar, tým sú difrakčné čiary  
difúznejšie

**KOLOIDNÉ  
ROZTOKY  
VYSOKOMOLEKU-  
LÁRNYCH LÁTOK**

# VYSOKOMOLEKULÁRNE LÁTKY

Sú to pravé roztoky, termodynamicky stále. Častice sa neskladajú ako lyofóbne micely z množstva malých molekúl, ale sú to jednotlivé molekuly veľkých rozmerov, teda útvary viazané chemickými valenčnými silami.

Sú tvorené veľkými molekulami (makromolekulami) s molekulovou hmotnosťou asi 10 až 15 kg/mol a sú označované ako vysokomolekulárne.

# DELENIE MAKROMOLEKÚL

## Lineárne polyméry

Reťazce, ktoré sa tepelným pohybom skrucujú do chumáčovitých útvarov.

**Globulárne makromolekuly.** Vznikajú pôsobením priečných väzieb trojrozmernej makromolekuly konečných rozmerov.

podľa tvaru

## Vetvené polyméry

Viac reťazcov spojených v rozvetvenú štruktúru

**Nekonečné sieťovité štruktúry.** Sú ľahko deformovateľné. Pri hustejšom zosieťovaní vzniká tuhá, nedeformovateľná hmota.

# PODĽA CHEMICKEJ POVAHY

**anorganické**

**sieťovité polyméry** (mastenec, sľuda, grafit, karbid bóru)

**lineárne molekuly**  
(napr. amorfná síra, selén, oxid sírový)

**trojrozmerné polyméry** (diamant, kremík, bór, oxid kremičitý, silikáty ako sklo, zeolity, živce)

**organické**

**prírodné** (bielkoviny, vyššie polysacharidy, prírodný kaučuk a živice)

**Syntetické**  
(polymerizačné produkty, napr. typu polyetylénu, alebo polyméry založené na butadién a kondenzačné produkty)

**deriváty prírodných vysokomolekulárnych látok**  
(deriváty celulózy, bielkovín, kaučuku)

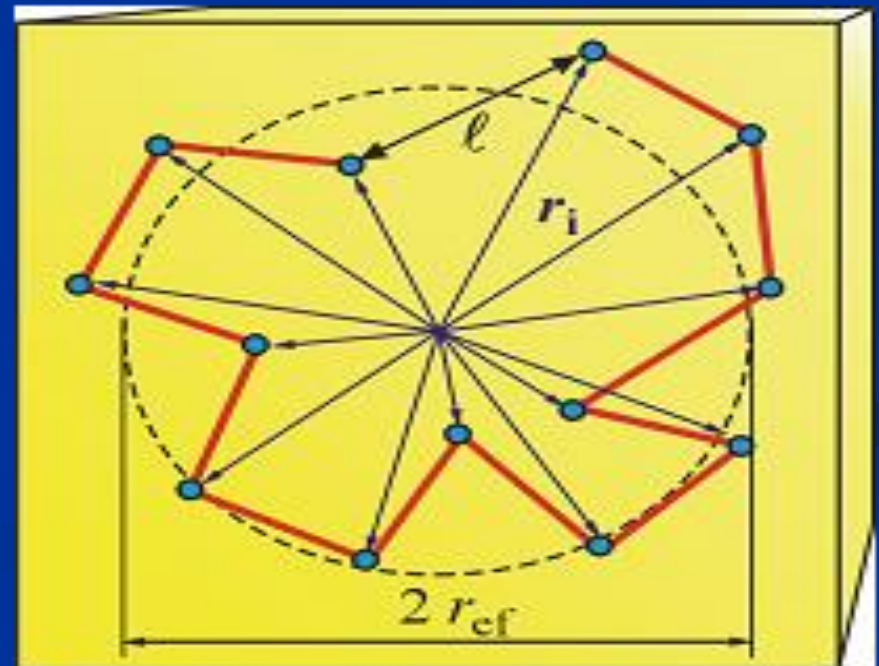
# ROZTOKY VYSOKOMOLEKULÁRNYCH NEELEKTROLYTOV

**Makromolekulárne kľbko** - neusporiadaný útvar, vytvorenie lineárnych makromolekúl v roztoku v dôsledku intramolekulárnej rotácie, meniace svoj tvar vplyvom tepelného pohybu jednotlivých častí (segmentov) alebo pôsobením vonkajších síl (napr. strižného napätia vyvolaného rýchlostným gradientom v tečúcom roztoku).

