

# Literatura

## Predavanja

I. Filipović, S. Lipanović, *Opća i anorganska kemija, I dio*, Školska knjiga, Zagreb, 1995.

## Seminar

B. Perić, *Kemijsko računanje*, HDKI/Kemija u industriji, Zagreb, 2006.

M. Sikirica, *Stehiometrija*, Školska knjiga, Zagreb, 1999.

## Vježbe

**SKRIPTA ZA ISPDF-OAK\_Vjezbe KTF 2014\_15.pdf**

Radna bilježnica za vježbe ISPDF.pdf

nastavni materijali na web-u

<https://www.ktf.unist.hr/index.php/knjiznica-3/repositorij-265>

<https://www.ktf.unist.hr/index.php/nastavni-materijali-zoak/nastavni-materijali>

Grubac\_Predavanja\_iz\_Opce\_kemije.pdf

BS-predavanja-Opca\_kemija-2012.pdf

Grubac\_Predavanja\_iz\_Anorganska\_kemije.pdf

BS-predavanje-Anorganska\_kemija-2012.pdf

# OPĆA KEMIJA I ANORGANSKA KEMIJA

8 erts

## Nastavnici:

- Izv. prof. dr. sc. Slobodan Brinić, predavanja i seminar
- Nives Vladislavić, dipl. ing., vježbe
- Dr. sc. Ivana Škugor Rončević, vježbe
- **Laborantica:** Anđelka Brković

## **sve važne obavijesti**

**Oglasna ploča Zavoda za opću i anorgansku kemiju  
IV kat, između soba 8 i 9**

Web stranice:

<https://www.ktf.unist.hr/index.php/ozk-3/zoak>

## Uvjeti za stjecanje potpisa

Predavanja: obavezno prisustvo 80 % (36 sati)

Seminar: obavezno prisustvo 80 % (24 sata)

**Vježbe: obavezno prisustvo 100 %**

**Ispitu mogu pristupiti samo oni studenti koji imaju potpis iz kolegija**

# polaganje ispita

## A) putem testova

- 3 testa u semestru; teorija i zadaci
- Ovisno o uspješnosti testa student će na ispitu biti oslobođen polaganja dijela gradiva koji je bio na pojedinom testu:
- 55% - oslobođen pismenog dijela ispita ispita
- Više od 60 % - oslobođen pismenog i usmenog - prijedlog ocjene dovoljan
- Više od 70 % - oslobođen pismenog i usmenog - prijedlog ocjene dobar
- Više od 80 % - oslobođen pismenog i usmenog - prijedlog ocjene vrlo dobar
- Više od 90 % - oslobođen pismenog i usmenog - prijedlog ocjene izvrstan
- **Da bi se položio ispit potrebno je položiti sva tri testa, ukoliko student nije zadovoljan s prijedlogom ocjene polaže usmeno cijelo gradivo, ali pri tome može dobiti i nižu ocjenu, pa čak i pasti ispit**
- Onaj dio gradiva kojeg je student položio preko testova vrijedi cijelu tekuću ak. godinu i neće ga odgovarati osim za višu ocjenu

