

ANALITIČKA HEMIJA 2

LITERATURA:

1. J. Savić, M.Savić "Osnovi analitičke hemije"
Svjetlost, Sarajevo
 2. S.Nikolić-Mandić, R.Baošić, J.Mutić
"Praktikum iz Analitičke hemije 2", HF, Beograd
- D.A.Skoog, D.M.West, F.J.Holler,
"Osnove analitičke hemije",
Školska knjiga Zagreb, Hrvatska

Analitička hemija se bavi odvajanjem, dokazivanjem i određivanjem pojedinih sastojaka u uzorku supstance.

“ANALYSIS” (grčka reč) - razlaganje na sastavne delove

u skladu sa karakterom zadatka koje rešava:

ANALITIČKA HEMIJA

KVALITATIVNA

dokazuje od kojih se delova (atoma, jona, molekula) sastoji analizirana supstanca

ŠTA ?

KVANTITATIVNA

određuje količinu sastavnih delova

KOLIKO ?



Quantitative analysis Qualitative analysis

.....NAUKA MERENJA.....

- DA LI JE OVA VODA DOBRA ZA PIĆE?
- DA LI IMA TRAGOVA MARIHUANE U UZORKU URINA?
- DA LI JE OVO UZORAK JUNETINE ILI SVINJETINE?
- KOJI JE SASTAV OVE STENE?
- DA LI JE PRISUSTVO ŠTETNIH GASOVA U VAZDUHU U GRANICAMA DOZVOLJENOG?
- DA LI SU ADITIVI U HRANI PRISUTNI U DEKLARISANOJ KOLIČINI?

ANALITIČKI SIGNAL

- *izdvajanje taloga* $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$ talog

- *izdvajanje gasa* $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
gas

- *promena boje* $\text{Cu}^{2+} + 4 \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
plavi kompleks

pojava signala \longrightarrow da li je prisutno ?

intenzitet signala \longrightarrow koliko je prisutno ?

Poreklo signala može da se koristi za klasifikaciju analitičkih metoda:

Hemijske metode - signal nastaje kao rezultat hemijskih reakcija

faktori inteziteta su

masa - *gravimetrija*

zapremina - *volumetrija*

- KISELINSKO-BAZNE METODE
- TALOŽNE METODE
- KOMPLEKSOMETRIJSKE METODE
- REDOKS METODE

KLASIČNE METODE HEMIJSKE ANALIZE

(ANALITIČKA HEMIJA 2)

ANALITIČKI PROCES

1. definisanje problema
2. uzimanje reprezentativnog uzorka
3. priprema uzorka za analizu
4. neophodna hemijska odvajanja
5. merenje
6. izračunavanje rezultata
7. analiziranje rezultata



UTROŠENO VREME ZA POJEDINE KORAKE ANALIZE

- MERENJE 5 %
- PRIPREMA RASTVORA I RAZBLAŽIVANJE 9 %
- USITNJAVANJE UZORKA (UKOLIKO JE ČVRST) 27 %
- RASTVARANJE I RAŠČINJAVANJE UZORKA 54 %
- ANALITIČKA METODA 2-5 %

GRAVIMETRIJSKE METODE ANALIZE

♪♪ Gravimetrija se zasniva na merenju mase supstance koja se u toku analize izdvaja iz uzorka, bilo u slobodnom obliku ili u obliku jedinjenja poznatog hemijskog sastava.

♪ Kod metoda taloženja određivana supstanca se dodavanjem reagensa hemijski taloži iz rastvora, talog se cedi, ispira, suši ili žari i meri.

♪ U nekim slučajevima supstanca se određuje isparavanjem. Meri se masa isparene supstance ili mase ostatka.

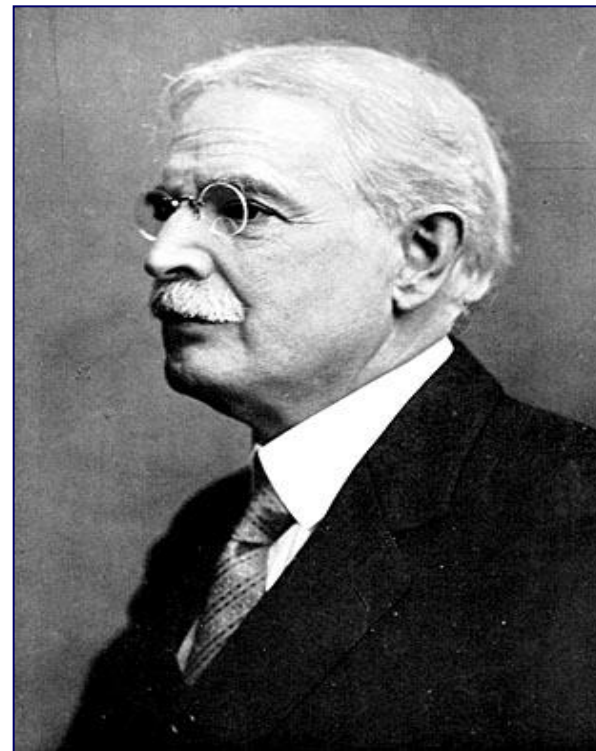


Theodore W. Richards (1868 - 1928) i

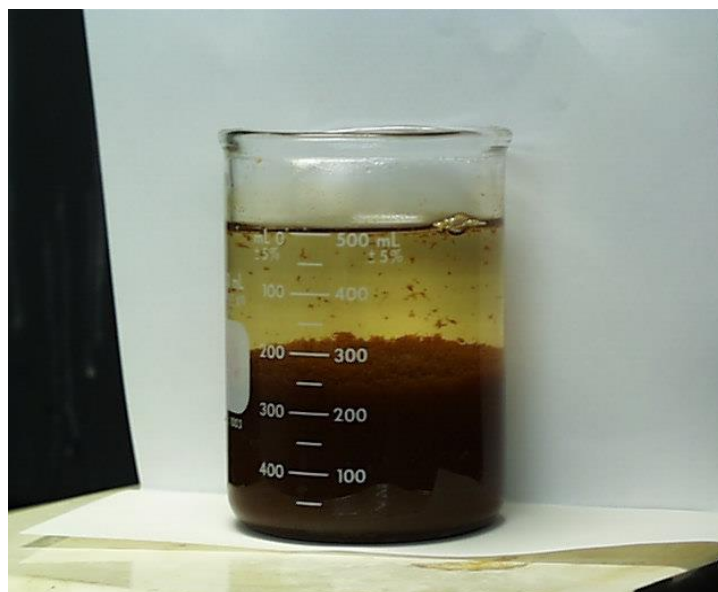
njegovi studenti sa Harvarda razvili su i usavršili mnoge tehnike gravimetrijske analize srebra i hlorida koje su primenjene za određivanje atomske težine 25 elemenata.

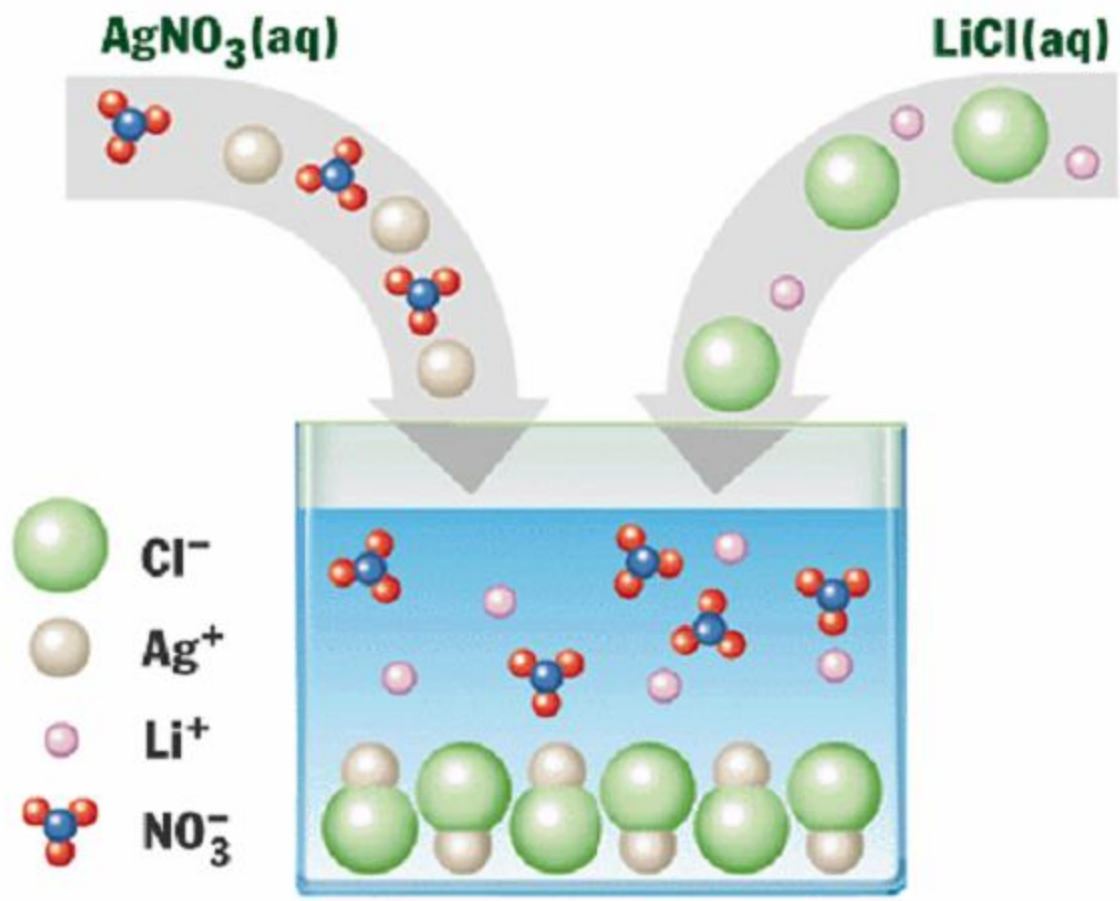
Pripremajući čiste uzorke hlorida tih elemenata, raščlanjujući poznatu masu jedinjenja, odredio je sadržaj hlorida gravimetrijskim metodama.