# ZRIEDENÉ ROZTOKY

každé makromolekulárne kľbko je obklopené len molekulami rozpúšťadla (makromolekuly sú od seba dostatočne vzdialené).

kvadratický priemer  
vzdialeností  
jednotlivých  
členov od stredu  
kľbka





# PODĽA AFINITY K DANEJ VYSOKOMOLEKULÁRNEJ LÁTKE SÚ ROZPÚŠŤADLÁ:

**dobré**

makromolekula sa snaží vystaviť pôsobeniu rozpúšťadla čo najviac svojich častí; stredná vzdialenosť koncov a teda aj objem klobka sa zväčšuje, preniká do neho ďalšie rozpúšťadlo - klobko bobtná

**zlé**

**klbko je viac zvinuté, pretože dochádza skôr k vytváraniu fyzikálnych väzieb medzi jednotlivými reťazcami makromolekuly než k ich interakcii s molekulami rozpúšťadla**

## indiferentné

reťazec sa chová, ako by bol zložený z článkov zanedbateľného objemu a so zanedbateľným vzájomným silovým pôsobením, ktoré si pri náhodnom stretnutí navzájom neprekážajú, ani spolu neinteragujú

# ROZTOKY VYSOKOMOLEKULÁRNYCH ELEKTROLYTOV - POLYELEKTROLYTMI

Obsahujú iónogennú skupinu a sú schopné vytvárať v roztoku ióny – nesú elektrický náboj, ktorý (na rozdiel od micel lyofobných solí) vznikol disociáciou.

# Podľa povahy skupín schopných disociácie:

## Bázické

polyelektrolyty len so zásaditými skupinami (sú málo početné)

## Amfolytické

polyelektrolyty, v postranných reťazcoch obsahujú zásadité, a kyslé skupiny (napr. bielkoviny)

## Polyelektrolyty s kyslými skupinami

Uplatňujú sa aj elektrostatické sily - ich vplyv je mimoriadne veľký, neobsahuje roztok ani žiadny iný elektrolyt okrem vysokomolekulárneho, a zoslabuje sa prídavkom i malých množstiev nízkomolekulového elektrolytu.

# LINEÁRNA MAKROMOLEKULA

Lineárna makromolekula, ktorá obsahuje len náboje rovnakého znamienka, sa len veľmi málo zvíňa v kľbko a v zriedených roztokoch existuje skôr vo forme natiahnutého reťazca (medzi súhlasne nabitými skupinami). Tvar nabitej makromolekuly je ovplyvnený aj malými opačne nabitými iónmi, súčasne prítomnými v roztoku.

Obr.A

# AMFOLYTICKÉ MAKROMOLEKULY

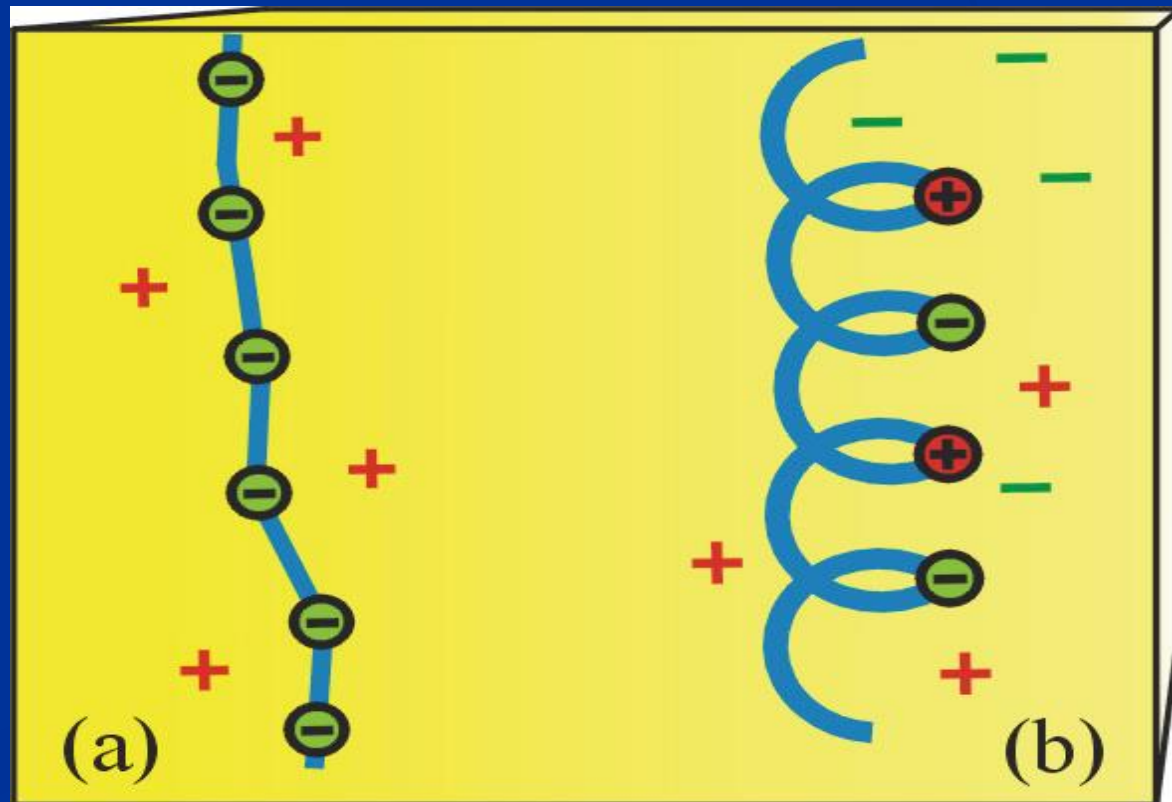
Amfolytické makromolekuly - náboje kladné a záporné sa pravidelne striedajú, pôsobia na seba príťažlivými silami reťazec sa vinie do cievkovitého alebo špirálovitého útvaru. **obr.B**