# polaganje ispita

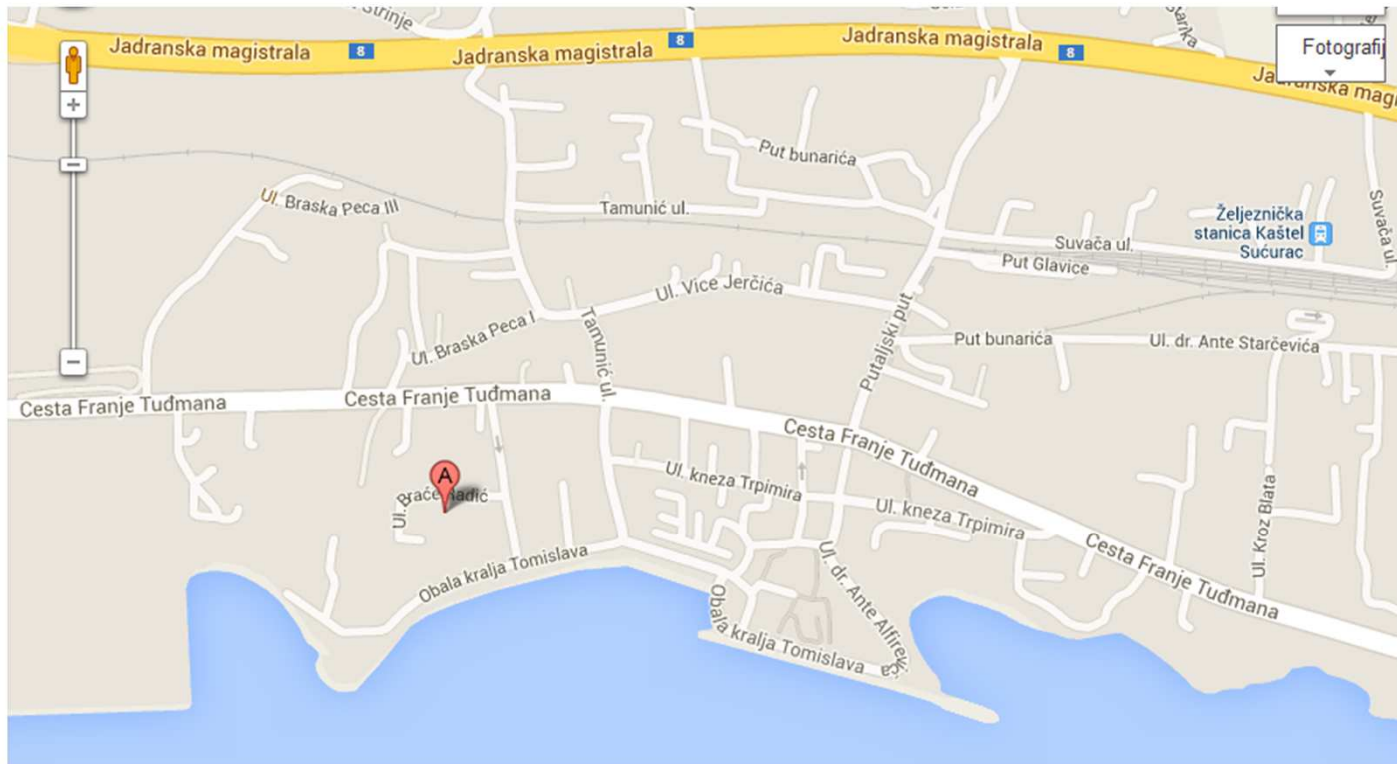
## **B) bez testova**

- Ispit se sastoji od pismenog i usmenog dijela ispita.
- Da bi student pristupio usmenom dijelu ispita prethodno mora položiti pismeni dio ispita
- Pismeni 2 sata
  - Više od 55% - dovoljan
  - Više od 70 % - dobar
  - Više od 80 % - vrlo dobar
  - Više od 90 % - izvrstan
- **Usmeni ispit**
- **Ukupna ocjena :  $\frac{1}{3}$  ocjene pismenog +  $\frac{2}{3}$  ocjena usmenog**

# vježbe

-prethodno položen kolokvij (Split)

- Obavijest o terminu prve vježbe će biti oglašeni na oglasnoj ploči Zavoda, te na web stranicama Zavoda
- Preuzimanje stolova za vježbe održati će se prije vježbi!!



Braće Radić 1, 21212 Kaštel Sućurac





# Popis predavanja

## Gradivo za I test

**Predavanje 1.** Uvod - Prirodne znanosti i kemija. Mjerne jedinice i mjerenje. Klasifikacija materije. Čiste tvari. Fizička i kemijska svojstva čistih tvari. Rastavljanje tvari na čiste tvari.

**Predavanje 2.** Vrste čistih tvari, atom i kemijski element. Kemijski simboli elemenata. Zakoni kemijskog spajanja po masi i volumenu. Atomska teorija od ranih ideja do Johna Daltona. Avogadrova hipoteza. Pojam relativne atomske i molekulske mase. Plinski zakoni i jednačina stanja idealnog plina

**Predavanje 3.** Otkriće strukture atoma. Otkriće rendgenskih zraka i radioaktivnosti. Thomsonov model atoma. Rutherfordov model atoma. Izotopi i struktura atomske jezgre

**Predavanje 4.** Atomske i molekulske mase. Metode određivanja relativnih atomskih (Dulong-Petitova metoda, difrakcija rendgenskih zraka, spektrograf masa) i molekulskih masa (iz gustoće plina, metodom Victora Mayera, Hoffmanova metoda). Periodni sustav elemenata i periodni zakon.

**Predavanje 6.** Elektronska struktura atoma - Bohrov model atoma, kvantni brojevi. Kvantna teorija i elektronska struktura atoma. Atomske orbitale.

