

**STUDIJ  
PRIMIJENJENA KEMIJA**

**ANALITIČKA KEMIJA I**

# NASTAVNIK:

**Izv. prof. dr. sc. Šime Ukić,**

Zavod za analitičku kemiju

Marulićev trg 20 (prizemlje desno)

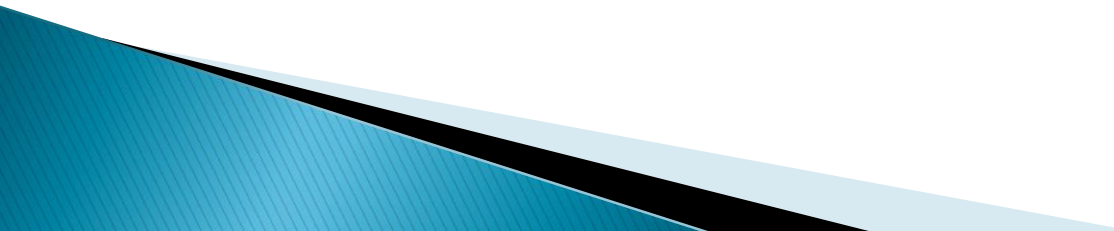
e-mail: [sukic@fkit.hr](mailto:sukic@fkit.hr)

# IZVOĐENJE NASTAVE

- Predavanja: 30 sati
- Seminari: 15 sati
- Laboratorijske vježbe: 30 sati  
(3 sata u 7 termina + kolokviji iz vježbi)

# PRAVILA ZA POLAGANJE ISPITA:

## Uvjeti za izlazak na ispit:

1. Redovito pohađanje predavanja i seminara
  2. Uspješno položen prvi kolokvij iz laboratorijskih vježbi
  3. Uspješno položen drugi kolokvij iz laboratorijskih vježbi
  4. Uspješno završene laboratorijske vježbe
- 

# PRAVILA ZA POLAGANJE ISPITA:

- ▶ Koliki je ukupan broj bodova?

100 bodova

- ▶ Koliko je bodova potrebno za prolaznu ocjenu?

60 bodova

- ▶ Kako se mogu ostvariti bodovi?

Prisustvovanje predavanjima  
Laboratorijske vježbe  
Kolokviji  
Testovi

# PRAVILA ZA POLAGANJE ISPITA:

Kriterij bodovanja:

	MAKSIMALNO	MINIMALNO
Predavanja	5	4
Test 1	25	-
Test 2	25	-
Laboratorijske vježbe	15	6
Kolokviji iz laboratorijskih vježbi:		
1. kolokvij ( <i>kationi</i> )	15	6
2. kolokvij ( <i>anioni</i> )	15	6
Ukupno	100	50

# OCJENJIVANJE:

---

Broj bodova	Ocjena
50-59	oslobođen pismenog dijela ispita
60-69	dovoljan (2)
70-79	dobar (3)
80-89	vrlo dobar (4)
90-100	izvrstan (5)

---

## OCJENJIVANJE:

**Uvjet za izlazak na ispit je pohadanje predavanja i uspješno završene laboratorijske vježbe.**



# OCJENJIVANJE:

## Laboratorijske vježbe:

1. Dolazak na laboratorijske vježbe je obavezan!
2. Na laboratorijske vježbe treba doći pripremljen!
3. Mora se poštivati laboratorijski red!
4. Referati iz laboratorijskih vježbi piše se isključivo u bilježnicu **A4 formata**, predviđenu **samo** za vježbe: *Laboratorijski dnevnik*.
5. Laboratorijske vježbe su završene tek kada su **položena oba kolokvija** i **priznate sve vježbe**.

## OCJENJIVANJE:

**Zaslužena ocjena (bodovi) vrijedi  
samo za prvi ljetni ispitni rok!!!!**

**Na svim ostalim rokovima ispit se mora u  
cijelosti ponovno polagati!!!!**

**Prepisivanje i dogovaranje s kolegama za vrijeme  
pisanja testova ili ispita je najstrože zabranjeno!**

# LITERATURA

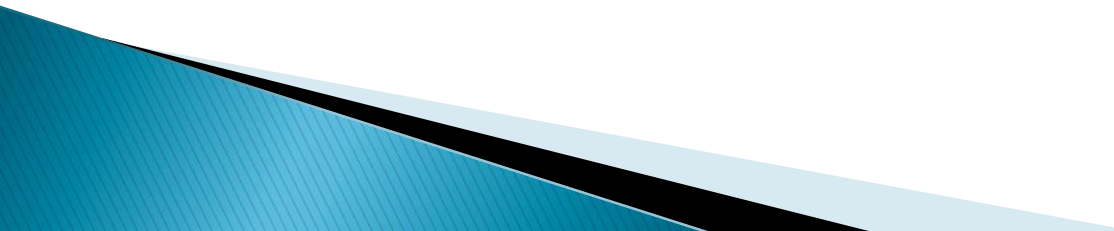
## 1. PREDAVANJA:

- ❖ Nj. Radić, L. Kukoč Modun, Uvod u analitičku kemiju, Školska knjiga, Zagreb, 2016.
- ❖ Š. Cerjan-Stefanović, Osnove analitičke kemije, Sveučilište u Zagrebu, 1983.
- ❖ D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, Osnove analitičke kemije, Školska knjiga Zagreb, 1999.

## 2. LABORATORIJSKE VJEŽBE:

- ❖ Z. Šoljić, Kvalitativna kemijska analiza anorganskih tvari, FKIT, Zagreb, 2003.  
(I. Eškinja, Z. Šoljić, Kvalitativna anorganska kemijska analiza, Tehnološki fakultet, Zagreb, 1992.)

