

ANALITIČKA KEMIJA

- **uvodno predavanje**

nositelj: izv. prof. dr. sc. Tomislav Jednačak
akademska godina: 2026./27.

CILJEVI KOLEGIJA

- naučiti kako statistički interpretirati rezultate kemijske analize
- upoznati se s gravimetrijskim metodama te svojstvima taloga i taložnih reagenasa
- objasniti disocijaciju kiselina i baza te hidrolizu i topljivost soli u vodenim otopinama uz odgovarajuće konstante ravnoteže
- dobiti uvid u sastav, svojstva i način djelovanja puferskih otopina
- objasniti način djelovanja indikatora za neutralizacijske, taložne, kompleksometrijske odnosno redoks titracije
- naučiti interpretirati podatke dobivene pomoću gravimetrijskih i volumetrijskih metoda
- dobiti uvid u osnovne principe i primjenu kromatografskih metoda
- upoznati se s osnovama analize spektrometrijskim metodama

NASTAVNI SADRŽAJI

- sustavni pristup kemijskoj analizi – od uzorkovanja do analitičke informacije
- statistička prosudba podataka dobivenih kemijskom analizom
- kemija vodenih otopina (izražavanje sastava i kemijske ravnoteže)
- gravimetrijske metode analize (svojstva taloga i taložnih reagenasa)
- titrimetrijske metode analize (krivulje titracije, standardi, indikatori)
- taložne titracije za kvantitativno određivanje halogenida
- neutralizacijske titracije, hidroliza, puferi i α -vrijednosti
- kompleksometrijske titracije otopina iona metala s EDTA
- elektrodni potencijali i oksidacijsko-redukcijske titracije
- razdvajanje i identifikacija spojeva kromatografskim metodama
- osnove analize metodama atomske i molekulske spektroskopije

ISPIT

a) **2 parcijalna ispita**
(tijekom semestra)

b) **redovni ispit**
(na ispitnom roku)

OCJENA

- **pismeni dio ispita** (parcijalni ili redovni pismeni na ispitnom roku)
- **usmeni dio ispita** (izvodi se nakon održanog cijelog kolegija i obuhvaća cjelovito gradivo)

**ukupna ocjena
kombinacija je
pismenog i usmenog
dijela ispita**

pismeni dio ispita	ocjena pismenog dijela ispita
50–60 %	dovoljan (2)
60–75 %	dobar (3)
75–90 %	vrlo dobar (4)
90–100 %	izvrstan (5)

**usmeni ispit
je obvezan**

LITERATURA

Obvezna literatura

1. D. A. Skoog, D. M. West i F. J. Holler, *Osnove analitičke kemije*, 6. izdanje, Školska knjiga, Zagreb, 1999.
2. Nj. Radić i L. Kukoč Modun, *Uvod u analitičku kemiju*, 1. izdanje, Školska knjiga, Zagreb, 2016.
3. D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler i S. R. Crouch, *Fundamentals of Analytical Chemistry*, 9. izdanje, Brooks/Cole, Belmont, SAD, 2014.

Dopunska literatura

1. J.W. Hill, *Chemistry for Changing Times*, 5. izdanje, Macmillan Publishing Company, New York, 1988.
2. M. Kaštelan-Macan, *Kemijska analiza u sustavu kvalitete*, Školska knjiga, Zagreb, 2003.
3. H. Naumer i W. Heller (ur.): *Untersuchungsmethoden in der Chemie*, 3. izd., Wiley-VCH, Weinheim, 2002.
4. P. Novak i T. Jednačak, *Strukturna analiza spojeva spektroskopskim metodama*, TIVA Tiskara, Varaždin, 2013.

Raspored održavanja nastave iz kolegija Analitička kemija za 2026./27.

Tjedan	Datum	Tema	Broj sati
1.	29.09.2026.	• uvodno predavanje • osnove statistike	3
2.	06.10.2026.	• osnove statistike – seminar • kemija vodenih otopina	3
3.	13.10.2026.	• kemija vodenih otopina – seminar	3
4.	20.10.2026.	• gravimetrijske metode analize • gravimetrijske metode analize – seminar	3
5.	27.10.2026.	• taložne titracije • taložne titracije – seminar	3
6.	03.11.2026.	• neutralizacijske titracije • neutralizacijske titracije – seminar	3
7.	10.11.2026.	• kompleksometrijske titracije • kompleksometrijske titracije – seminar	3

Raspored održavanja nastave iz kolegija Analitička kemija za 2026./27.

Tjedan	Datum	Tema	Broj sati
8.	24.11.2026.	1. parcijalni ispit - oksidacijsko-redukcijske titracije	3
9.	01.12.2026.	oksidacijsko-redukcijske titracije – seminar	3
10.	08.12.2026.	- uvod u kromatografske metode - uvod u kromatografske metode – seminar	3
11.	15.12.2026.	- osnove analitičke atomske spektrometrije - osnove analitičke atomske spektrometrije – seminar	3
11.	12.01.2027.	- molekulska spektroskopija u kemijskoj analizi - molekulska spektroskopija u kemijskoj analizi – seminar	3
12.	19.01.2027.	2. parcijalni ispit	3

opis (ime) pojma	sadržaj pojma
ANALIZA	• kemijska reakcija razlaganja
ANALITIČKA KEMIJA	• kemijska reakcija razlaganja • odvajanje smjese • klasični kemijski dokazni postupak
ANALITIKA	• kemijska reakcija razlaganja • odvajanje smjese • klasični kemijski dokazni postupak • instrumentni dokazni postupak • postupci određivanja strukture i svojstava



$A \subset B \subset C$

lat. *analysis* ← grč. *análysis* $\simeq$ *analýein*: rastavljati

ANALITIČKA KEMIJA

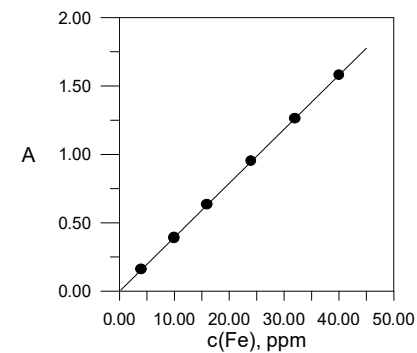
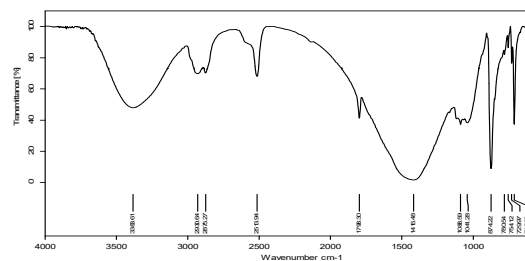
KVALITATIVNA

KVANTITATIVNA

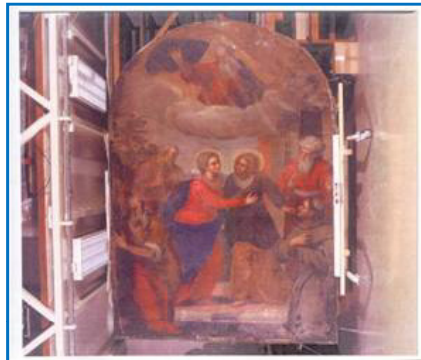


klasična →
otopine, krutine;
organske, anorganske tvari;

suvremena →
instrumentna



niz primjenskih područja: (interdisciplinarnost)



- kemija (i biokemija)
- biologija (i ekologija)
- fiziologija i medicina
- farmacija
- prehrambena industrija
- geologija
- arheologija
- materijali

- sastojak uzorka koji se određuje naziva se **analit**
- informacija o analitu je uvijek vezana uz **signal**
 - materijalni aspekt podatka koji u sebi nosi značenje (smisao) vezano uz stanja ili procese
- analitički važni signali su:
 - promjena boje otopine ili plamena
 - talozi (nastanak, boja, morfologija)
 - temperaturne razlike
 - napon, otpor, struja
 - spektralne linije
 - apsorbancija
 - intenzitet emitiranog zračenja
 - indeks loma