Zbog ovog rada, Richards je postao prvi Amerikanac koji je dobio Nobelovu nagradu za hemiju 1914. godine.



Taloženje treba da bude potpuno
(kvantitativno) što znači da u matičnom
rastvoru, iznad taloga, zaostaje manje
od 10^{-6} mol/L jona koji se taloži !





Postupak gravimetrijske analize se sastoji iz sledećih faza:

- Taloženje
- Starenje taloga, najčešće na povišenoj temperaturi (digestija)
- Ceđenje
- Uklanjanje nečistoća: ispiranjem ili ponovnim taloženjem
- Prevođenje taloga u oblik čija se masa meri (termička obrada taloga)
- Sušenje ili žarenje
- Merenje mase taloga
- Izračunavanje rezultata

Gravimetrija ima prednost

**kada se radi o malom broju analiza i kada je potrebna
veoma visoka tačnost određivanja**



♪♪♪ Za uspešno gravimetrijsko odreditevje :

1. Reakcija taloženja treba da bude **kvantitativna**.
2. Izdvojeni talog treba **lako da se cedi**.
3. Izdvojeni talog treba da bude dovoljno **čist**.
4. Mereni oblik taloga treba da ima **poznati sastav**.
5. Poželjno je da mereni oblik taloga **nije higroskopian**.

TALOŽENJE I VELIČINA ČESTICA

Od veličine čestica taloga zavisi mogućnost ceđenja i čistoća taloga.

- Talozni sa krupnim česticama se lakše cede.
- Povećanje čestica taloga je praćeno smanjenjem njegovog onečišćenja.

Po veličini čestica talozni se dele na:

- koloide (1 - 100 nm)
- kristale (deseti delovi mm)

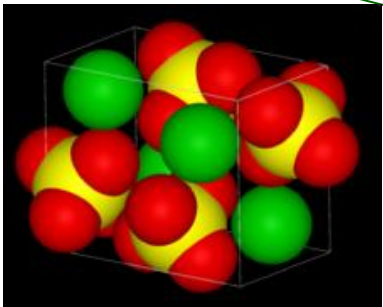
brzo se sležu i
lako cede



Čestice većine taloga, pa i onih koloidnih imaju kristalnu strukturu.

U zavisnosti od uslova taloženja često se jedno isto jedinjenje može istaložiti i u kristalnom i u koloidnom obliku.

BaSO_4 → koncentrovani rastvori: KOLOID
→ razblaženi rastvori: KRISTAL



VELIČINA ČESTICA I

RELATIVNA PREZASIČENOST RASTVORA

$$\text{relativna prezasicenost rastvora} = \frac{Q - S}{S}$$

Q - koncentracija rastvorene supstance (mol/L) u trenutku kada počinje taloženje

S - koncentracija rastvorene supstance (mol/L) u zasićenom rastvoru - količinska rastvorljivost

Dodatak taložnog reagensa prvo dovodi do trenutne prezasićenosti rastvora


$$Q > S$$

- stanje prezasićenosti nije stabilno
- višak rastvorene supstance se taloži
- sistem dolazi u stanje ravnoteže

$$\frac{Q - S}{S}$$

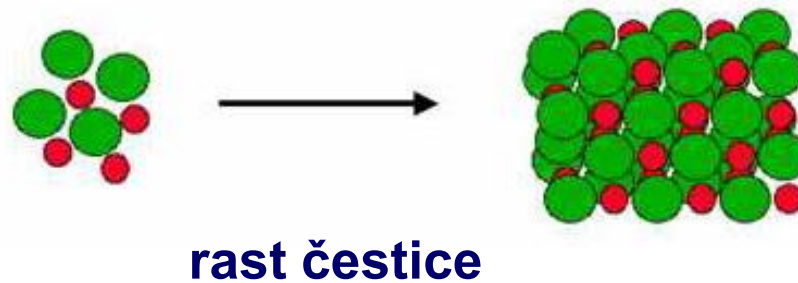
$$Q = S$$

Veličina čestica je obrnuto proporcionalna prezasićenju !!!

MECHANIZAM TALOŽENJA

Pri izdvajanju čvrste faze iz rastvora odvijaju se dva procesa**:

1. nukleacija (stvaranje „klica“)
2. rast kristala



** brzine ova dva procesa određuju veličinu čestica !

NUKLEACIJA

HOMOGENA

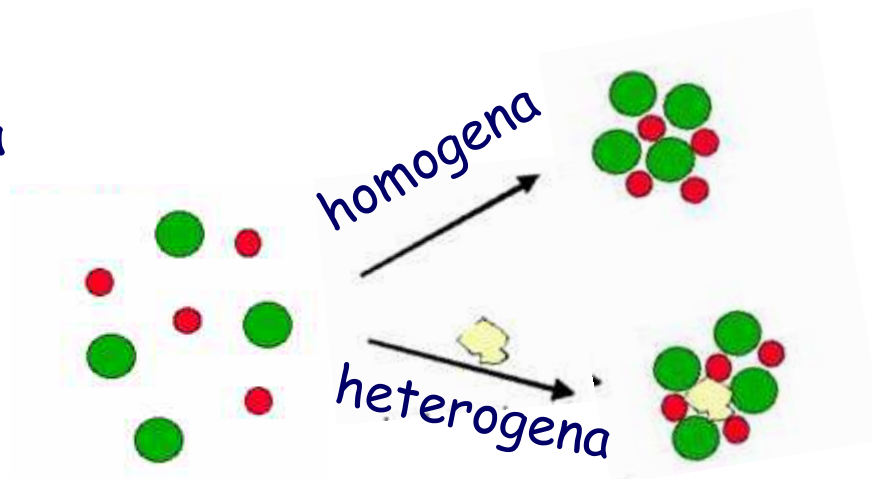
spontana

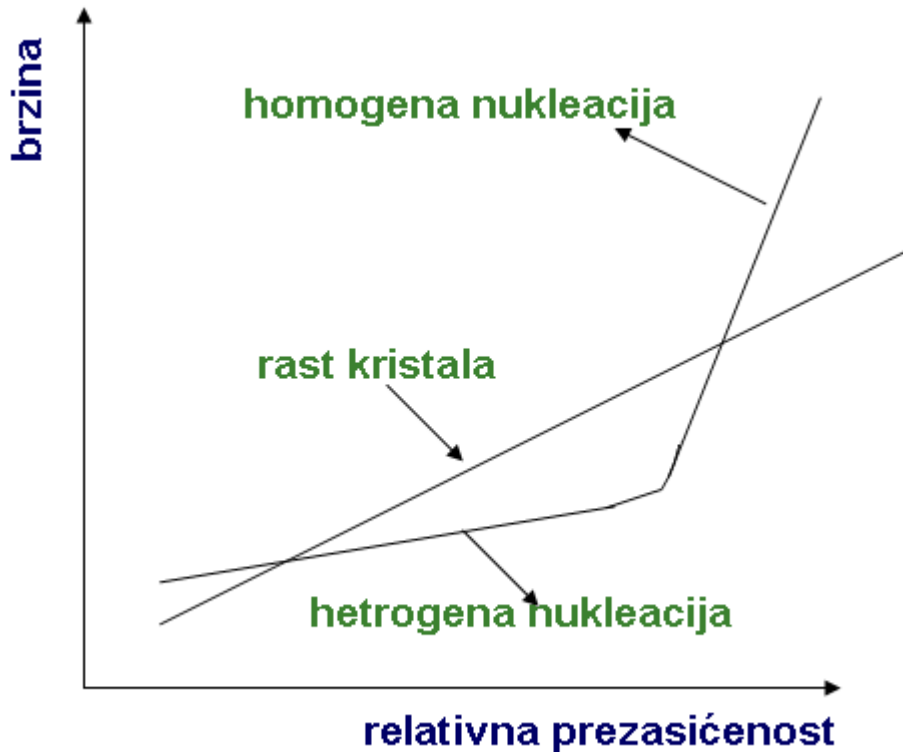
(slučajna orijentacija jona ili molekula; stvaraju se grupe ili asocijacije jona rastvorenog taloga „rojevi“; kada dostignu kritičnu vrednost nastaju klice ili nukleusi koji mogu dalje da rastu)