# Tvar lineárnych polyelektrolytov v roztoku

(a) makromolekula so súhlasnými nábojmi v zriedenom roztoku bez nízkomolekulového elektrolytu

(b)  
Amfotérna makromolekula v izoelektrickom bode



# VLASTNOSTI ROZTOKOV VYSOKOMO- LEKULÁRNYCH LÁTOK

vyjadrenie koncentrácie: pomocou hmotnostných alebo objemových zlomkov

**Lineárne makromolekuly** - mimo translačný a rotačný pohyb disperzných častíc tiež intramolekulárna rotácia, ktorou sa mení tvar makromolekuly - prejavuje sa v kinetických, optických a mechanických vlastnostiach

**Globulárne makromolekuly** - správajú sa ako tuhé gule podobne ako častice lyofóbnych solí.

# Osmotický tlak

lineárne vysokomolekulárne neelektrolyty

Van Hoffova rovnica - neplatí ani vo veľmi zriedených roztokoch a pre koncentračnú závislosť osmotického tlaku je potrebné použiť rovnicu s druhým, prípadne i s tretím viriálnym členom

## vysokomolekulárne elektrolyty

nutná prítomnosť nízkomolekulárnych elektrolytov vedľa osmotickej rovnováhy vytvára tiež membránovú rovnováhu. Proti osmotickému tlaku koloidného elektrolytu tak pôsobí rozdiel osmotických tlakov nízkomolekulárnych solí, úmerný rozdielu ich koncentracii na oboch stranách membrány.

# OPTICKÉ VLASTNOSTI

Lineárne molekuly polymérov nie sú viditeľné na ultramikroskope:

- koloidným rozmerom sa blížia len svojou dĺžkou, v ďalších dvoch smeroch zodpovedajú ich rozmery bežným molekulám
- malý rozdiel v indexoch lomu
- roztoky vysokomolekulárnych látok rozptyľujú svetlo
- výsledky meraní sú využívané na stanovenie molárnej hmotnosti a tvaru častíc

# ROZPUSTNOSŤ VYSOKOMOLEKULÁR- NYCH LÁTOK

**exotermické rozpúšťadlá** a rozpúšťadlá, ktoré sa miešajú s polymérom bez vývinu tepla sa pri všetkých teplotách správajú ako rozpúšťadlá dobré.

**endotermné rozpúšťadlá** - obmedzená vzájomná miešateľnosť. Nad kritickou teplotou rozpúšťania sú obe zložky neobmedzene miešateľné. Pri nižších teplotách má endotermické rozpúšťadlo vlastnosti rozpúšťadla zlého a mieša sa s polymérom obmedzene.

# Stabilita lyofilných koloidných roztokov

Makromolekuly sa rozpúšťajú na pravé roztoky, ktoré sú agregátne stále. Aby došlo k vylúčeniu ďalšej fázy, je nutné znížiť vhodným zásahom rozpustnosť polyméru. Zníženie rozpustnosti je možné dosiahnuť:

- znížením teploty, ak je rozpúšťanie endotermné
- prídavkom tretej zložky