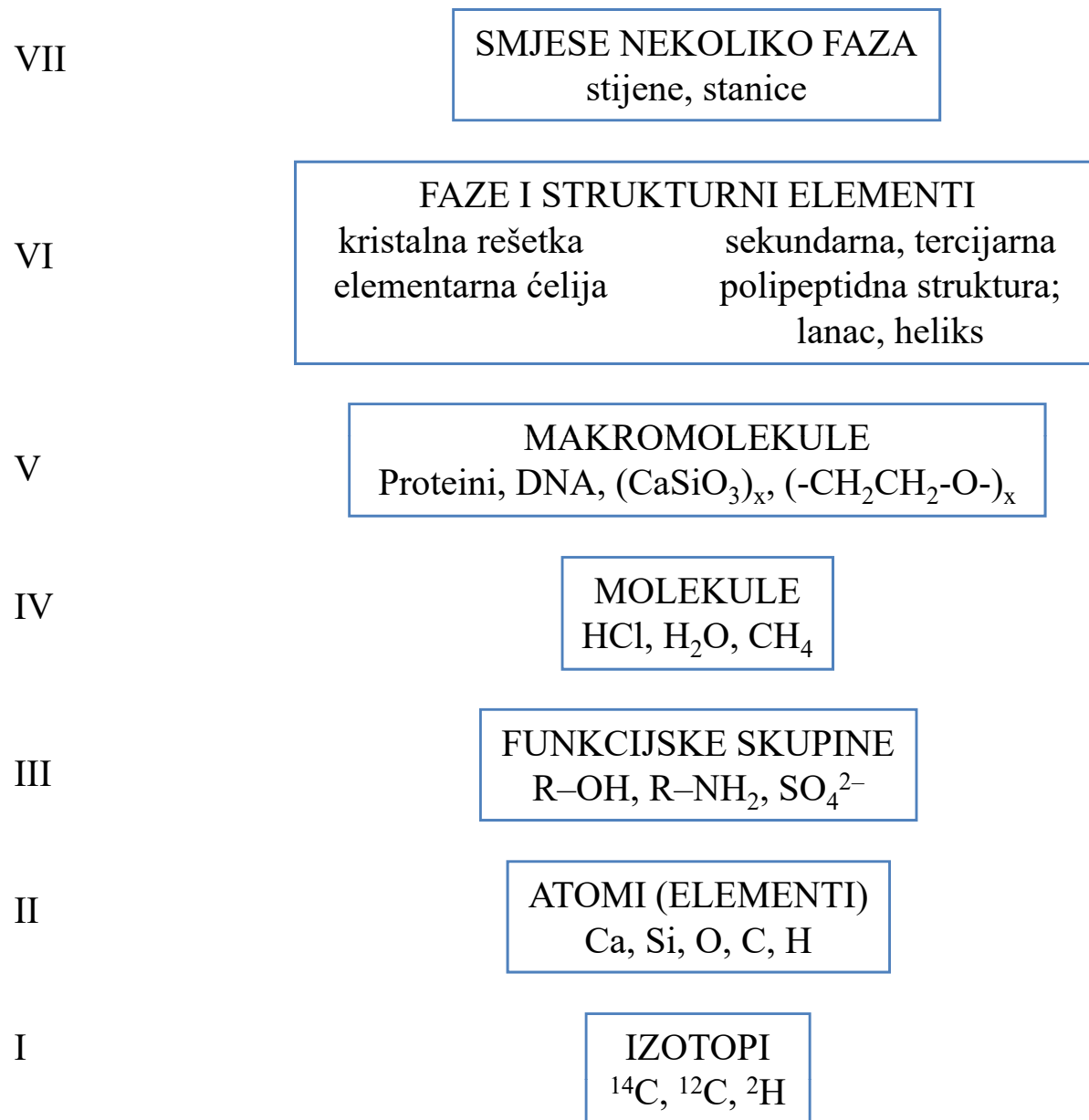
Podjela analitičkih tehnika prema količini uzorka

Količina uzorka	Analitička tehnika
$> 0,1 \text{ g}$	makro
od 0,01 do 0,1 g	semimikro
od 0,0001 do 0,01 g	mikro
$< 10^{-4} \text{ g}$	ultramikro

Podjela analita prema njihovoj količini u uzorku

Količina analita	Vrsta analita
od 1 do 100%	makroelementi
od 0,01 (100 ppm) do 1%	mikroelementi
od 1 ppb do 100 ppm	elementi u tragovima
$< 1 \text{ ppb}$	elementi u ultra-tragovima