HETEROGENA

indukovana

(prašina, nerastvorne nečistoće, površina suda dovodi do početnog udruživanja jona)





- **Pri manjim prezasićenjima** brzina nukleacije je relativno mala, pa je i broj nastalih klica mali - heterogena nukleacija.

- **Pri većim prezasićenjima** kriva ima oštri rast i broj nastalih nukleusa je veliki - homogena nukleacija.

RAST KRISTALA

Brzina rasta kristala zavisi od prezasićenja.

- ◆ Čestice taloga ne rastu podjednako na svim površinama, pa se retko dobijaju geometrijski pravilni kristali.
- ◆ Pri nižim prezasićenjima kristali rastu na nekim od svojih površina (dobijaju se pločice ili štapići).

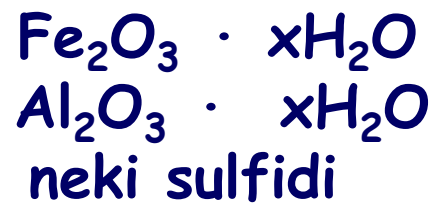
- ◆ Pri višim prezasićenjima, kristal raste na uglovima i na ivicama (nepravilni i razgranati kristali; kao pahuljica).
- ◆ Pri jako visokim prezasićenjima grade se amorfni talozi (nemaju kristalnu strukturu);
- ◆ Grupe čestica ili agregati se spajaju u veće agregate (agregacija) koji nisu stabilni i teže da se preurede u pravilnu kristalnu rešetku (orijentacija).



- Poželjno je:
- dobijanje taloga krupnijih čestica
 - taloženje iz razblaženih rastvora (Q_{\min})
 - taloženje u toplim rastvorima (S_{\max})

veća rastvorljivost \longrightarrow lakše se dobijaju kristali

- PAŽNJA !!!



mala rastvorljivost -
koloidni talozi !

$$\frac{Q - S}{S}$$

KOLOIDNI TALOZI

SPECIFIČNA POVRŠINA

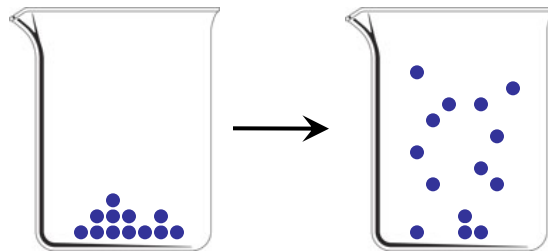
Dodirna površina između čestica taloga i rastvora u kome su te čestice raspodeljene.

Smanjenjem veličine čestica jako se povećava specifična površina.

ADSORPCIJA

Koloidni talozi imaju veliku specifičnu površinu.

Količina adsorbovanih jona i naelektrisanje površine određuju osobine koloida.