# TEMATIKA PRVOG PREDAVANJA:

- ▶ KONVENCIJE ZA PISANJE JEDNADŽBI
  - ▶ DEFINICIJA ANALITIČKE KEMIJE
  - ▶ ZADATAK ANALITIČARA
  - ▶ SIGNAL: INFORMACIJA - DEFINICIJA ANALITA - GUBITAK INFORMACIJA
  - ▶ GRANICA ODREĐIVANJA
- 

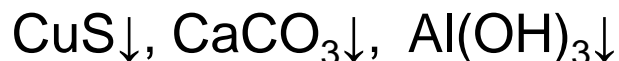
# KONVENCIJE ZA PISANJE KEMIJSKIH JEDNADŽBI:

Topivi jaki elektroliti pišu se kao ioni:

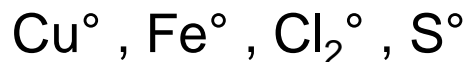


Kao molekule ili atomi pišu se:

a) teško topivi spojevi, talozi



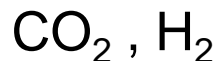
b) metali i nemetali



c) topivi slabi elektroliti



d) plinovi (g)



**l** = tekuće

**c** = kristalno

**s** = čvrsto

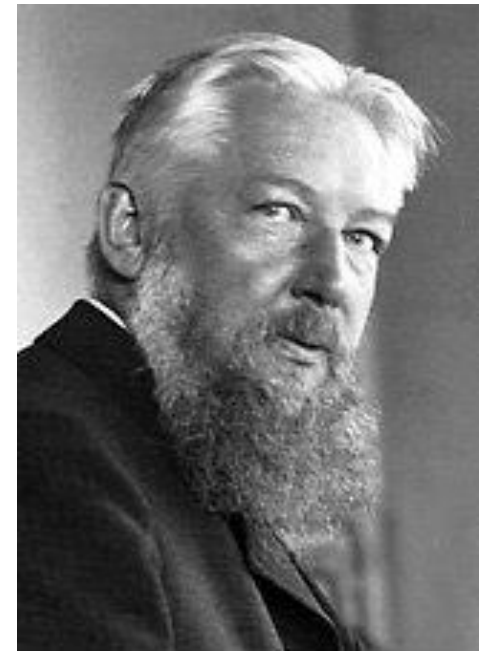
**aq** = vodena otopina

**g** = plinovito

# Što je ANALITIČKA KEMIJA ?

## Analitička kemija:

- ▶ znanstvene temelje postavio njemački kemičar Wilhem Ostwald
- ▶ znanost koja razvija metode i alate nužne za dobivanje informacije o kemijskom sastavu i o njegovim promjenama (primjerice s vremenom), o prostornom rasporedu i strukturi materijala.



**Wilhelm Ostwald  
(1853-1932)**

## Analitička kemija:

- ▶ multidisciplinarna znanost:  
kemija, fizika i odgovarajuća tehnička područja, matematika, posebice teorija vjerojatnosti i statistika.

## Praktična primjena analitičke kemije:

- zaštita okoliša i zdravlja
- klinička analiza (medicina)
- industrija
- ispitivanje materijala
- osiguranje kvalitete



Analitička kemija: znanost prikupljanja, određivanja i tumačenja informacija o materijalnom sustavu pomoću znanstvenih metoda.

Analiza: sustavno ispitivanje uzorka.

Uzorak: oblik materije s ukupnom informacijom.

Cilj: dobivanje kvalitativnih i kvantitativnih informacija o kemijskom sastavu i strukturi ispitivanog uzorka.