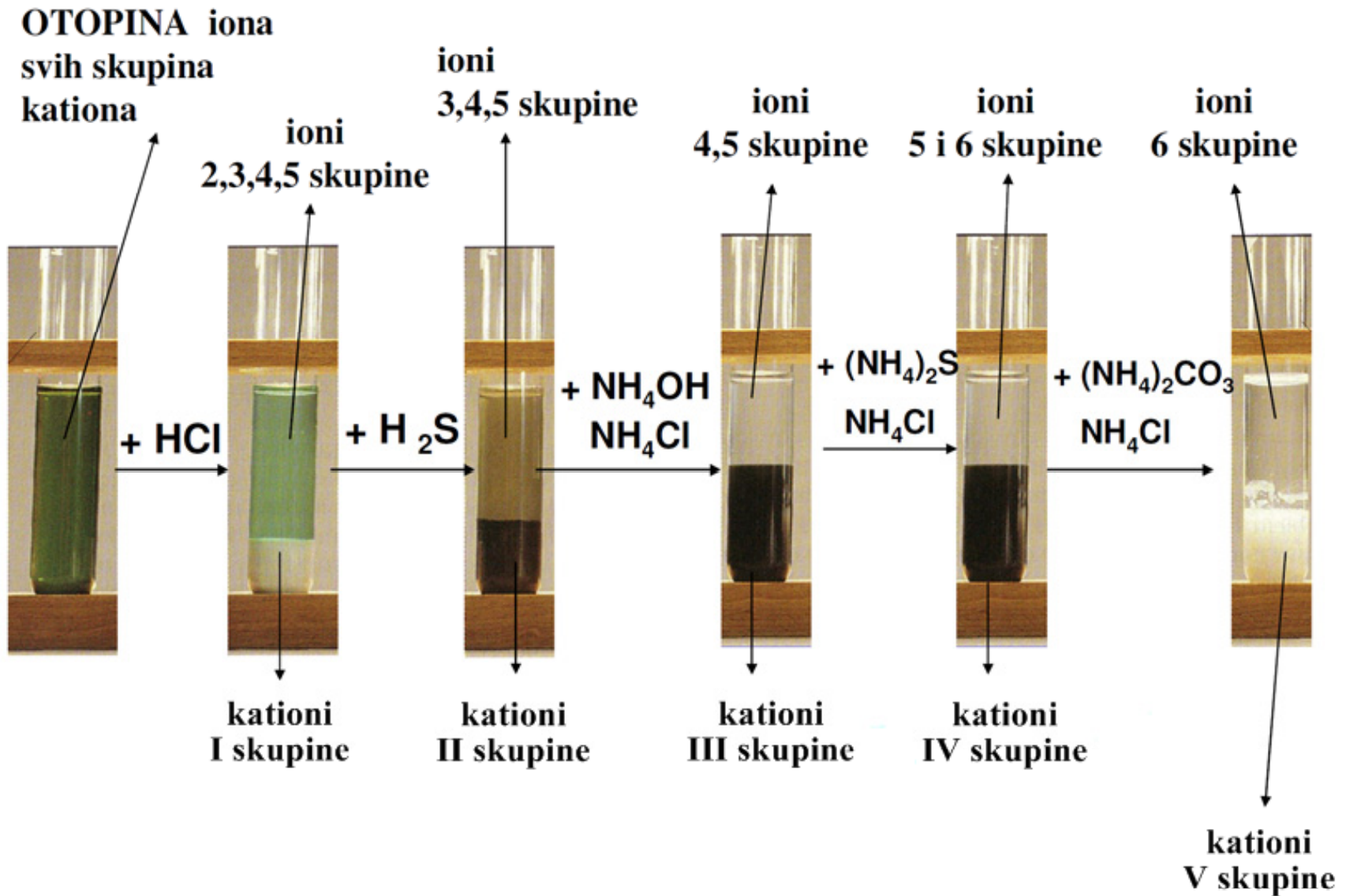
HIJERARHIJSKI RED ANALITIČKIH OBJEKATA



KLASIČNE ANALITIČKE METODE

- odvajanje sastojaka (analita)
 - taloženjem
 - ekstrakcijom
 - destilacijom
- kvalitativna analiza kemijskim reakcijama u kojima nastaju produkti koji se mogu identificirati prema:
 - boji
 - vrelištu ili talištu
 - topljivosti u seriji otapala
 - mirisu
 - optičkoj aktivnosti
 - indeksu loma
- kvantitativna analiza
 - gravimetrija: određivanje mase analita ili njegovog produkta
 - titrimetrija: određivanje mase ili volumena reagensa potrebnog za potpunu reakciju s analitom

Kvalitativna analiza kationa





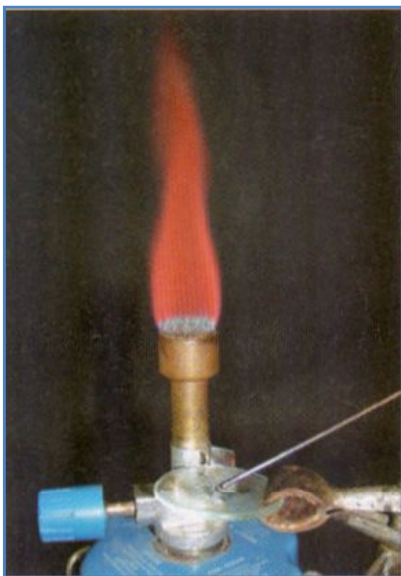
Li^+



Na^+



K^+



Ca^{2+}



Sr^{2+}



Ba^{2+}

Bojenje plamena solima alkalijskih i zemnoalkalijskih metala

Kvalitativna analiza aniona

- preliminarna ispitivanja na čvrstom uzorku (boja, pH i sl.)
- reakcije s kiselinama (razrijeđena i koncentrirana H_2SO_4)
- priprava otopina za dokazivanje aniona u uzorku
- ispitivanje oksidativnih i redukativnih svojstava aniona
- reakcije s grupnim taložnim reagensima (vodene otopine iona Ca^{2+} , Ba^{2+} , Zn^{2+} i Ag^+)
- karakteristične reakcije za pojedine anione

INSTRUMENTNE METODE

- mjerenje svojstava analita
 - vodljivost
 - elektrodni potencijal
 - apsorpcija / emisija svjetlosti
 - omjer mase i naboja
 - fluorescencija
 - promjene spina
 - itd.
- odvajanje sastojaka (analita)
 - kromatografske tehnike
 - elektroforetske tehnike

KLASIFIKACIJA ANALITIČKIH METODA

- kvalitativna i kvantitativna analiza
 - određivanje vrste i količine sastojka u uzorku
- prema tipu uzorka (materijalu)
 - analiza vode
 - analiza hrane
 - analiza stijena
 - kliničke i farmakološke analize (biološki materijal)
 - toksikološka ispitivanja
 - kontrola kemoterapije
 - kontrola uzimanja droga
 - biofarmaceutska istraživanja
 - resorpcija i izlučivanje lijekova
 - farmakokinetika i metabolizam lijekova
 - analize uzoraka iz okoliša

- prema kemijskim vrstama koje treba analizirati
 - ukupna analiza
 - analiza svih sastojaka uzorka – zbroj masa pojedinih sastojaka mora odgovarati ukupnoj masi uzorka
 - analiza pojedinih sastojaka uzorka
 - ELEMENTNA ANALIZA
 - identifikacija spojeva određivanjem elementnog sastava
 - određivanje spojeva određivanjem karakterističnog elementa
 - određivanje elemenata radi kontrole željenih / neželjenih učinaka
 - ANALIZA FUNKCIJSKIH SKUPINA
 - identifikacija i kvantitativno određivanje spojeva
 - određivanje specifičnih funkcijskih skupina radi kontrole željenih / neželjenih učinaka ili kvalitete materijala

- ANALIZA SPOJEVA

- analiza spojeva iz iste klase
- analiza svih spojeva (različitih klasa) u uzorku
- analiza određenog spoja

- RADIOAKTIVNA ANALIZA

- produkti nuklearne fisije, materijali za proizvodnju nuklearne energije
(^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{235}U , ^{249}Pu)

ANALITIČKE TEHNIKE I GLAVNE PRIMJENE

Tehnika	Mjereno svojstvo	Glavne primjene
gravimetrija	masa čistog analita ili spoja poznate stehiometrije	kvantitativna analiza za glavne ili sporedne sastojke
volumetrija (titrimetrija)	volumen standardne otopine reagensa koji reagira s analitom	kvantitativna analiza za glavne ili sporedne sastojke
atomska i molekulska spektrometrija	valna duljina i intenzitet elektromagnetskog zračenja koju analit emitira ili apsorbira	kvalitativna, kvantitativna ili strukturna analiza od glavnog sastojka do razine tragova
spektrometrija masa	masa analita ili njegovih fragmenata	kvalitativna ili strukturna analiza od glavnog sastojka do razine tragova; izotopni sastav
kromatografija i elektroforeza	različita fizikalno-kemijska svojstva odvojenih analita	kvalitativno i kvantitativno odvajanje smjesa od razine glavnog sastojka do tragova
termička analiza	kemijske / fizikalne promjene u analitu kad se grije ili hladi	karakterizacija pojedinačnih sastojaka ili miješanih sastojaka; glavni i sporedni
elektrokemijska analiza	električna svojstva analita u otopini	kvalitativna i kvantitativna analiza sastojaka od razine glavnog do tragova
radiokemijska analiza	karakteristično ionizirajuće nuklearno zračenje koje emitira analit	kvalitativna i kvantitativna analiza sastojaka od razine glavnog do tragova

SPEKTROMETRIJSKE TEHNIKE I GLAVNE PRIMJENE

Tehnika	Temelj	Glavne primjene
emisijaska plazma spektrometrija	atomska emisija nakon pobude u visokotemperaturnoj plinskoj plazmi	određivanje metala i nekih nemetala uglavnom na razini tragova
emisijaska plamena spektrometrija	atomska emisija nakon pobude plamenom	određivanje alkalijskih i zemnoalkalijskih metala
atomska apsorpcijska spektrometrija	atomska apsorpcija nakon atomizacije plamenom ili elektrotermičkim putem	određivanje tragova metala i nekih nemetala
atomska fluorescencijska spektrometrija	atomska fluorescencijska emisija nakon pobude plamenom	određivanje žive i hidrida nemetala na razini tragova
rentgenska emisijaska spektrometrija	atomska ili atomsko fluorescencijska emisija nakon pobude elektronima ili zračenjem	određivanje glavnih ili sporednih elementnih sastojaka metalurških ili geoloških uzoraka
γ -spektrometrija	emisija γ -zraka nakon nuklearne pobude	praćenje radioaktivnih elemenata u uzorcima iz okoliša
spektrometrija u ultraljubičastom i vidljivom području (UV/Vis)	elektronska molekulska apsorpcija u otopini	kvantitativno određivanje nezasićenih organskih spojeva