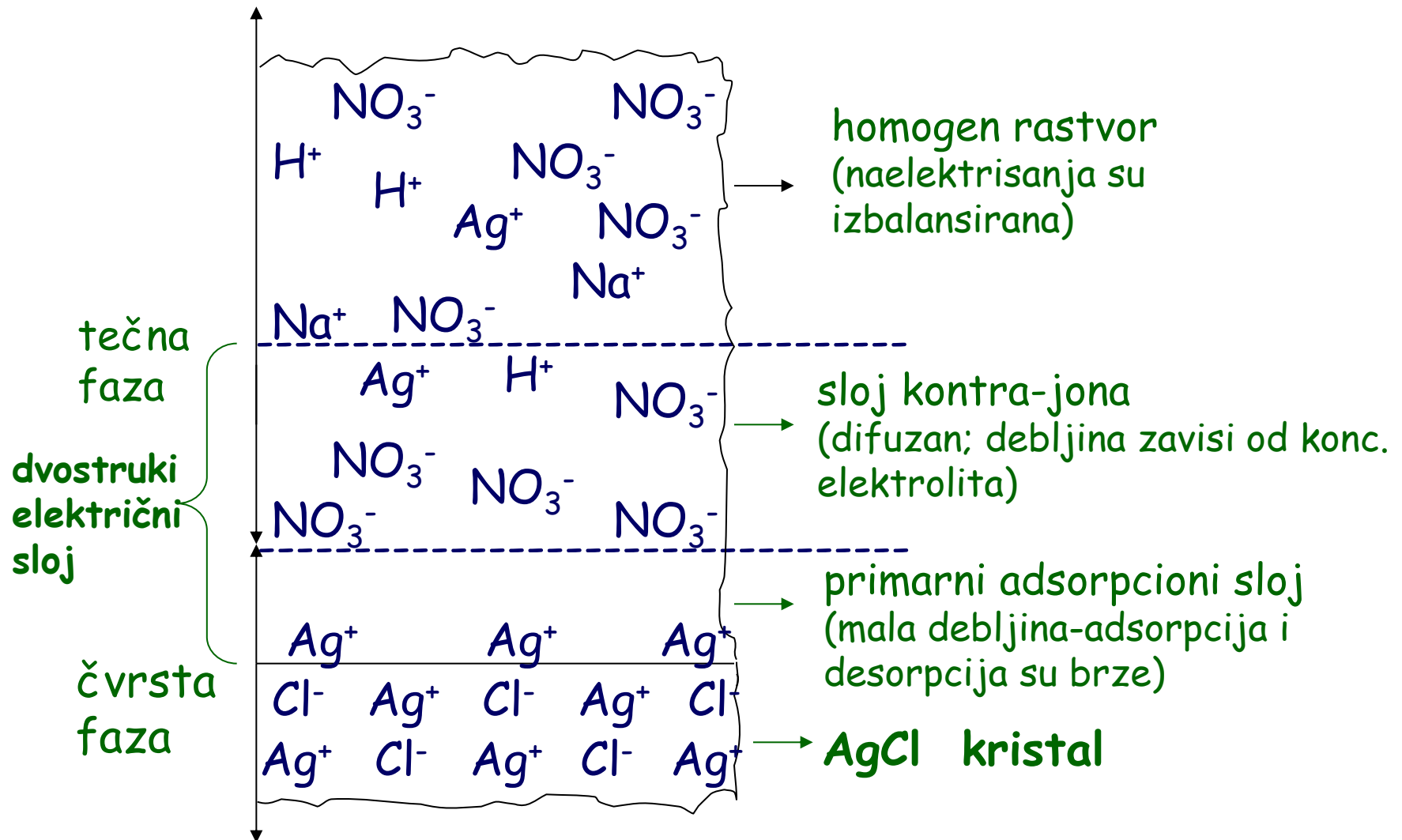


PRIMARNI ADSORPCIONI SLOJ

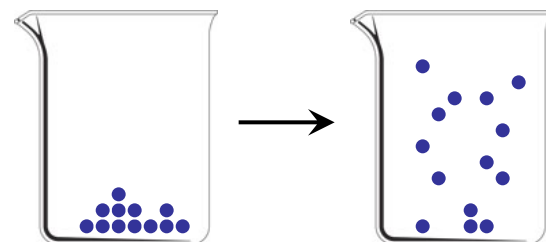
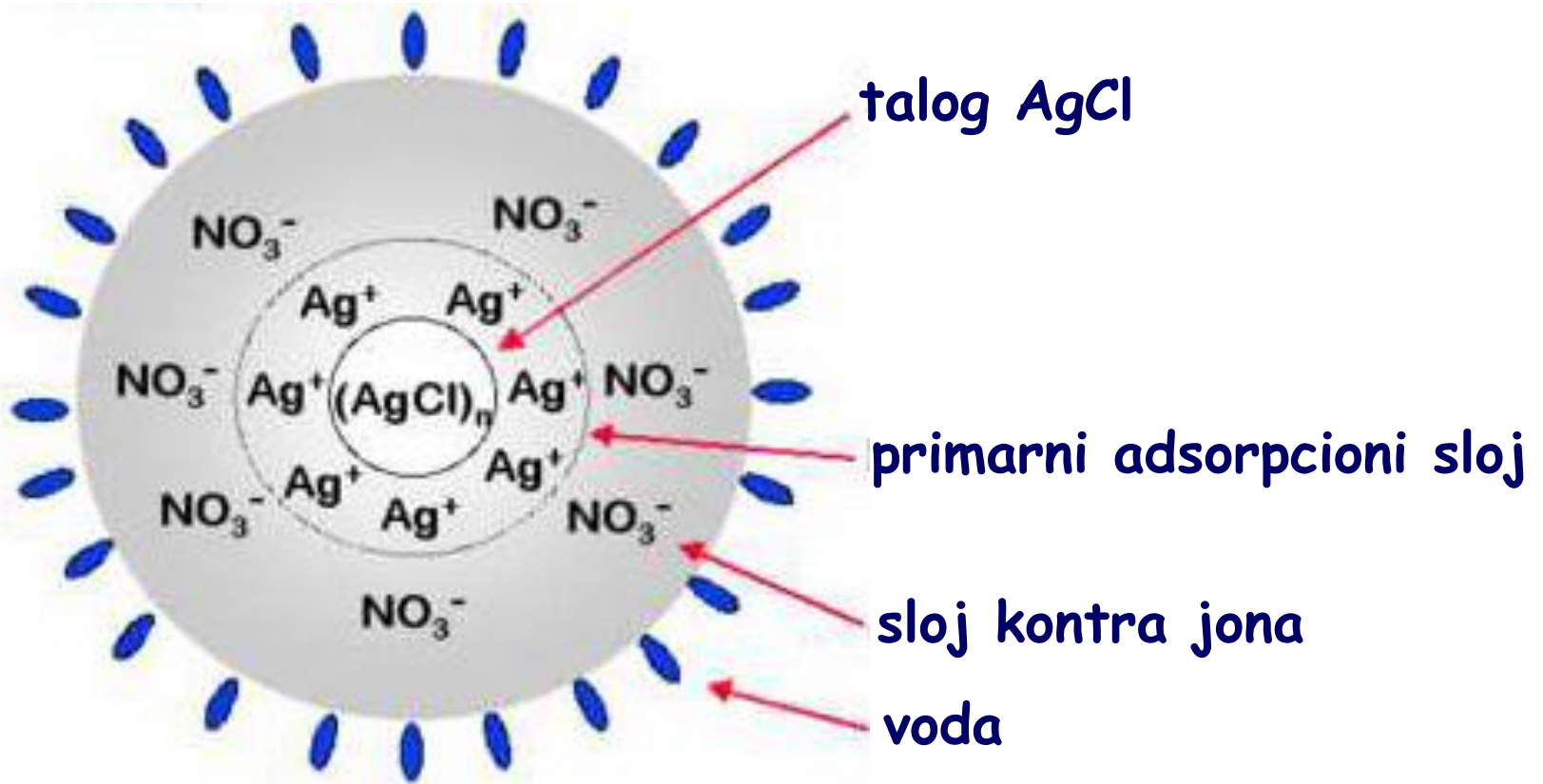
četiri pravila utiču na tendenciju koloidnog taloga da adsorbuje jedan jon pre nego drugi:

1. Paneth-Fajans-Hahnovo pravilo
 2. uticaj koncentracije
 3. uticaj naelektrisanja jona
 4. uticaj veličine jona
- } deluju istovremeno

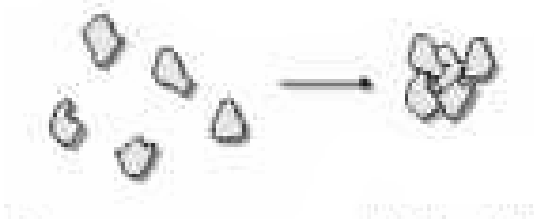
Rezultat adsorpcije je onečišćenje taloga !!!



Šematski prikaz poprečnog preseka čestice AgCl suspendovane u rastvoru srebro-nitrata



KOAGULACIJA KOLOIDA



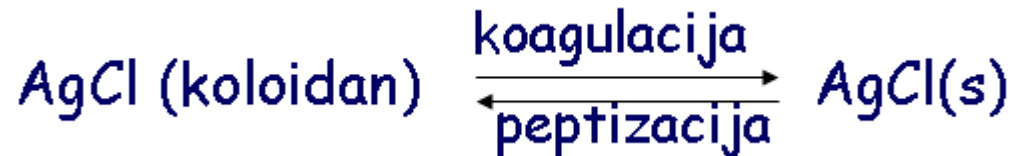
Proces spajanja koloidnih čestica u veće čestice (agregate) pri čemu grade čvrstu amorfnu masu, koja se brzo sleže i koja može da se procedi.

Do koagulacije dolazi ako se čestice dovoljno približe, tako da kohezione sile mogu da deluju → neophodno je da se odbojne sile među česticama svedu na minimum:

1. zagrevanjem (smanjuje se adsorpcija, a time i naelektrisanje)
2. mešanjem (olakšava približavanje čestica)
3. dodavanjem elektrolita (sloj kontra-jona se sabija)

PEPTIZACIJA

Proces kojim se koagulirani koloid prevodi u svoje početno disperzno stanje tj. u stanje koloidnog rastvora (suprotno koagulaciji !!!).



- Do peptizacije dolazi kada se sveže koagulirani talog ispira čistom vodom !
 - koncentracija elektrolita u dvostrukom sloju se smanjuje,
 - sloj kontra-jona se širi
 - povećavaju se odbojne sile između čestica.

Koloidne čestice adsorbuju i molekule vode (rastvarača), što doprinosi stabilnosti.

**HIDROFILNI I HIDROFOBNI
KOLOIDI**

HIDROFILNI KOLOIDI

Viskozni talozi koji pokazuju veliki afinitet prema rastvaraču.

gel (mrežast)

Za koagulaciju je neophodno zagrevanje i visoka koncentracija elektrolita.

Primer: belančevine, skrob, želatin, agar.

HIDROFOBNI KOLOIDI

Slabo privlače vodu (rastvarač), lako se koagulišu elektrolitima. Koagulacija je ireverzibilna, a dobijeni talog je sirast, lako se cedi i sadrži malo vode.

sol

Primer: koloidni sumpor, zlato, halogenidi srebra.

SILIKATNA KISELINA

je i jedno i drugo !!!

po karakteru je hidrofobna, ali se ponaša kao hidrofilni koloid

KRISTALNI TALOZI

Pogodniji su za rad, po svojim osobinama, u poređenju sa koagulisanim koloidima.

Veličina kristala, čistoća i mogućnost ceđenja zavisi od eksperimentalnih uslova !!!



- 🎵 🎵 taloženje se vrši iz razblaženih rastvora
- 🎵 🎵 taložni reagens se dodaje lagano uz mešanje
- 🎵 🎵 taloženje se vrši iz toplih rastvora
- 🎵 🎵 pre ceđenja je neophodno hlađenje

TALOŽENJE IZ HOMOGENIH RASTVORA

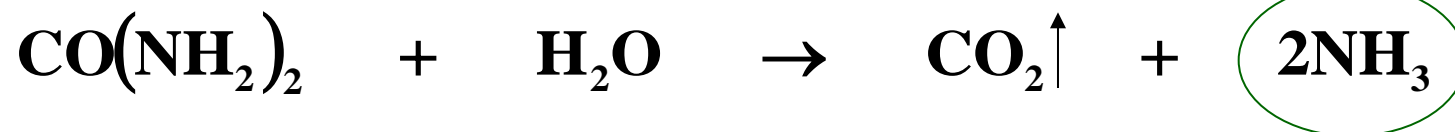
- najpogodnije
- taložni reagens se ne dodaje u rastvor, već se stvara pogodnom hemijskom reakcijom direktno u rastvoru supstance koju taložimo
- niska prezasićenost
- izbegnuta je brza nukleacija

PREDNOST: brže ceđenje; malo onečišćenje !!! (okluzija minimalna)