**Uzorak = Materija + Informacija**

# Uzorak = Analit + Matrica

Analit: supstanca koju treba odrediti

- atom
- ion
- radikal
- funkcionalna grupa
- molekula
- makromolekula

Matrica: uzorak bez analita

Informacije:  
- kvalitativna  
- kvantitativna

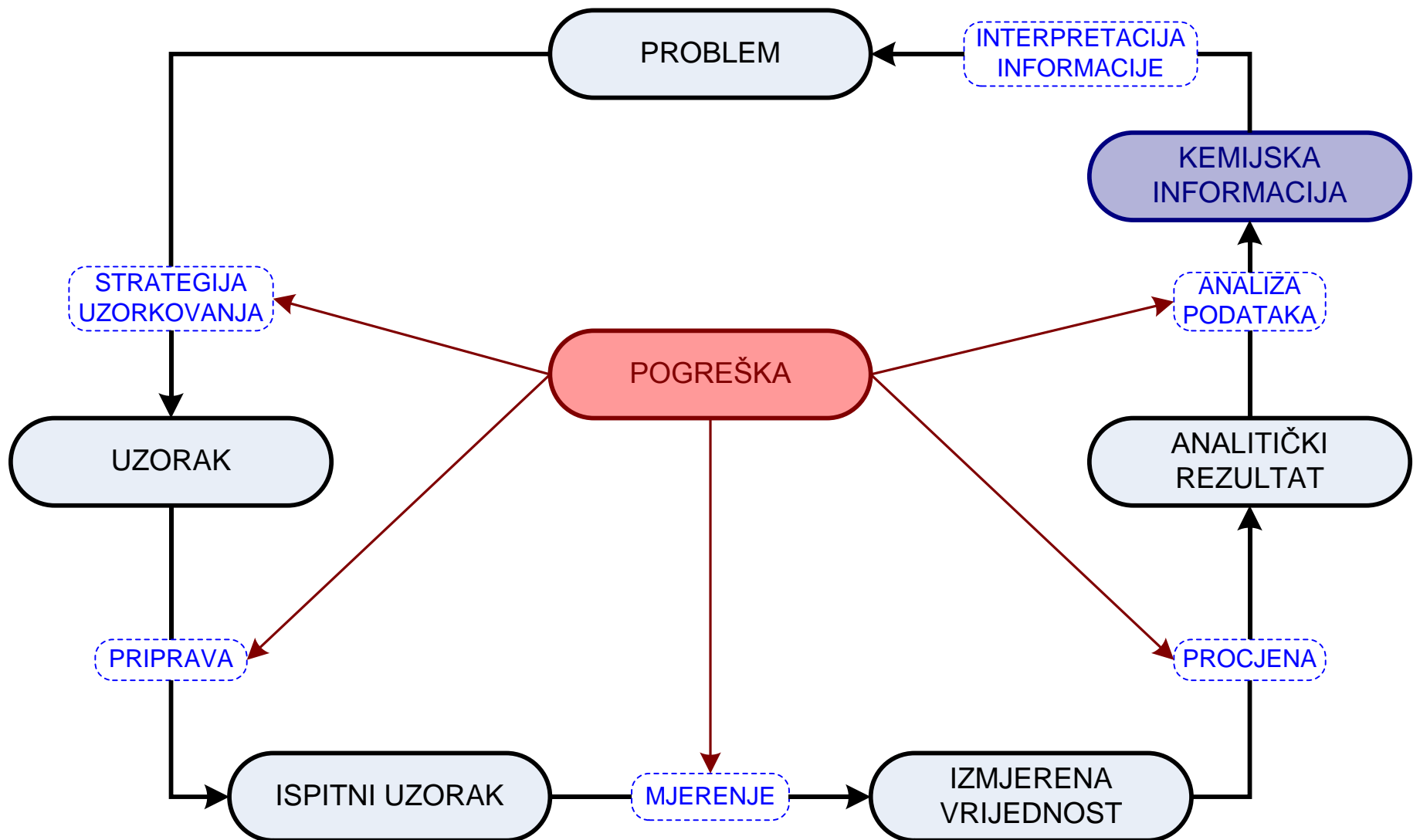
## Kvalitativna kemijska analiza:

- ▶ utvrđuje se kemijski sastav tvari u uzorku - "dokazivanje"

## Kvantitativna kemijska analiza:

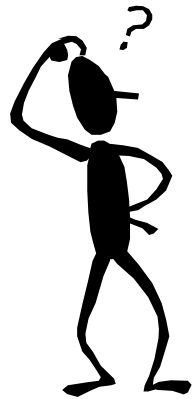
- ▶ utvrđuje se količina pojedine tvari u uzorku - "određivanje"
  - stehiometrijske metode (gravimetrija, volumetrija)
  - nestehiometrijske metode (instrumentalne metode)

# ZADATAK ANALITIČARA



# GUBITAK INFORMACIJE O ANALITU:

Faktori koji smanjuju osjetljivost i specifičnost:



- ▶ kemijske nečistoće
  - ▶ gubici analita tijekom analize
  - ▶ eksperimentalne poteškoće
  - ▶ sekundarne reakcije
- nužno provoditi slijepu probu
- maskiranje smetajućih tvari

# SIGNAL – INFORMACIJA – DEFINICIJA ANALITA:

Neka je neki uzorak vodena otopina.

Nalazi li se u uzorku otopljena jednovalentna živa, olovo i srebro?

# SIGNAL – INFORMACIJA – DEFINICIJA ANALITA:

Što je u zadanom uzorku analit?

$\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$

# SIGNAL – INFORMACIJA – DEFINICIJA ANALITA:

Što je u zadanom uzorku matrica?

H<sub>2</sub>O, ioni ...



# SIGNAL – INFORMACIJA – DEFINICIJA ANALITA:

## Određivanje žive(I) [ $\text{Hg}_2^{2+}$ ]

$$K_{\text{pt}}(\text{AgCl})=1,78 \cdot 10^{-10}$$

$$K_{\text{pt}}(\text{Hg}_2\text{Cl}_2)=1,30 \cdot 10^{-18}$$

$$K_{\text{pt}}(\text{PbCl}_2)=1,60 \cdot 10^{-6}$$

$\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$

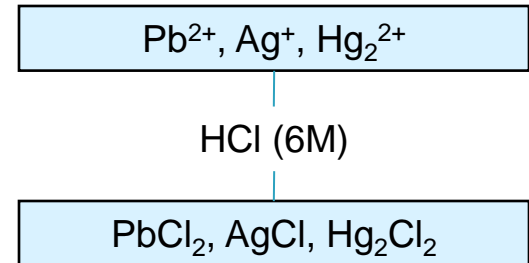
# SIGNAL – INFORMACIJA – DEFINICIJA ANALITA:

## Određivanje žive(I) [ $\text{Hg}_2^{2+}$ ]

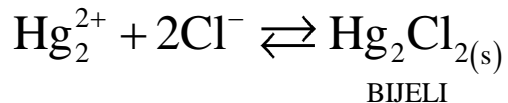
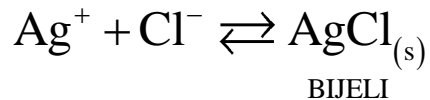
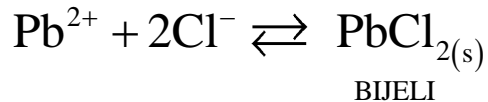
$$K_{\text{pt}}(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$$