SPEKTROMETRIJSKE TEHNIKE I GLAVNE PRIMJENE – nastavak

tehnika	temelj	glavne primjene
infracrvena spektrometrija (IR)	vibracijska molekulska spektroskopija	identifikacija kemijskih spojeva
Ramanova spektrometrija (Raman)	vibracijsko molekulsko neelastično raspršenje	identifikacija kemijskih spojeva
spektrometrija nuklearne magnetne rezonancije (NMR)	nuklearna apsorpcija (promjena spinskog stanja)	identifikacija i strukturna analiza organskih spojeva i biomolekula
spektrometrija masa	ionizacija i fragmentacija molekula	identifikacija i strukturna analiza organskih spojeva i biomolekula

SEPARACIJSKE TEHNIKE I GLAVNE PRIMJENE

tehnika	temelj	glavne primjene
tankoslojna kromatografija	diferencijalne brzine kretanja analita kroz stacionarnu fazu gibanjem tekuće ili plinovite mobilne faze	kvalitativna analiza smjesa
plinska kromatografija		kvalitativno i kvantitativno određivanje hlapivih spojeva
tekućinska kromatografija		kvalitativno i kvantitativno određivanje nehlapivih spojeva
elektroforeza	diferencijalno kretanje analita kroz puferirani medij	kvalitativno i kvantitativno određivanje organskih spojeva i biomolekula

ELEKTROMAGNETSKO ZRAČENJE

- temeljna svojstva
- mehanizam interakcije s tvari

definicija:

- energija koja se u valovima prenosi kroz prostor velikom brzinom

oblici zračenja:

- svjetlost
- toplina

primjeri:

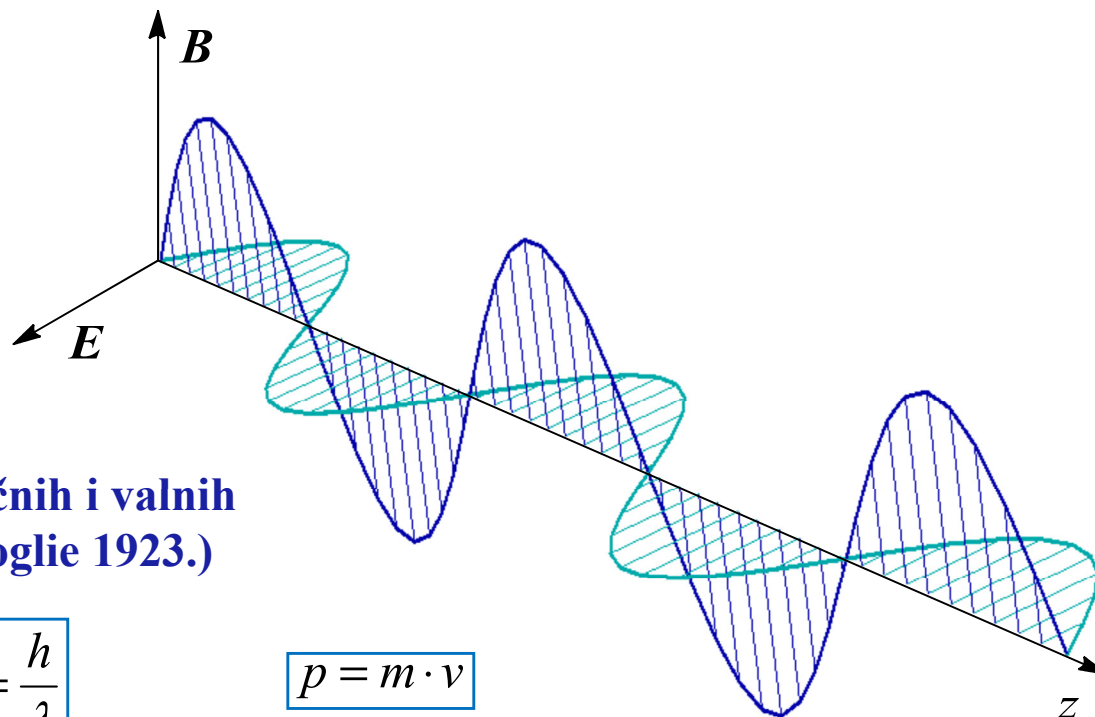
- rendgensko zračenje (X-zrake)
- ultraljubičasto zračenje
- mikrovalovi
- radiovalovi

svojstva:

- valna duljina, λ
- amplituda, A
- frekvencija, ν
- brzina, c
 - nije potreban prijenosni medij
(za razliku od drugih pojava)

- model:
 - valni
 - čestični
- valni model ne može objasniti apsorpciju i emisiju zračenja
- struja diskretnih čestica ili valnih paketića zvanih fotoni
- energija fotona proporcionalna je frekvenciji
- dvojna priroda zračenja – čestice ili valovi, odnosno komplementarna narav zračenja
- valna svojstva: interferencija, ogib, prijenos, lom, odbijanje, raspršenje, polarizacija

ELEKTROMAGNETSKI VAL



Povezanost čestičnih i valnih svojstava (de Broglie 1923.)

čestice

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

$$p = m \cdot v$$

val

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$E = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda} = h \cdot c \cdot \tilde{\nu}$$

p – količina gibanja (impuls)/ $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

h – $6,626 \cdot 10^{-34} / \text{J} \cdot \text{s}$ **Planckova konstanta ili "kvant djelovanja"**

m – masa/ kg

v – brzina/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

$$E = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda} = h \cdot c \cdot \tilde{\nu}$$

brzina

$$c = \lambda \cdot \nu / \text{ms}^{-1}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 / \text{ms}^{-1}$$

frekvencija

$$\nu = \frac{c}{\lambda} / \text{Hz}$$

valni broj

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} / \text{cm}^{-1}$$

$$\nu = c \cdot \tilde{\nu}$$

○ APSORPCIJA

- elektronska spinska rezonancija (ESR)
- nuklearna magnetna rezonancija (NMR)
- mikrovalna spektroskopija (MW)
- infracrvena spektroskopija (IR)
- elektronska spektroskopija (UV/Vis)
- atomska apsorpcijska spektroskopija (AAS)
- Mössbauerova spektroskopija
- apsorpcija X-zraka (rendgensko zračenje)

○ EMISIJA

- infracrvena emisija
- luminescencija (fluorescencija, fosforescencija)
- optička emisijska spektroskopija (OES)
- radioaktivno zračenje
- emisija X-zraka