MANA: dug proces, 30 min do nekoliko sati uz grejanje ili kuvanje

KARBAMID ILI UREA

- vrlo slaba baza, $K_b = 10^{-14}$
- povećanjem temperature rastvora hidrolizuje:

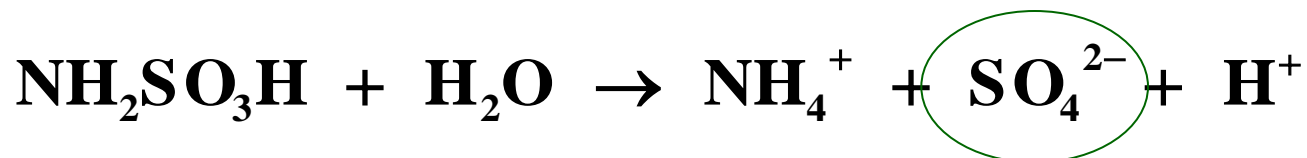
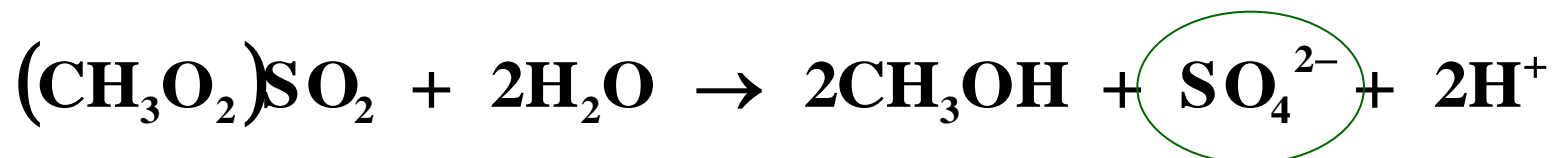


U toplim, kiselim, rastvorima CO_2 se uklanja, dok amonijak ostaje !!!

$t = 90 - 100^\circ\text{C}$
 $\text{pH} \sim 9,3$

DIMETIL-SULFAT, kao i SULFAMINSKA KISELINA
u rastvoru daju

sulfatni jon kao taložni reagens:



*****Postoji postupak taloženja kod koga se taložni reagens sintetiše direktno u rastvoru (DMG).

STARENJE TALOGA

DIGESTIJA

Pod starenjem taloga se podrazumevaju sve ireverzibilne strukturne promene koje se odvijaju u talogu od trenutka njegovog nastajanja:

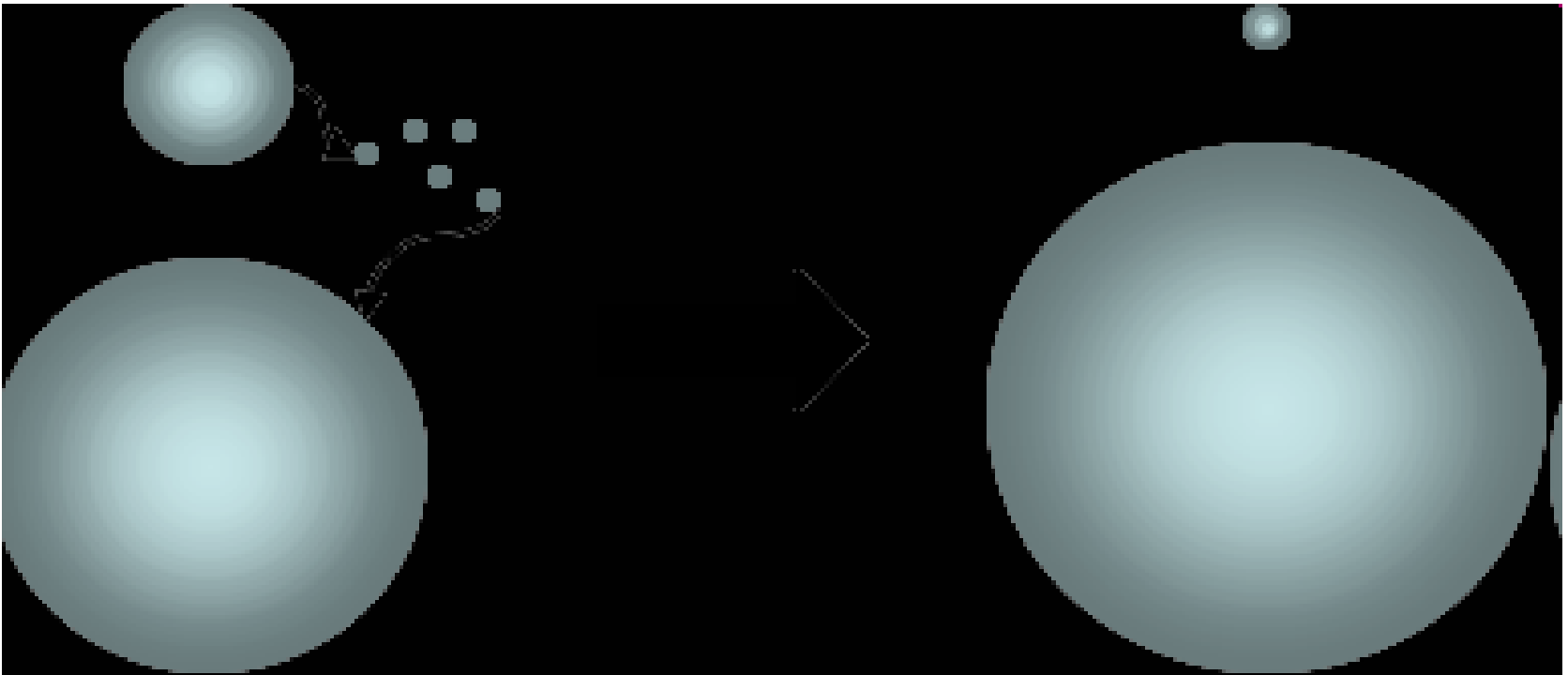
- građenje većih čestica
 - poboljšanje njihove strukture
 - smanjenje njihovog onečišćenja

Digestija je proces starenja sveže nastalog taloga, u dodiru sa matičnim rastvorom, na povišenoj temperaturi.

PROCESI KOJI SE ODVIJAJU ZA VREME STARENJA TALOGA:

- **REKRISTALIZACIJA** (nepravilne čestice prelaze u pravilne)
- **SPORA REKRISTALIZACIJA** - tzv. Ostwaldovo dozrevanje (građenje većih kristala na račun manjih)
- **AGLOMERACIJA** (pojedine čestice dele zajednički sloj kontra jona) posledica je cementacija (građenje mostova između čestica)
- **MODIFIKACIJA TALOGA** odnosno transformacija u stabilnije, manje rastvorne oblike
- **POLIMERIZACIJA** (amorfni talozi lagano prelaze u kristalne modifikacije)

Ostwaldovo dozrevanje



- Mnogi sitni kristali u sistemu postepeno nestaju, osim nekoliko koji rastu na uštrb malih kristala.
- Manji kristali deluju kao "hrana" za velike kristale.
- Kako veliki kristali rastu, prostor oko njih postaje sve siromašniji malim kristalima.

ONEČIŠĆENJA TALOGA



KOPRECIPITACIJA

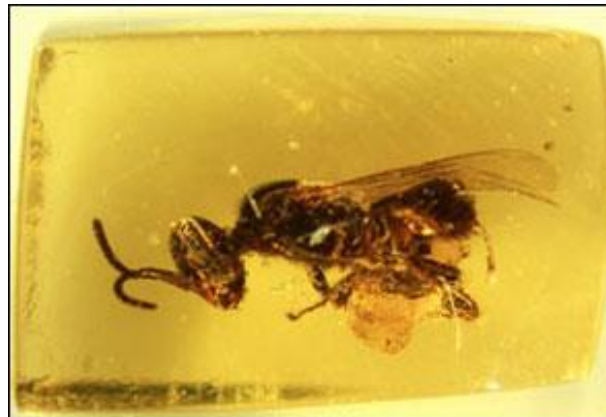
(sutaloženje)

onečišćenja u momentu
taloženja

POSTPRECIPITACIJA

(naknadno taloženje)

onečišćenja posle
izdvajanja taloga



KOPRECIPITACIJA

- onečišćenje supstancama koje su, inače u datoj sredini, rastvorne (zahvatanje primesa)

Simultano taloženje i taloženje s kolektorom nije koprecipitacija !!!

SIMULTANO TALOŽENJE istovremeno taloženje dve supstance zajedničkim reagensom, jer su im rastvorljivosti veoma bliske.

TALOŽENJE S KOLEKTOROM je kvantitativno izdvajanje supstance koja je prisutna u tragovima (sama se ne taloži) uz velike količine drugog taloga.