$$K_{\text{pt}}(\text{Hg}_2\text{Cl}_2) = 1,30 \cdot 10^{-18}$$

$$K_{\text{pt}}(\text{PbCl}_2) = 1,60 \cdot 10^{-6}$$



## I stupanj: SEPARACIJA – ODJELJIVANJE



# SIGNAL – INFORMACIJA – DEFINICIJA ANALITA:

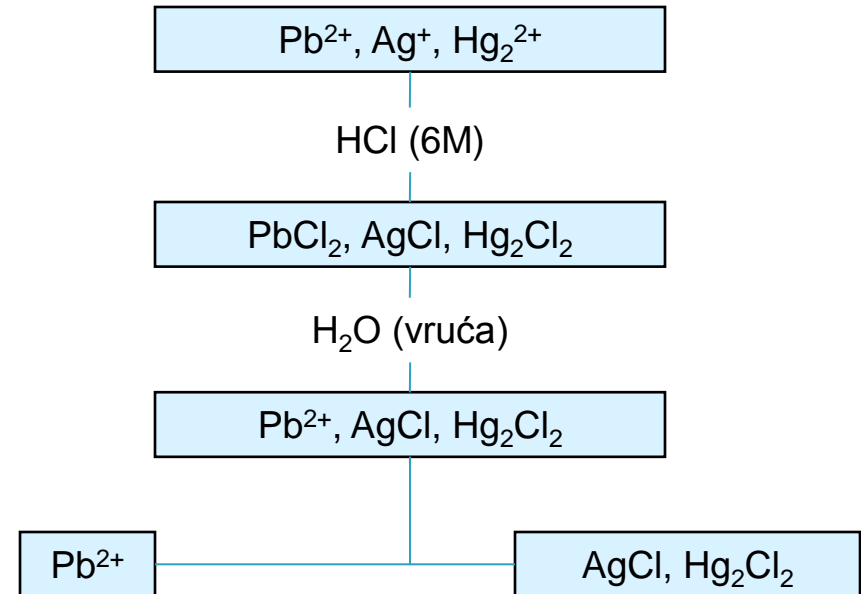
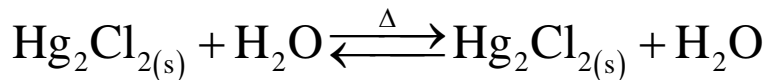
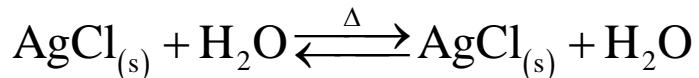
## Određivanje žive(I) [ $\text{Hg}_2^{2+}$ ]

$$K_{\text{pt}}(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$$

$$K_{\text{pt}}(\text{Hg}_2\text{Cl}_2) = 1,30 \cdot 10^{-18}$$

$$K_{\text{pt}}(\text{PbCl}_2) = 1,60 \cdot 10^{-6}$$

## II stupanj: SEPARACIJA – ODJELJIVANJE



# SIGNAL – INFORMACIJA – DEFINICIJA ANALITA:

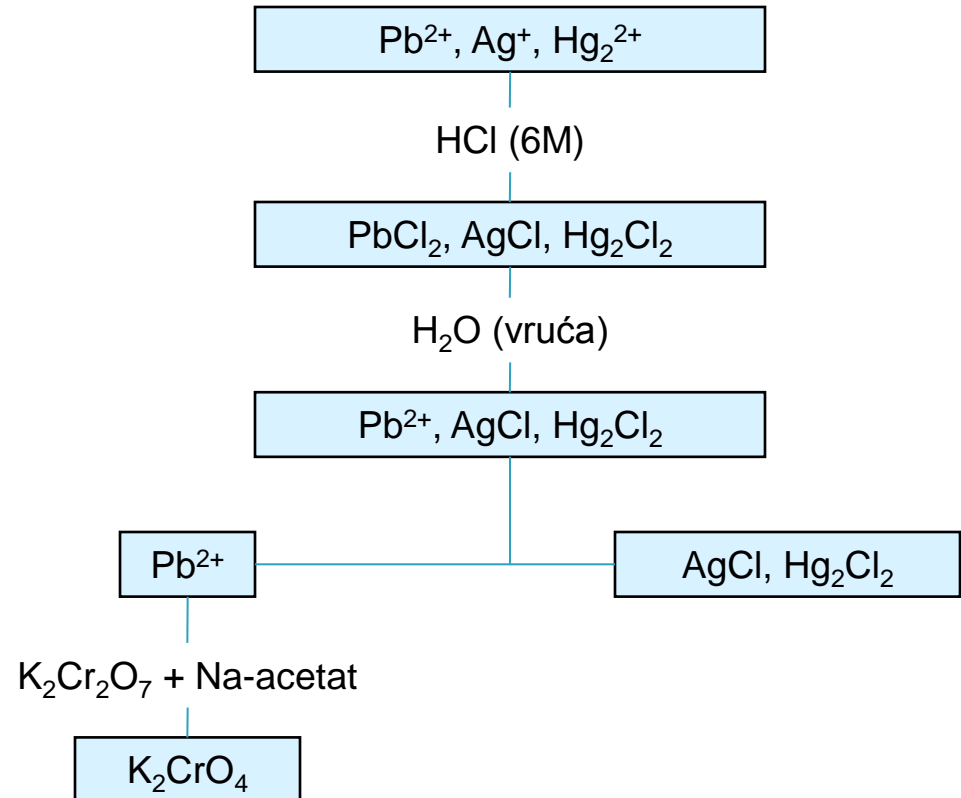
## Određivanje žive(I) [ $\text{Hg}_2^{2+}$ ]