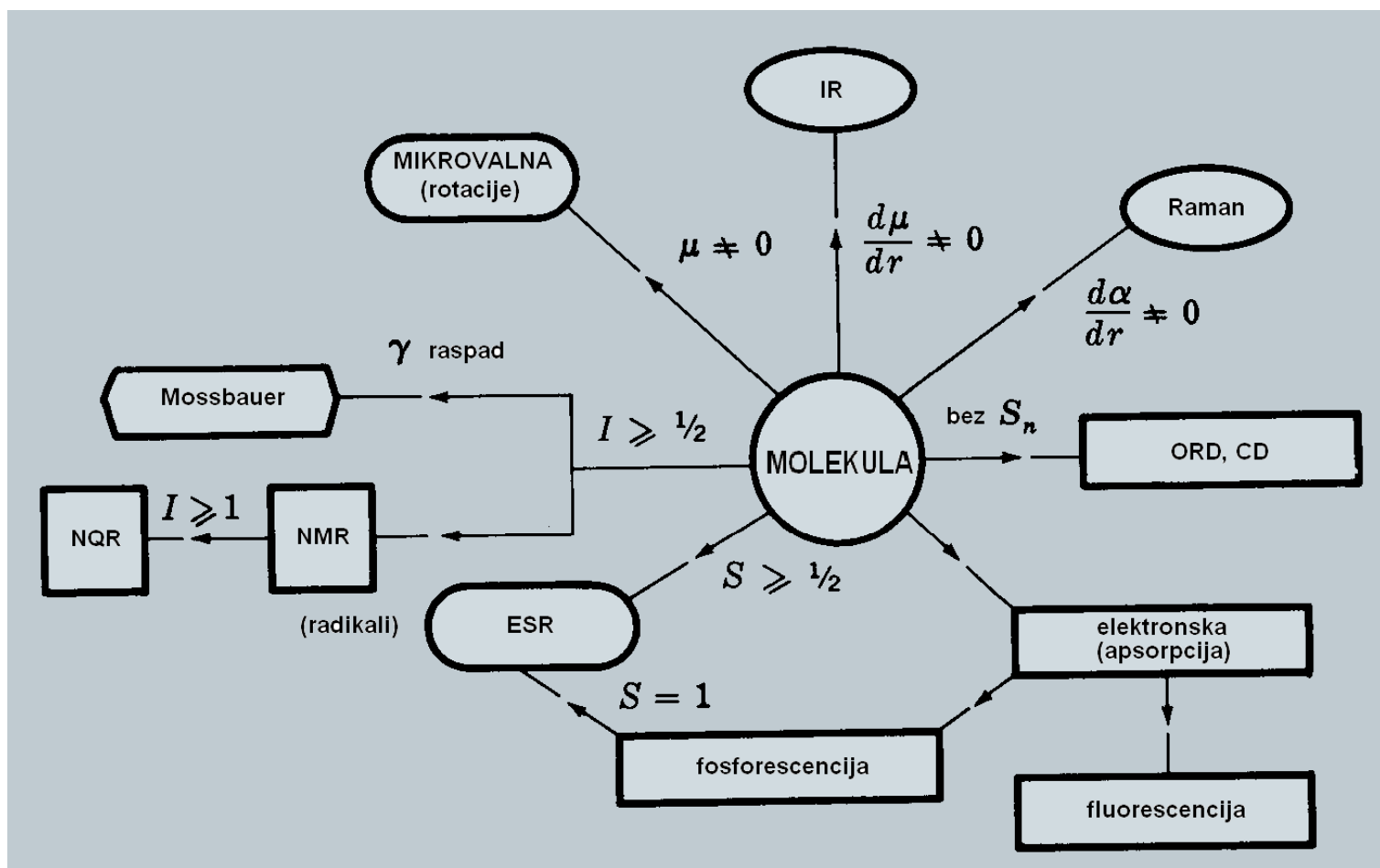
○ RASPRŠENJE

- elastično, difrakcija (X-zrake)
- neelastično (Ramanovo)

○ REFLEKSIJA

○ REFRAKTOMETRIJA

○ POLARIZACIJA



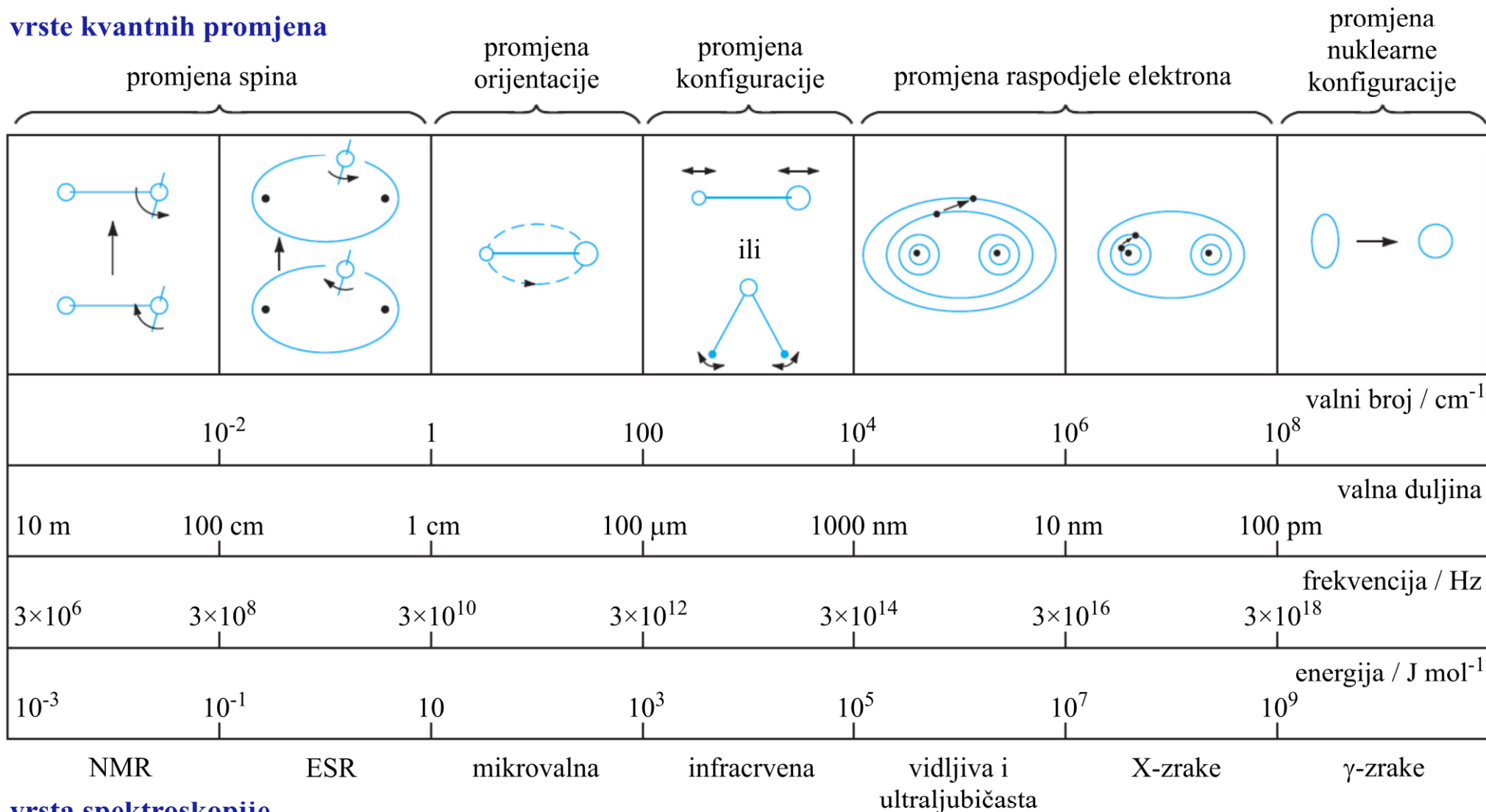
Oznake :

NMR – nuklearna magnetna rezonancija
 NQR – nuklearna kvadrupolna rezonancija
 ESR – elektronska spinska rezonancija
 ORD – optička rotorska disperzija
 CD – cirkularni dikroizam

μ – električni dipolni moment
 α – polarizabilnost
 I – kvantni broj spina
 S – elektronski kvantni broj

PODRUČJA ELEKTROMAGNETSKOG SPEKTRA

vrste kvantnih promjena



vrsta spektroskopije

STUPNJEVI TIPIČNE KVANTITATIVNE ANALIZE

a) izbor analitičke metode

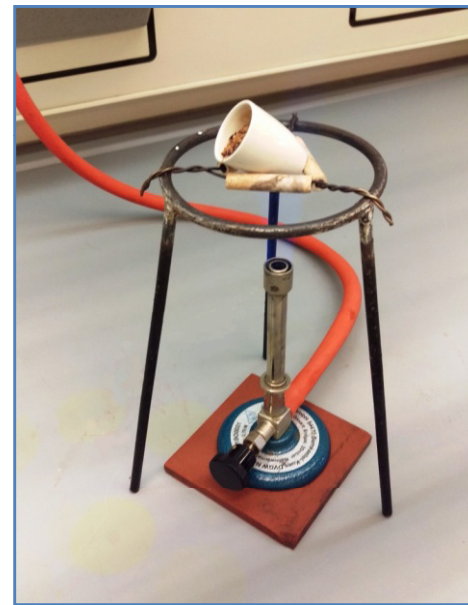
- stupanj točnosti analize
- broj uzoraka
- baždarenje instrumenta i priprava standardnih otopina
- kompromis između točnosti i trajanja analize
- prisutnost drugih sastojaka
- fizička i kemijska svojstva uzorka

b) prikupljanje uzorka (uzorkovanje)