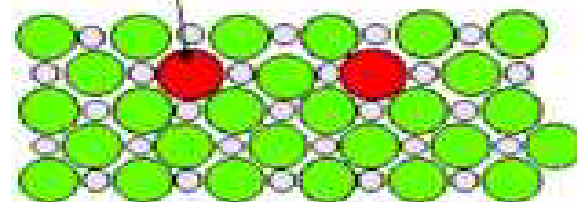
Oblici koprecipitacije su:

ADSORPCIJA, OKLUZIJA i INKLUZIJA

ADSORPCIJA

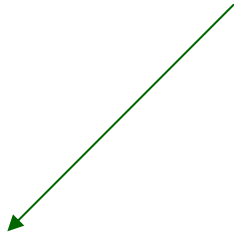
- ▶ Glavni oblik onečišćenja kod **koloidnih taloga**, zbog velike specifične površine.
- ▶ Kod **kristalnih taloga** se može zanemariti.
- ▶ Može se smanjiti povećanjem temperature, taloženjem iz razblaženih rastvora, digestijom, pranjem taloga i ponovnim taloženjem.
- ▶ Najefikasnije je ponovno taloženje: posle ceđenja, talog se rastvori u pogodnom sredstvu (najčešće u kiselinama) i ponovo taloži.
- ▶ Kod taloženja iz homogenih rastvora adsorpcija je jako umanjena.

OKLUZIJA



- ▶ Karakteristična je za **kristalne taloge**.
- ▶ Nastaje kada strana supstanca bude uhvaćena unutar brzo rastućeg kristala.
- ▶ Okludovane čestice se nehomogeno raspodeljuju u kristalima i predstavljaju „defekte kristalne rešetke“.

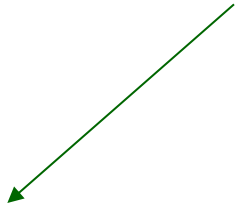
„defekti kristalne rešetke“



Mehaničko zatvaranje nečistoća

- u toku rasta kristala zaostaju šupljine koje su ispunjene matičnim rastvorom

„defekti kristalne rešetke“



Adsorpcija u toku taloženja.

Primer: taloženje sulfata iz rastvora natrijum-sulfata rastvorom barijum-hlorida

- na početku talog ima sulfatne-jone kao primarni adsorpcioni sloj, a Na^+ -jone kao sloj kontra-jona



- dalji dodatak reagensa dovodi do zamene Na^+ -jona jonima Ba^{2+} , što dovodi do daljeg rasta kristala.

- brzina rasta kristala je velika i ne stignu da se zamene svi Na^+ -joni. ***Ostaju okludovani u kristalu***

♪♪ Okluzija ne može da se smanji ispiranjem taloga, ali može digestijom i ponovnim taloženjem.

♪♪ Kod taloženja iz homogenih rastvora praktično ne dolazi do okluzije.

INKLUZIJA

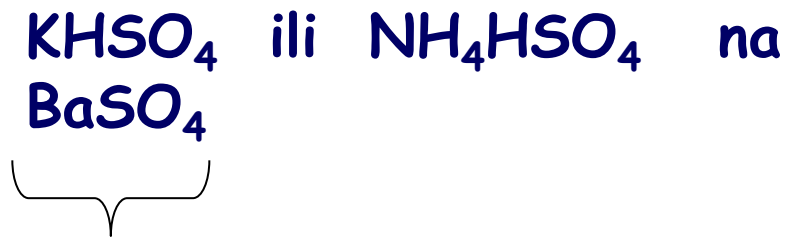
- ▶ Karakteristična je za kristalne taloge.

IZOMORFNA INKLUZIJA (građenje mešanih kristala) - koprecipitovani jon se zbog pogodne strukture, veličine i naelektrisanja "uklapa" u kristalnu rešetku taloga - ne dolazi do defekta rešetke.



NEIZOMORFNA INKLUZIJA (građenje čvrstih rastvora)

- kristalni oblik onečišćenja se nešto više razlikuje od kristalnog oblika taloga - nečistoće ovog tipa se manje mešaju sa talogom od nečistoća prvog tipa



pH = 1 značajno

pH = 5 minimalno

prostorno sličan

POSTPRECIPITACIJA

Oblik onečišćenja kod koga se nečistoća, kao slabo rastvorno jedinjenje, izdvaja **posle** izdvajanja primarnog taloga.

PRIMER: Taloženje Ca^{2+} sa $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ u prisustvu Mg^{2+} -jona: u sveže istaloženom CaC_2O_4 nalazi se samo mala količina Mg^{2+} -jona; ako se talog ostavi da stoji u matičnom rastvoru na njemu se postupno taloži i MgC_2O_4

PRIMER: Taloženje ZnS na talogu CuS ili HgS

Postprecipitacija se sprečava ili bar smanjuje brzim ceđenjem glavnog taloga ili ponovnim taloženjem.

Digestija povećava naknadno onečišćenje taloga !!!

TALOŽENJE S KOLEKTOROM (nosačem)

skupljanje tragova ("povlačenje")

▶ Koristi se za taloženje jona koji je u rastvoru prisutan u niskim koncentracijama, tako da se dodatkom taložnog reagensa ne može istaložiti (nije "prekoračen" proizvod rastvorljivosti).

▶ Taloži se tj. sakuplja na nekom drugom talogu koji se u rastvoru nalazi u makrokoličini i koji se naziva kolektor ili nosač.

primer: izdvajanje tragova olova(II) iz urina na kalcijum-fosfatu

FILTRACIJA (CEĐENJE)

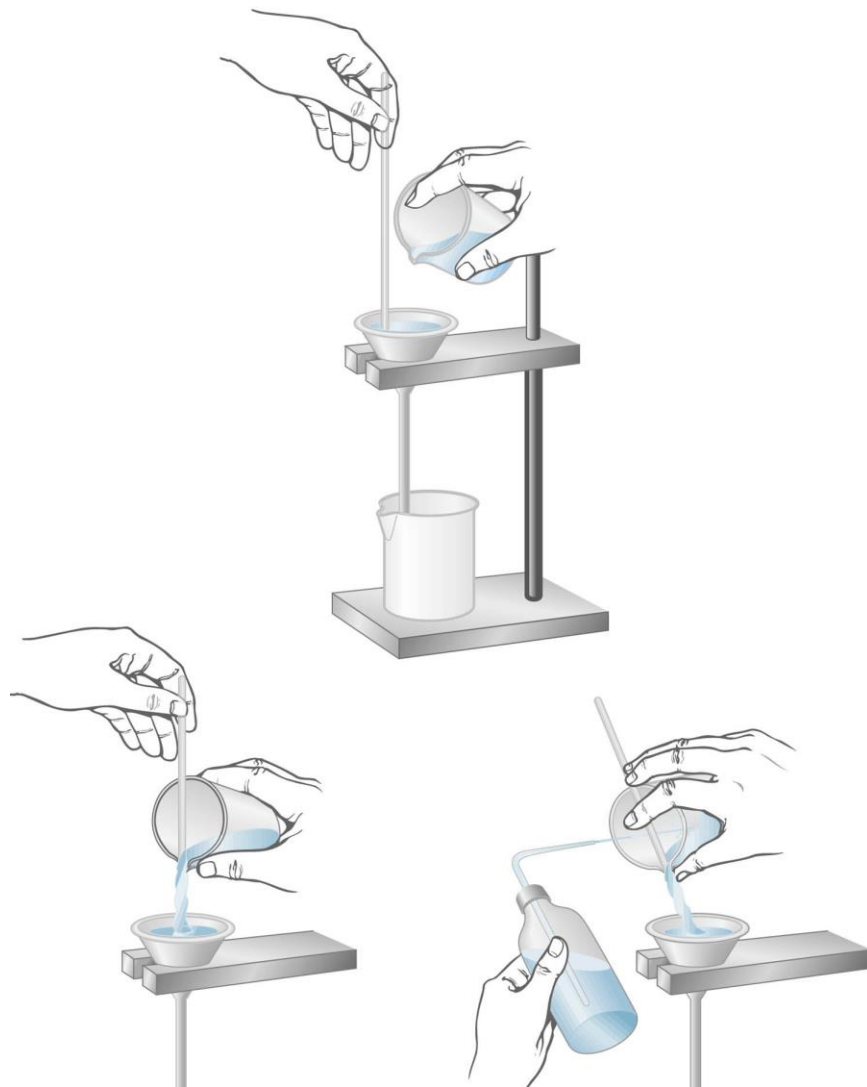
Ceđenje (filtracija) je operacija odvajanja taloga od rastvora pomoću sredstava za ceđenje.