$$K_{\text{pt}}(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$$

$$K_{\text{pt}}(\text{Hg}_2\text{Cl}_2) = 1,30 \cdot 10^{-18}$$

$$K_{\text{pt}}(\text{PbCl}_2) = 1,60 \cdot 10^{-6}$$

III stupanj: IDENTIFIKACIJA – DOKAZ



# SIGNAL – INFORMACIJA – DEFINICIJA ANALITA:

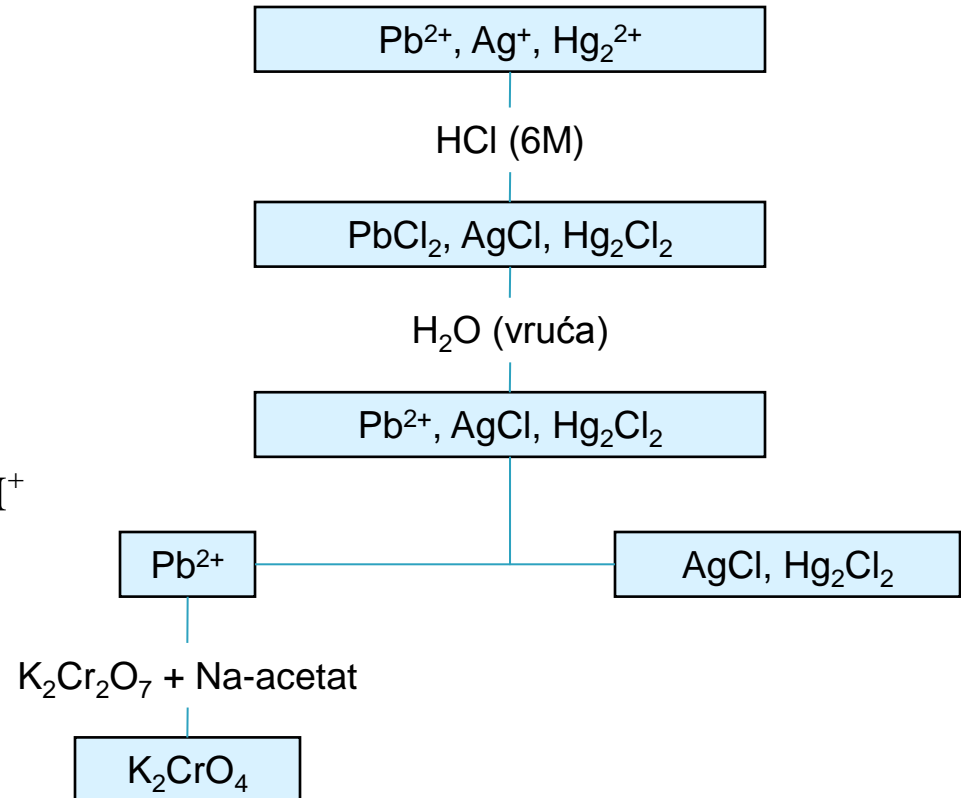
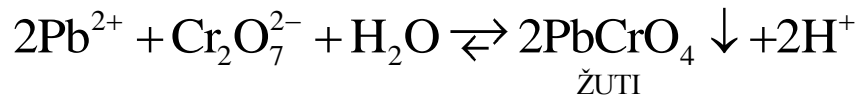
## Određivanje žive(I) [Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup>]

$$K_{pt}(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$$

$$K_{pt}(\text{Hg}_2\text{Cl}_2) = 1,30 \cdot 10^{-18}$$

$$K_{pt}(\text{PbCl}_2) = 1,60 \cdot 10^{-6}$$

### III stupanj: IDENTIFIKACIJA – DOKAZ



# SIGNAL – INFORMACIJA – DEFINICIJA ANALITA:

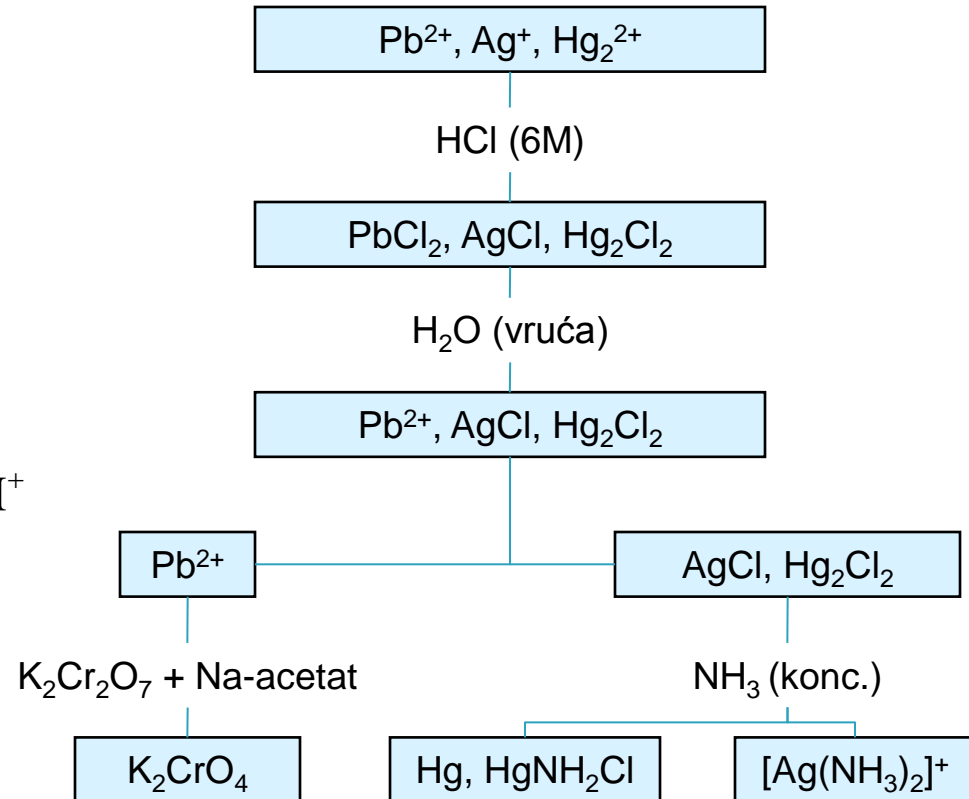
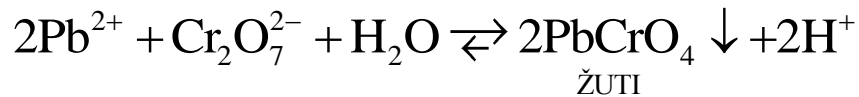
## Određivanje žive(I) [Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup>]