- reprezentativan uzorak – točno odražava sastav cjelokupnog materijala iz kojeg je uzet

c) priprema laboratorijskog uzorka

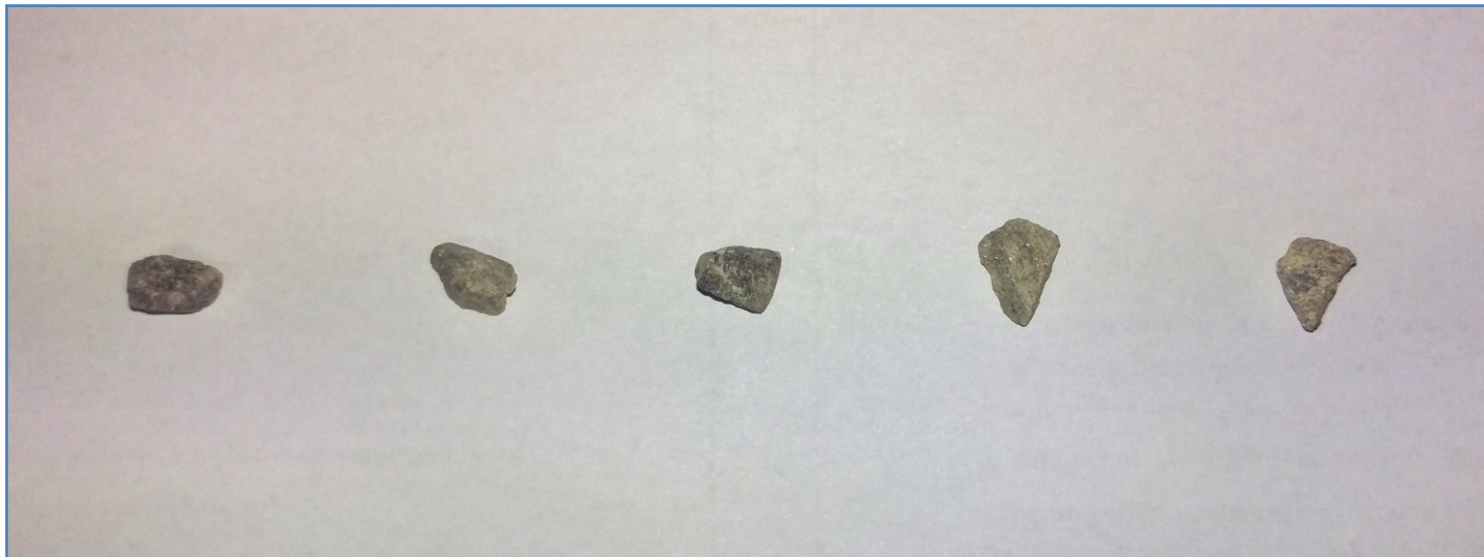
- smanjenje veličine čestica – usitnjavanje čvrstog uzorka
- miješanje – postizanje homogenosti
- sušenje uzorka prije analize, određivanje sadržaja vlage



- **esej** - postupak određivanja analita u uzorku materijala koji se naziva po analitu
- npr. određivanje sadržaja bakra u bakrovoj rudi naziva se esej

d) definiranje istovjetnih uzoraka

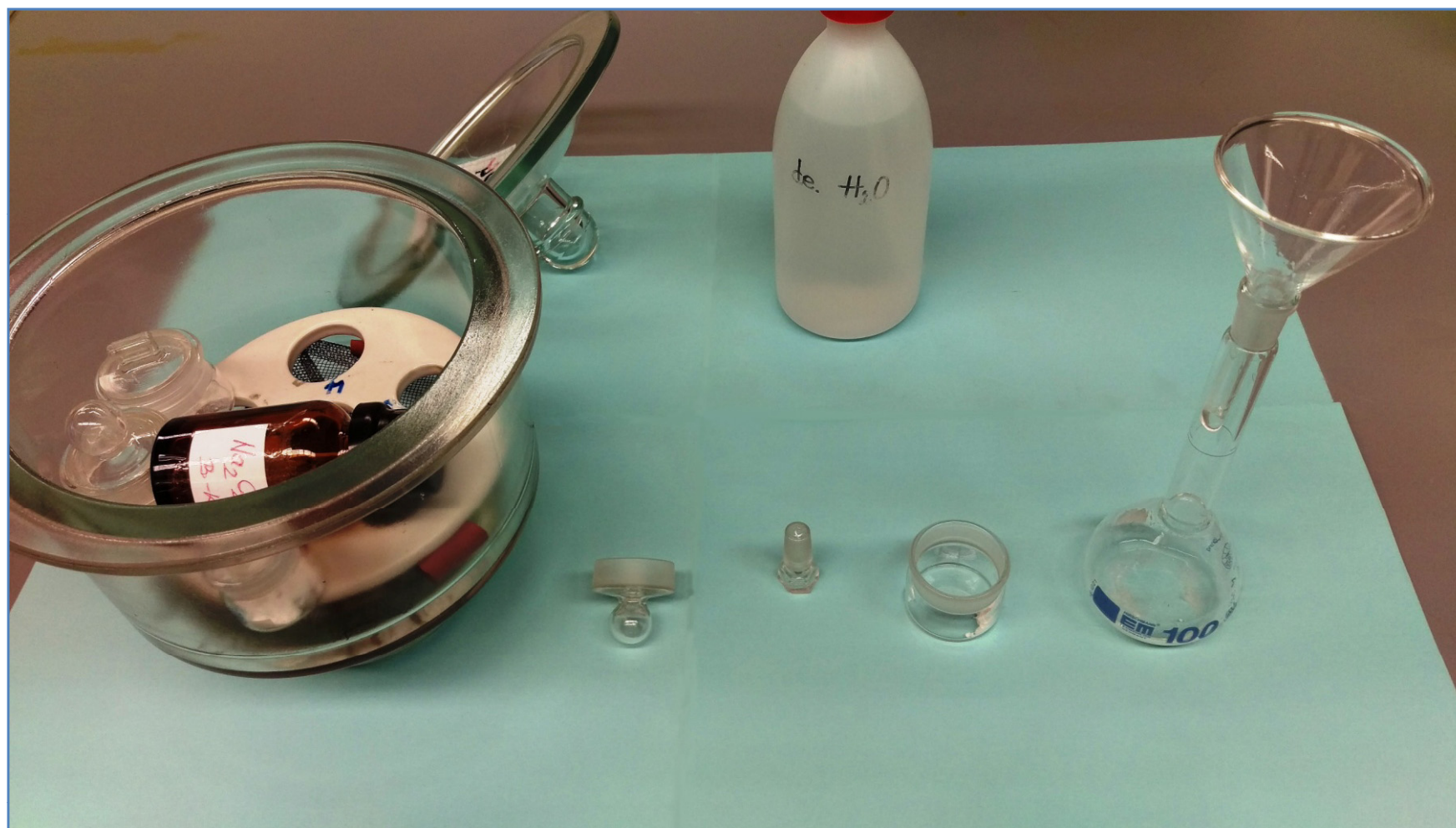
- istovjetni uzorci su dijelovi materijala približno jednake veličine koji se analiziraju istodobno i na isti način
- većina kemijskih analiza izvodi se na istovjetnim uzorcima
- istovjetne analize izvode se u svrhu:
 - **poboljšanja kvalitete rezultata**
 - **određivanja mjere njihove pouzdanosti**