Izbor sredstava za filtraciju zavisi od osobina taloga, veličine čestica i od toga da li talog treba žariti ili samo sušiti.

filter papiri, lončići za ceđenje, centrifugiranje

↓
kvalitativni i
kvantitativni
različitog
stepena
poroznosti

↓
porozno dno: stakleni,
porculanski, guč





ISPIRANJE TALOGA

Posle ceđenja talog se ispira kako bi se nepoželjne supstance uklonile što je moguće potpunije - mogu da se uklone samo površinske nečistoće.

Za ispiranje se koristi:

- voda (ukoliko se talog ne rastvara);
- rastvor koji sadrži malu količinu taložnog reagensa (dejstvo zajedničkog jona)
- pogodni i lako isparljivi elektrolit (sprečava peptizaciju)

Primenjuje se princip ekstrakcije:
ispiranje više puta malom zapreminom.

Pre dodavanja nove zapremine tečnosti za ispiranje, talog treba da se ostavi da se OCEDI - izuzetak su talozi koji se mogu na vazduhu oksidovati, kao i želatinozni talozi.

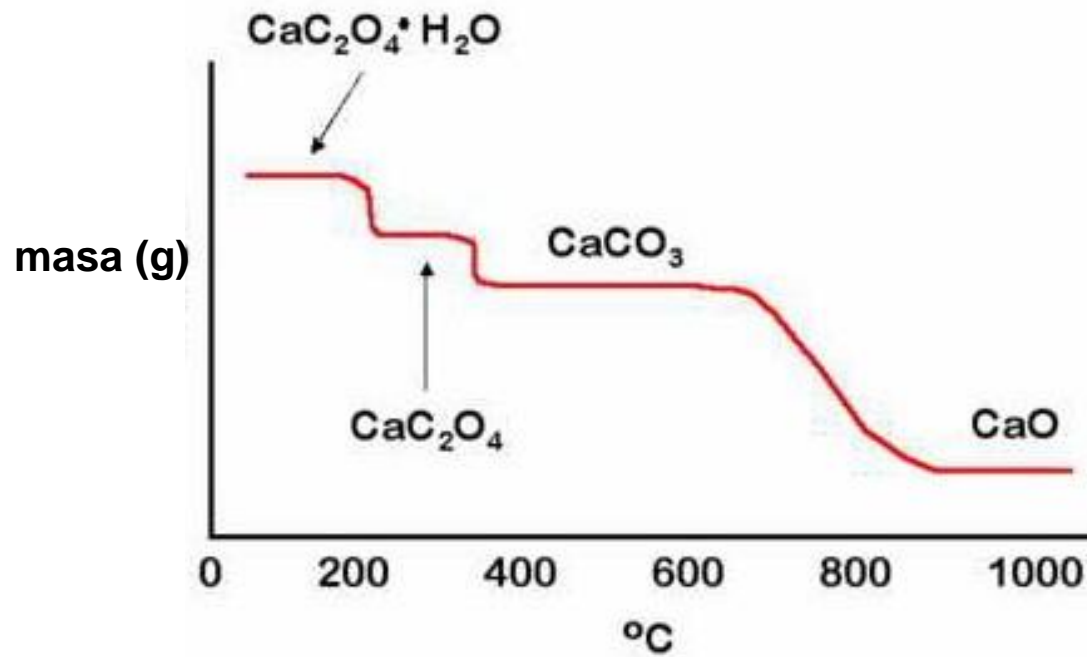
SUŠENJE I ŽARENJE TALOGA

Posle ceđenja i ispiranja talog treba da se dovede do konstantnog sastava, pre nego što se izvrši merenje.

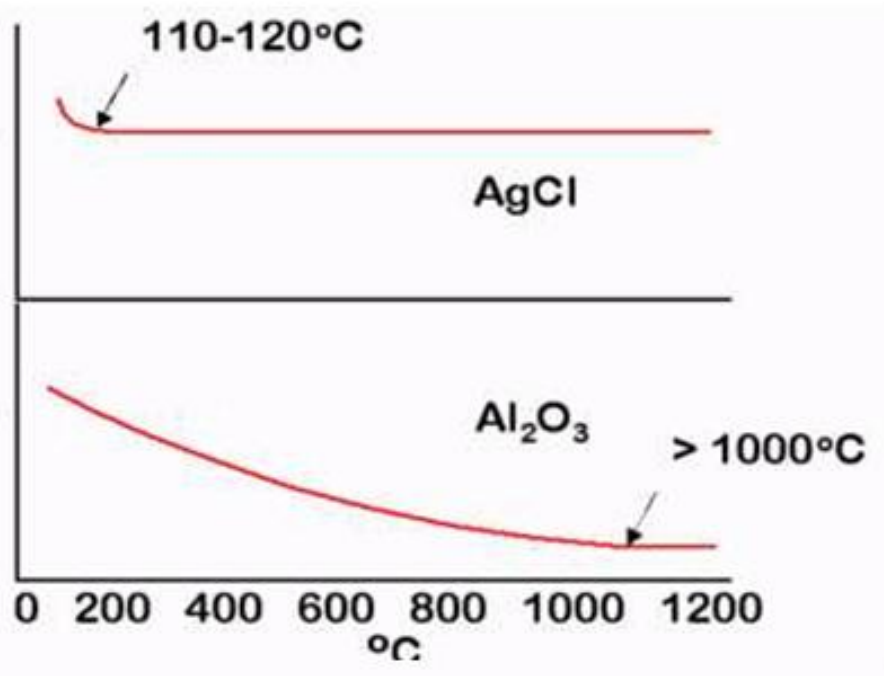
Iz taloga se zagrevanjem uklanja:

- voda
- isparljive nečistoće,

Često se talog prevodi u neki drugi oblik pogodniji za merenje.



Termogravimetrijska kriva



VODA U ČVRSTIM SUPSTANCAMA

BITNA VODA

- Kristalna voda

neke supstance kristališu kao hidrati, stabilni na vazduhu pri određenoj temperaturi, npr.



-Konstitucionalna voda

ne pojavljuje se u hemijskoj formuli, već nastaje kao proizvod razgradnje supstance pri povišenoj temperaturi, npr.



NEBITNA VODA

- Adsorbovana voda

tanak monomolekulski sloj na površini čvrste supstance - higroskopna voda

- Sorbovana voda

količina vode u unutrašnjim pukotinama i kapilarama, npr. silika-gel, škrob, celuloza

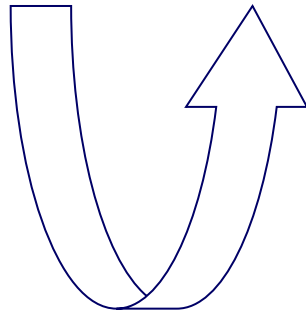
-Okludovana voda

voda "uhvaćena" unutar kristalne strukture za vreme nastajanja kristala

SREDSTVA ZA SUŠENJE

Relativna efikasnost nekih sredstava za sušenje:

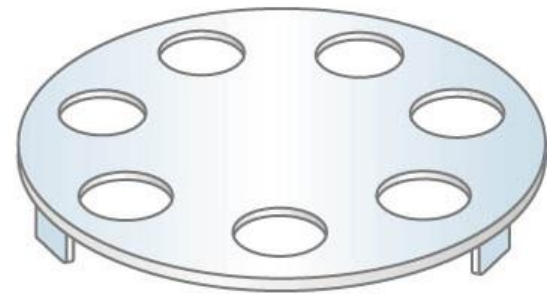
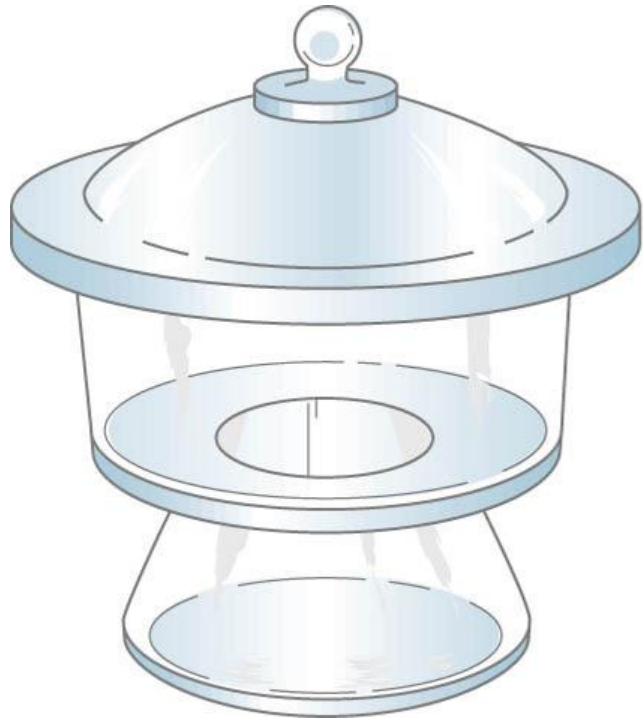
$Mg(ClO_4)_2$	veliki kapacitet
BaO	umeren kapacitet
CaO	umeren kapacitet
$CaSO_4$ (anh.)	umeren kapacitet
P_2O_5	mali kapacitet
Al_2O_3	mali kapacitet
Silika-gel	mali kapacitet