$$K_{pt}(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$$

$$K_{pt}(\text{Hg}_2\text{Cl}_2) = 1,30 \cdot 10^{-18}$$

$$K_{pt}(\text{PbCl}_2) = 1,60 \cdot 10^{-6}$$

### III stupanj: IDENTIFIKACIJA – DOKAZ



# SIGNAL – INFORMACIJA – DEFINICIJA ANALITA:

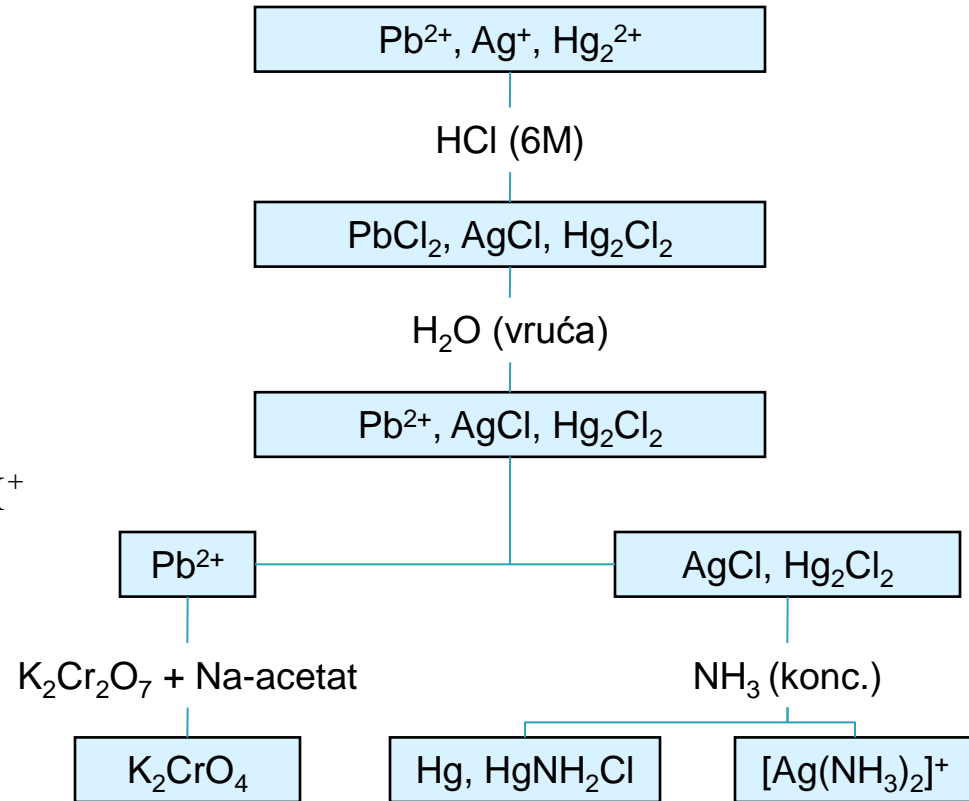
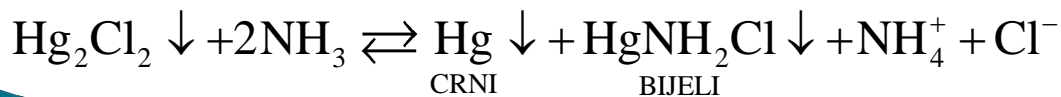
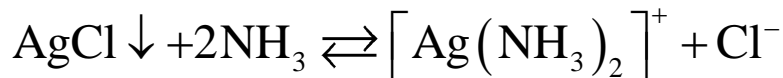
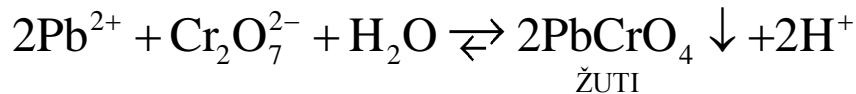
## Određivanje žive(I) [Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup>]