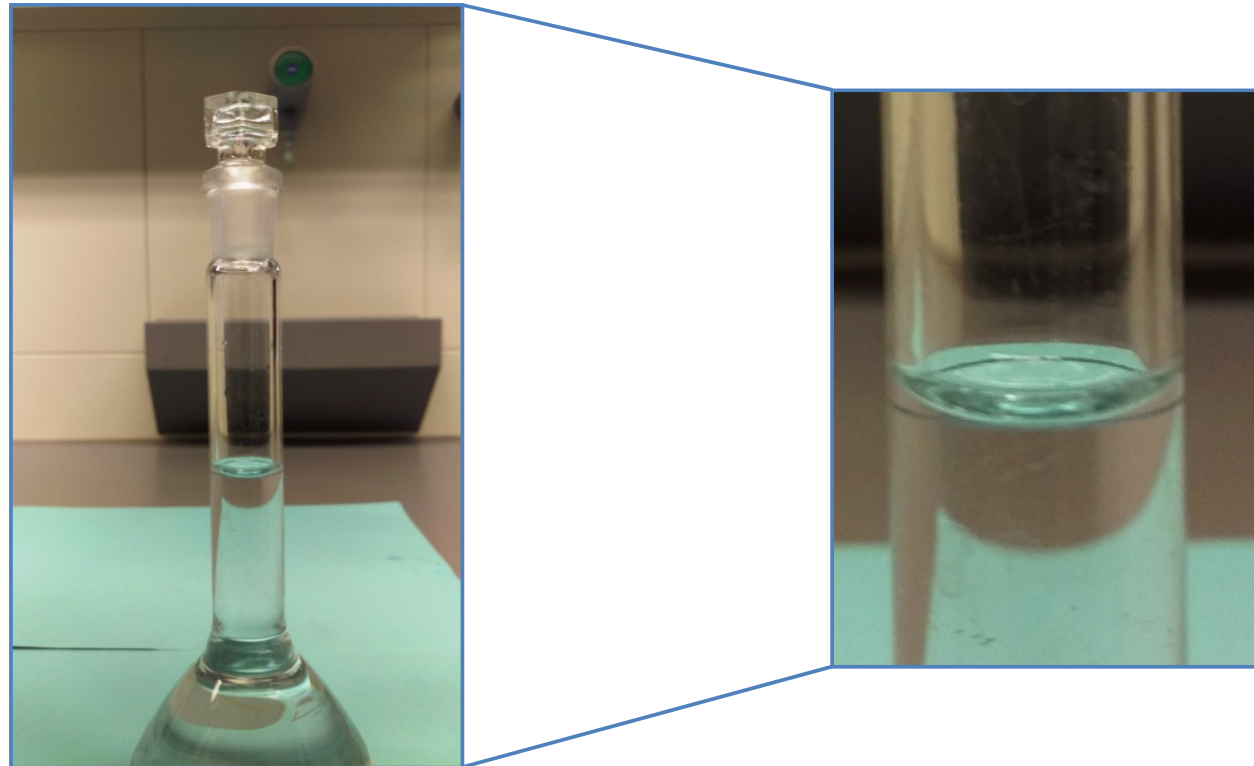
Istovjetni uzorci

e) otapanje uzorka

- analize se uglavnom izvode na otopinama uzorka
- otapalo treba brzo i potpuno otopiti cijeli uzorak



- da bi se spriječio gubitak analita, otapanje je potrebno provesti u umjerenim uvjetima
- uzorak treba otopiti u točno određenom volumenu otapala



- **materijale netopljive u uobičajenim otapalima treba prevesti u topljivi oblik**

f) uklanjanje interferencija

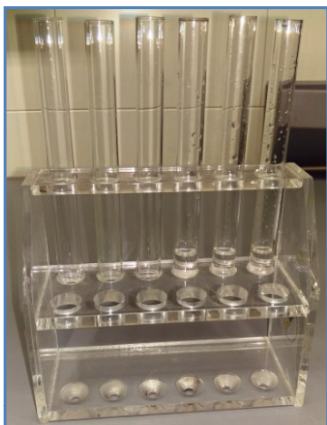
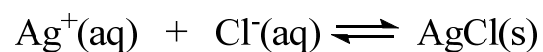
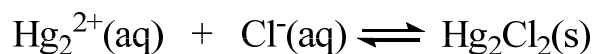
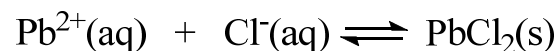
- reakcije ili mjerena svojstva analita uglavnom su tipična za skupine elemenata ili spojeva

ANALITIČKI POSTUPCI I REAKCIJE



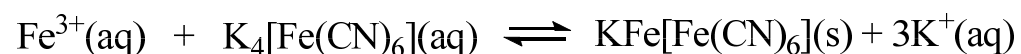
SELEKTIVNI

- vrijede za nekoliko analita:



SPECIFIČNI

- vrijede za samo jedan analit:



- **interferencije** su tvari koje, osim analita, utječu na rezultat završnog mjerenja
- prije završnog mjerenja, analit se mora odijeliti od interferencija
- neke od metoda uklanjanja interferencija:
 - taloženje
 - maskiranje
 - filtriranje
 - kromatografija
 - ekstrakcija
 - digeriranje
 - ionska izmjena
 - destilacija

g) baždarenje (umjeravanje) i završno mjerenje

- rezultati analize zasnivaju se na završnom mjerenju nekog fizikalnog svojstva analita F
- svojstvo F mora se na poznat i ponovljiv način mijenjati s koncentracijom analita c_A
- u idealnom slučaju mjereno fizikalno svojstvo direktno je proporcionalno koncentraciji analita:

$$c_A = k \cdot F$$

- sve analitičke metode, osim gravimetrijskih i kulometrijskih zahtijevaju određivanje konstante k
- konstanta k određuje se empirijski pomoću kemijskih standarda poznate koncentracije – **baždarenje (umjeravanje)**

h) izračunavanje rezultata

- izračunavanje koncentracije analita temelji se na:
 - eksperimentalnim podacima skupljenima pri završnom mjerenju
 - stehiometriji kemijske reakcije na kojoj se analiza zasniva
 - instrumentnim čimbenicima

i) vrednovanje rezultata i procjena pouzdanosti

- određivanje točnosti i preciznosti mjerenja
- korištenje statističkih metoda

ANALIZA REALNIH (SLOŽENIH) UZORAKA

- definiranje uzorka
 - područje koncentracije sastojaka
 - stupanj točnosti analize
 - prisutnost drugih sastojaka
 - fizička i kemijska svojstva realnog uzorka
 - broj uzoraka
- odabir metode
- provjera metode
 - analiza standarda
 - dodatak unutrašnjeg standarda
 - primjena drugih metoda
- procjena točnosti analize

- priprava uzoraka za analizu:

- prikupljanje uzorka (uzorkovanje)



- priprava laboratorijskog uzorka



- uklanjanje interferencija

- analiza odabranog sastojka prethodno odabranom metodom

- prosudba dobivenog rezultata

UZORKOVANJE

- **ključan korak** za uspješnu analizu realnih uzoraka

identifikacija statističke populacije



prikupljanje grubog uzorka



smanjenje grubog na laboratorijski uzorak

- različite vrste uzoraka – različita pravila
- pravila su rezultat prirode uzoraka i zahtjeva analize
- pravila su propisana **strukom i zakonom**

Primjer: uzorkovanje tla

- preduvjet dobre analize je **dobro uzet uzorak tla**
- uzorak mora **kvalitetno predstavljati površinu** s koje je uzet
- **prosječni uzorak tla:**
 - smjesa od 15–20 pojedinačnih uzoraka tla koja predstavlja analiziranu površinu u pogledu kemijskih, fizikalnih i bioloških svojstava
- veličina analitičke jedinice ovisi o:
 - kulturi
 - heterogenosti površine
 - cilju istraživanja
- **homogeniziranje** uzorka (miješanje i usitnjavanje tla)

- **pristup uzorkovanju**

- pripremiti **kopije planova površina** s ispravnim nazivima i oznakama
- pripremiti **potreban alat i pribor** za rad na terenu (sonde, vrpce, vrećice, metar, lopatu, nož, dnevnik za vođenje evidencije uzoraka...)