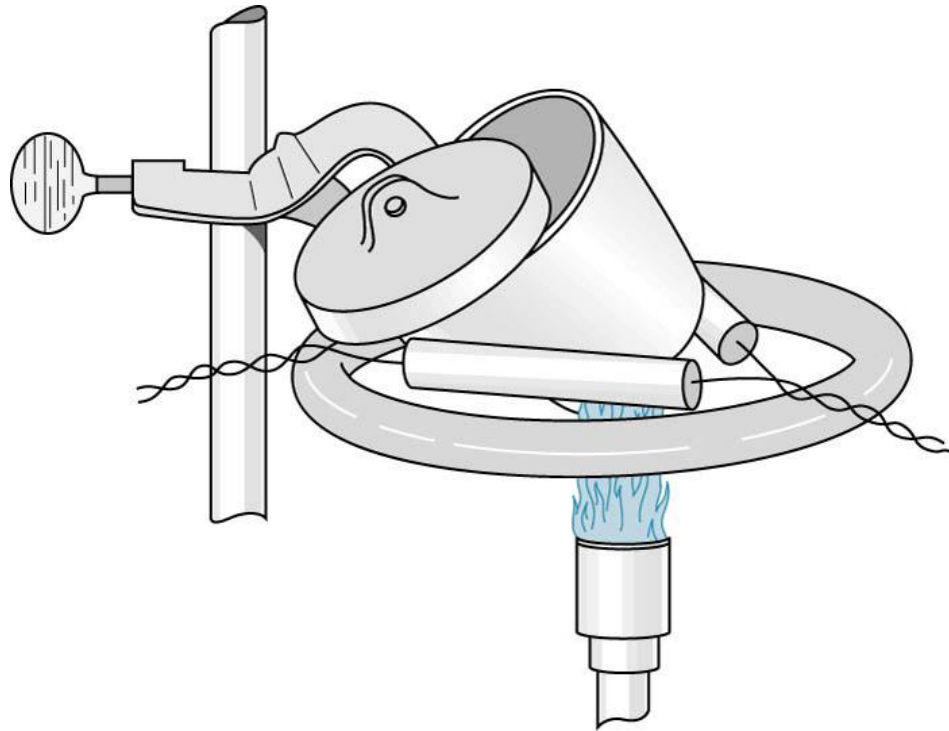
VODA



Na_2SO_4 anh.



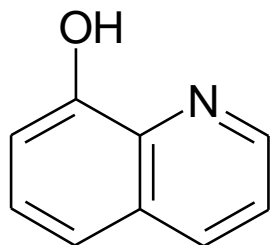




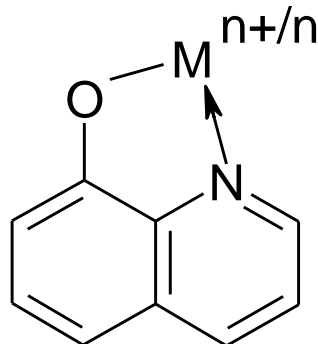


Always wear eye protection in the laboratory!

ORGANSKI TALOŽNI REAGENSI



8-oksi hinolin



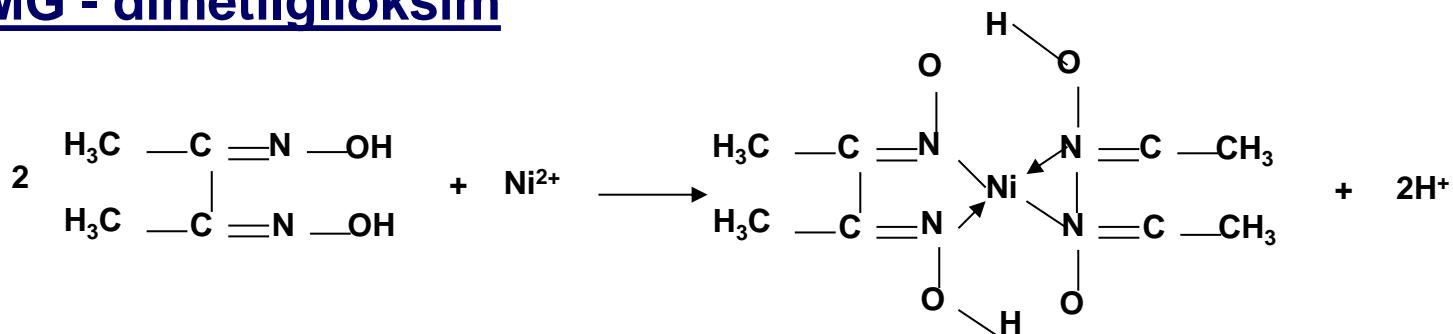
nije selektivan

ML_n

*pH – selek.

*EDTA, CN^-

DMG - dimetilglioksim



Pd^{2+} - žut kompleks, kisela sredina

GRAVIMETRIJSKA ODREĐIVANJA ZASNOVANA NA ISPARLJIVOSTI

Komponenta koja se određuje kvantitativno se izdvaja iz uzorka u obliku lako isparljivog jedinjenja.

DIREKTNO



merenjem mase isparene supstance

INDIREKTNO



merenjem mase ostatka (manje pogodno)

Isparljivost se koristi i za uklanjanje nekih supstanci iz uzorka:

vode, amonijum-soli, silicijuma u obliku SiF_4

Metodama na bazi isparljivosti najčešće se određuju voda i ugljenik(IV)-oksid.



Indirektno

Direktno, u natron kreču
 $\text{CaO} + \text{NaOH}$



direktno; $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$

INDIREKTNA GRAVIMETRIJSKA ANALIZA

- Izvode se dva eksperimentalna određivanja
- Jedno je obično određivanje mase dvokomponentne smeše
- Postavljaju se dve jednačine sa dve nepoznate
- Moguće je odrediti i n komponenti nekog uzorka, pomoću n nezavisnih određivanja i n simultanih jednačina

- Retko se primenjuje za određivanje više od dve komponente
- Tačnost i preciznost je mnogo manja nego kod direktnog određivanja

PRIMER: Analizom uzorka od 2,5000 g nekog krečnjaka dobijeno je 0,2500 g smeše NaCl i KCl. Smeša alkalnih hlorida je zatim taložena srebronitratom, pri čemu je dobijeno 0,5000 g AgCl. Izračunati masene udele Na₂O i K₂O u krečnjaku.

IZRAČUNAVANJA U GRAVIMETRIJI

Eksperimentalno se mere dve veličine:

1. masa uzorka uzetog za analizu
2. masa taloga poznatog hemijskog sastava dobijenog analizom

Izračunava se maseni udeo određivane komponente.

$$\omega = \frac{m_A}{m_{\text{uzorka}}}$$

masa komponente A u uzorku

masa uzorka koji se analizira

*** analitički talog koji se u gravimetrijskoj analizi
posle sušenja i žarenja meri,
vrlo retko je tražena komponenta A

- ▶ Mereni talog se stehiometrijski može povezati sa komponentom A.
- ▶ Masa merenog taloga (merni oblik) se preračunava u odgovarajuću masu tražene komponente.
- ▶ Preračunavanje se vrši pomoću **GRAVIMETRIJSKOG FAKTORA.**

broj koji pokazuje kolika masa **tražene** supstance odgovara jedinici mase **merene** supstance

PRIMER: Napišite izraz koji definiše gravimetrijski faktor za preračunavanje mase Fe_2O_3 u masu Fe.



$$f = \frac{2 M(\text{Fe})}{M(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = 0,6994$$

PRIMER: Napišite izraz koji definiše gravimetrijski faktor za preračunavanje mase Fe_2O_3 u masu Fe_3O_4



$$f = \frac{2 \text{ M}(\text{Fe}_3\text{O}_4)}{3 \text{ M}(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{2 \cdot 231,54}{3 \cdot 159,69} = 0,9666$$