$$K_{pt}(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$$

$$K_{pt}(\text{Hg}_2\text{Cl}_2) = 1,30 \cdot 10^{-18}$$

$$K_{pt}(\text{PbCl}_2) = 1,60 \cdot 10^{-6}$$

### III stupanj: IDENTIFIKACIJA – DOKAZ



# SIGNAL – INFORMACIJA – DEFINICIJA ANALITA:

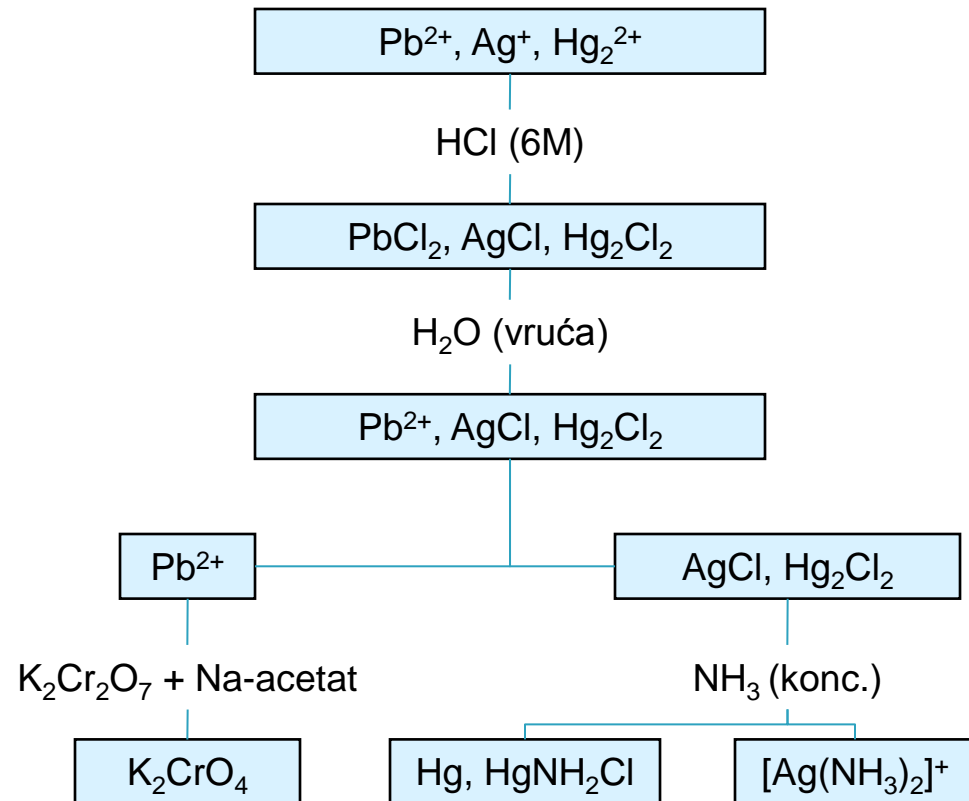
## Određivanje žive(I) [ $\text{Hg}_2^{2+}$ ]

$$K_{\text{pt}}(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$$

$$K_{\text{pt}}(\text{Hg}_2\text{Cl}_2) = 1,30 \cdot 10^{-18}$$

$$K_{\text{pt}}(\text{PbCl}_2) = 1,60 \cdot 10^{-6}$$

III stupanj: IDENTIFIKACIJA – DOKAZ





# SIGNAL – INFORMACIJA – DEFINICIJA ANALITA:

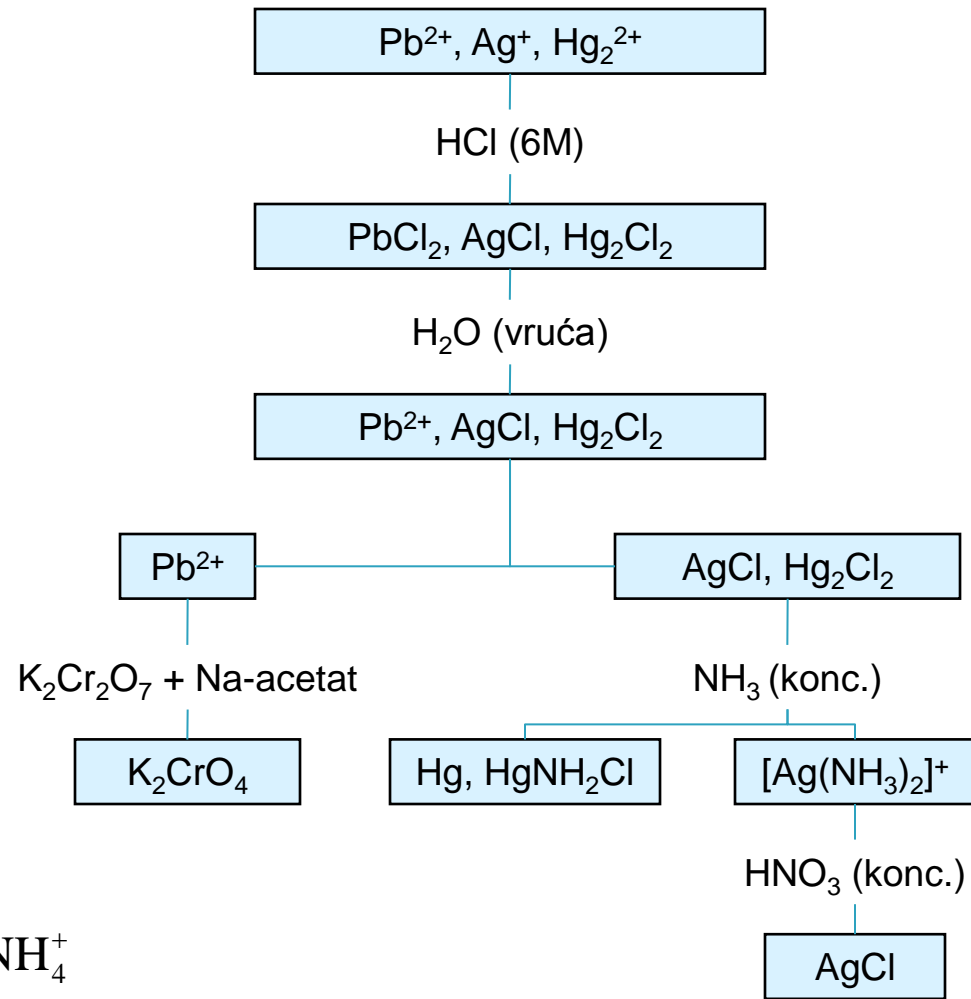
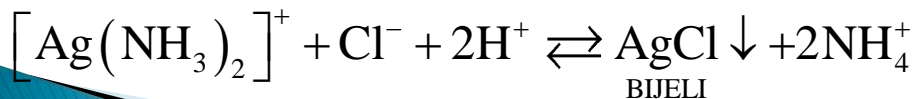
## Određivanje žive(I) [Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup>]