- provesti **raspoznavanje terena** i uz pomoć kvalitativnih metoda odrediti raspored i veličinu analitičkih jedinica
- **ucrtati** raspored prosječnih uzoraka na kopiju planova
- **masa pojedinačnog uzorka**
 - definirana vrstom i veličinom istraživanja
- **doba uzorkovanja**
 - određeno vrstom analiza
- **označavanje uzoraka**
 - grafitnom olovkom na papiru



- uvođenje uzoraka u matičnu knjigu

Primjer: uzorkovanje morske vode i sedimenta

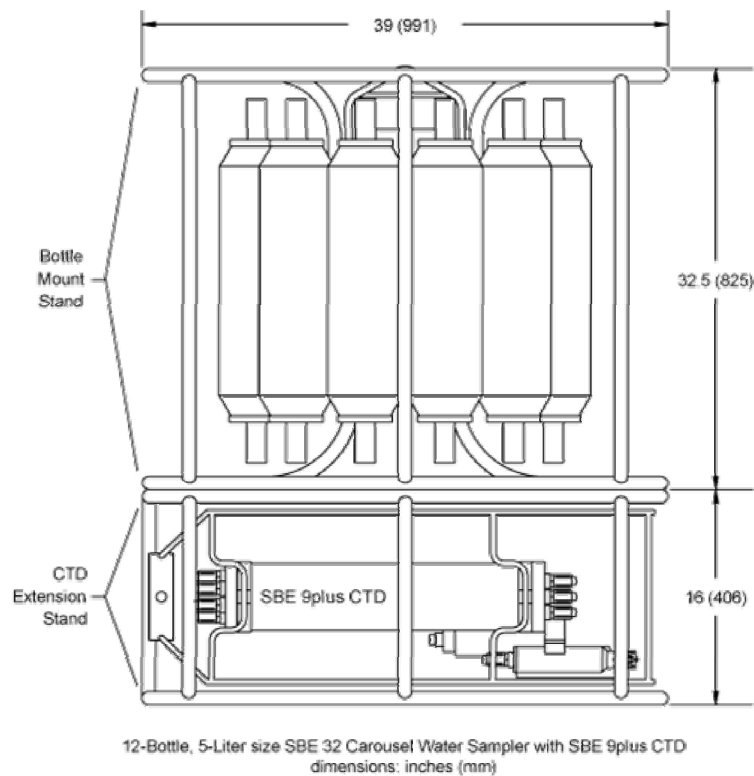
- boca za uzorkovanje (crpac) se spušta do željene dubine
- postavi se više njih u nizu za različite dubine



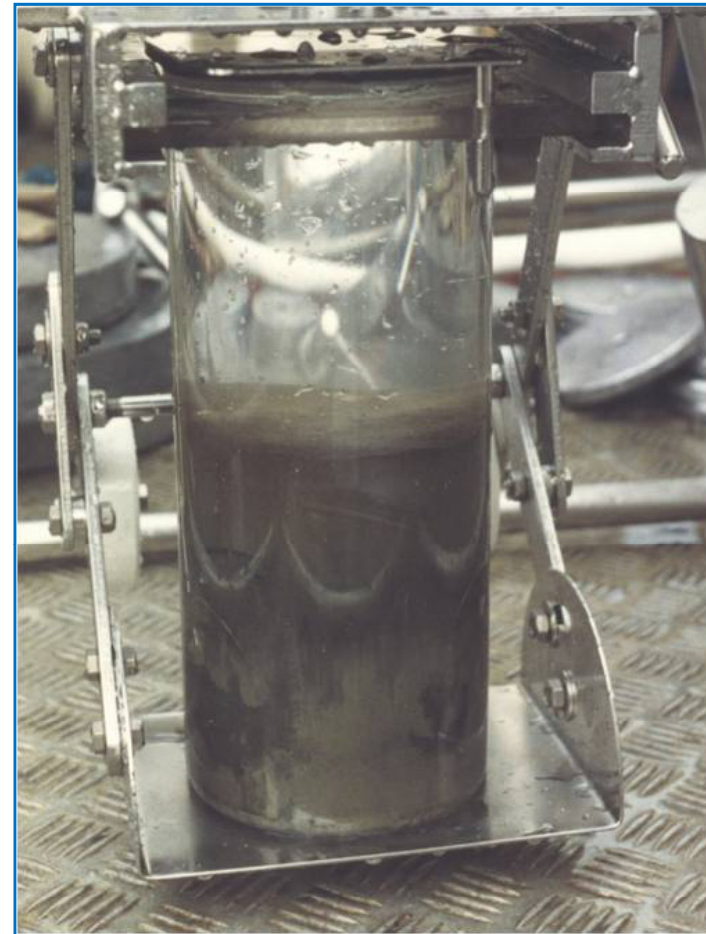
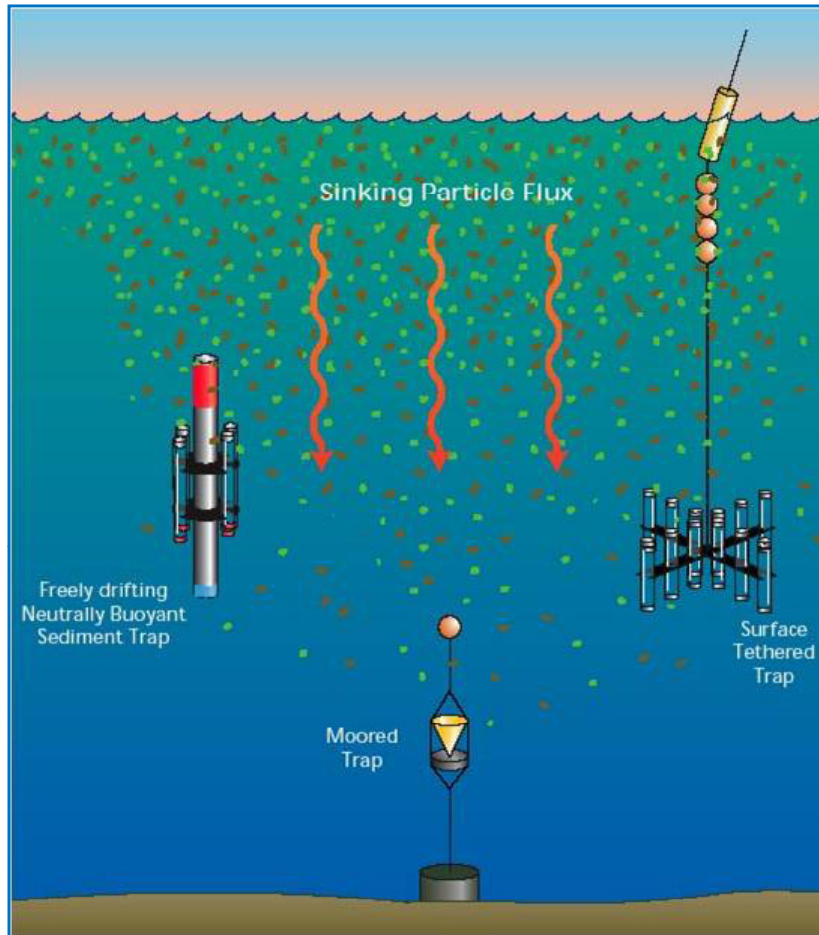
- pusti se da se stabilizira temperatura na termometrima (5 min)
- pošalje se uteg koji zatvori crpac



karusel



- boce se spuštaju na željenu dubinu i pojedinačno zatvaraju
- na dnu karusela je sonda za mjerenje temperature, saliniteta, količine kisika, klorofila i sl.



- stupica za sediment – hvata čestice iz vodenog stupca
- može se vremenski programirati za izmjenu bočica – više uzoraka na vremenskoj ljestvici