$$K_{pt}(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$$

$$K_{pt}(\text{Hg}_2\text{Cl}_2) = 1,30 \cdot 10^{-18}$$

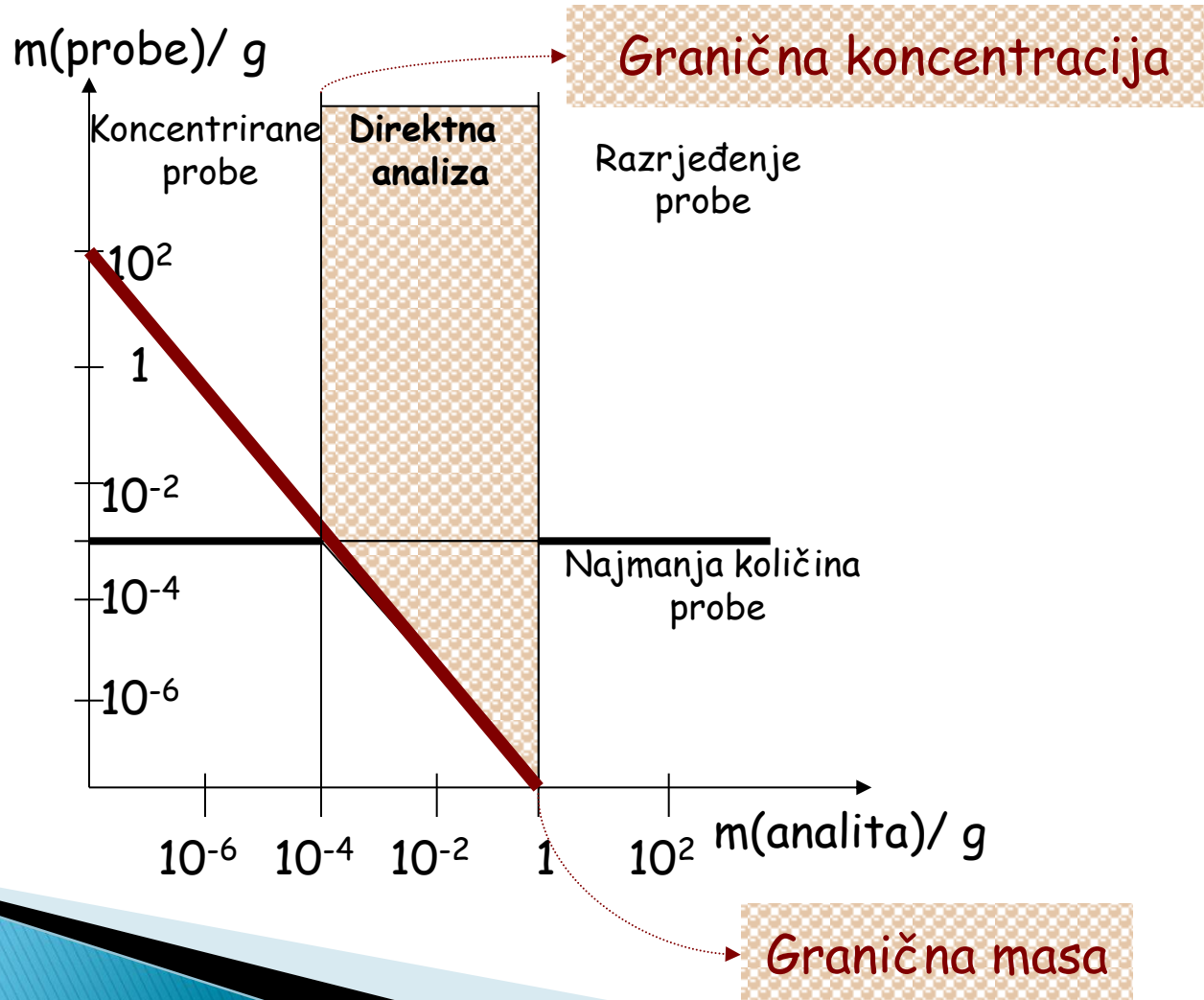
$$K_{pt}(\text{PbCl}_2) = 1,60 \cdot 10^{-6}$$

### III stupanj: IDENTIFIKACIJA – DOKAZ



# Granice dokazivanja -

Granična vrijednost određivanja je najmanji udio analita koji izaziva specifični signal (osjetljivost)



## Klasifikacija postupaka identifikacije po Belcheru

Broj komponenata koje daju pozitivnu reakciju	Oznaka	Klasifikacija postupka
1	$\alpha$	Specifičan
2 - 3	$\beta$	Beta selektivan
4 - 6	$\gamma$	Gama selektivan
7 - 10	$\delta$	Delta selektivan
više od 10	-	Neselektivan

## Za izvođenje kvalitativne analize moguće je upotrijebiti različite tehnike rada:

Tehnike rada	Masa uzorka	Volumen otopine uzorka	Laboratorijsko posuđe	Odvajanje taloga
Makro-tehnika	0,5 – 10 g	20 – 50 mL	čaše	filtriranje
Semi-mikro-tehnika	10 – 100 mg	0,05 mL (1 kap) – 10 mL	kušalice i kivete	centrifugiranje
Mikro-tehnika	1 – 10 mg	0,05 – 0,1 mL	jažice ili satna stakalca	-
Ultra-mikro-tehnika	<1 mg	<0,1 mL	na samom uzorku	-

### Količinski odnos komponenata definira analit:

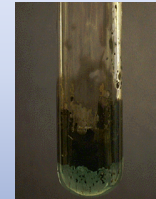
- GLAVNA komponenta (5-100%)
- SPOREDNA komponenta (0,01-5%)
- komponenta u TRAGOVIMA (<0,01%)

# Semi-mikro kvalitativna kemijska analiza anorganskog uzorka obuhvaća:

- ▶ Prva zapažanja i pripremu uzoraka za analizu



- ▶ Ispitivanje čvrstog uzorka



- ▶ Dokazivanje kationa



- ▶ Dokazivanje aniona