**Predavanje 7.** Periodni sustav elemenata i periodni zakon. Podjela elemenata obzirom na elektronsku konfiguraciju (mjesto u periodnom sustavu). Veličina atoma i iona. Energija ionizacije. Elektronski afinitet.

## **Gradivo za II test**

**Predavanje 8.** Elektronska teorija valencije. Ionski i kovalentni spojevi. Ionska veza. Kovalentna veza. Karakteristike veze. Pisanje Lewisovih struktura i pravilo okteta. Formalni naboji. Izuzeci od pravila okteta. VSEPR model i geometrija molekule. Karakteristike veze

**Predavanje 9.** Kvantno mehanička teorija valencije. Teorija valentne veze. Teorija molekulskih orbitala.. Teorija valentne veze i teorija molekulskih orbitala.

**Predavanje 10.** Mezomerija. Djelomično ionski karakter kovalentne veze i obrnuto. Elektronegativnost i stupanj oksidacije. Alotropija i izomorfija. Međumolekularne sile. Dipolni moment, Van der Waalsove i Londonove sile, vodikova veza.

**Predavanje 11.** Priroda i struktura krutina. Tipovi kristalnih sustava i karakteristike kristala. Rendgenske zrake i struktura kristala (Braggova jednažba). Molekulski i kovalentni kristali Realni plinovi. Pojam temperature. Kinetička teorija plinova. Struktura i osobine tekućina.

**Predavanje 12.** Fizikalne osobine otopina. Izražavanje koncentracije. Vrste otopina. Utjecaj temperature na topljivost. Utjecaj tlaka na topljivost plinova. Koligativne osobine otopina neelektrolita i koligativne osobine otopina elektrolita.

**Predavanje 13.** Kemijske reakcije - vrste kemijskih reakcija, redoks reakcije, reakcije kompleksa (protolitičke reakcije i reakcije taloženja i otapanja), složene reakcije.

**Predavanje 14.** Kemijska kinetika, brzina reakcije, mehanizam reakcije, energija aktivacije. Kemijska ravnoteža - Pojam ravnoteže, kemijska ravnoteža i konstanta kemijske ravnoteže. Faktori koji utječu na kemijsku ravnotežu. Ravnoteže u homogenim i heterogenim sustavima.

**Predavanje 15.** Ravnoteže u otopinama elektrolita - ravnoteže u otopinama kiselina i baza, ravnoteže u otopinama kompleksa, ravnoteže između otopine i neotopljenog kristala, redoks ravnoteže.

### **Gradivo za III test**

**Predavanje 16.** Vodik, plemeniti plinovi

**Predavanje 17.** Halogeni elementi

**Predavanje 18.** Skupina kisika

**Predavanje 19.** Skupina dušika

**Predavanje 20.** Skupina ugljika, skupina bora

**Predavanje 21.** Alkalijski i zemnoalkalijski metali, prijelazni metali

**Predavanje 22.** Kompleksni spojevi, vrste liganada, teorija kristalnog polja, teorija ligandnog polja

# Popis seminara

## Gradivo za I test

Seminar 1. Stehiometrija: Kvalitativni i kvantitativni odnosi kod kemijskih reakcija. Molna metoda. Kvantitativni odnosi

Seminar 2. Stehiometrija: Iskorištenje kod kemijskih reakcija i procesa: mjerodavni reaktant, reaktant u suvišku, teorijska količina reaktanta, teorijska količina produkta, iskorištenje, gubitci. Volumen i masa u kemijskim reakcijama.

Seminar 3. Elektronska struktura atoma, elektronska konfiguracija atoma i iona

## **Gradivo za II test**

Seminar 4. Lewisove strukturne formule, formalni naboj, mezomerija

Seminar 5. Elektronske strukturne formule spojeva 13 i 17 skupine

Seminar 6. Stupanj oksidacije: Definicija, pravila za određivanje stupnja oksidacije atoma, iona, molekula.

Seminar 7. Nomenklatura anorganske kemije. Nazivi ionskih spojeva Nazivi monoatomnih i poliatomnih kationa i aniona. Nazivi liganada. Nazivi kompleksnih iona. Nazivi oksokiselina i njihovih soli. Nazivi kovalentnih spojeva

Seminar 8. Redoks jednačbe

Seminar 9. Izražavanje sastava otopina, koligativna svojstva otopina

Seminar 10. Ravnoteža u heterogenim i homogenim sustavima. Kemijska ravnoteža u otopinama elektrolita. Redoks ravnoteže

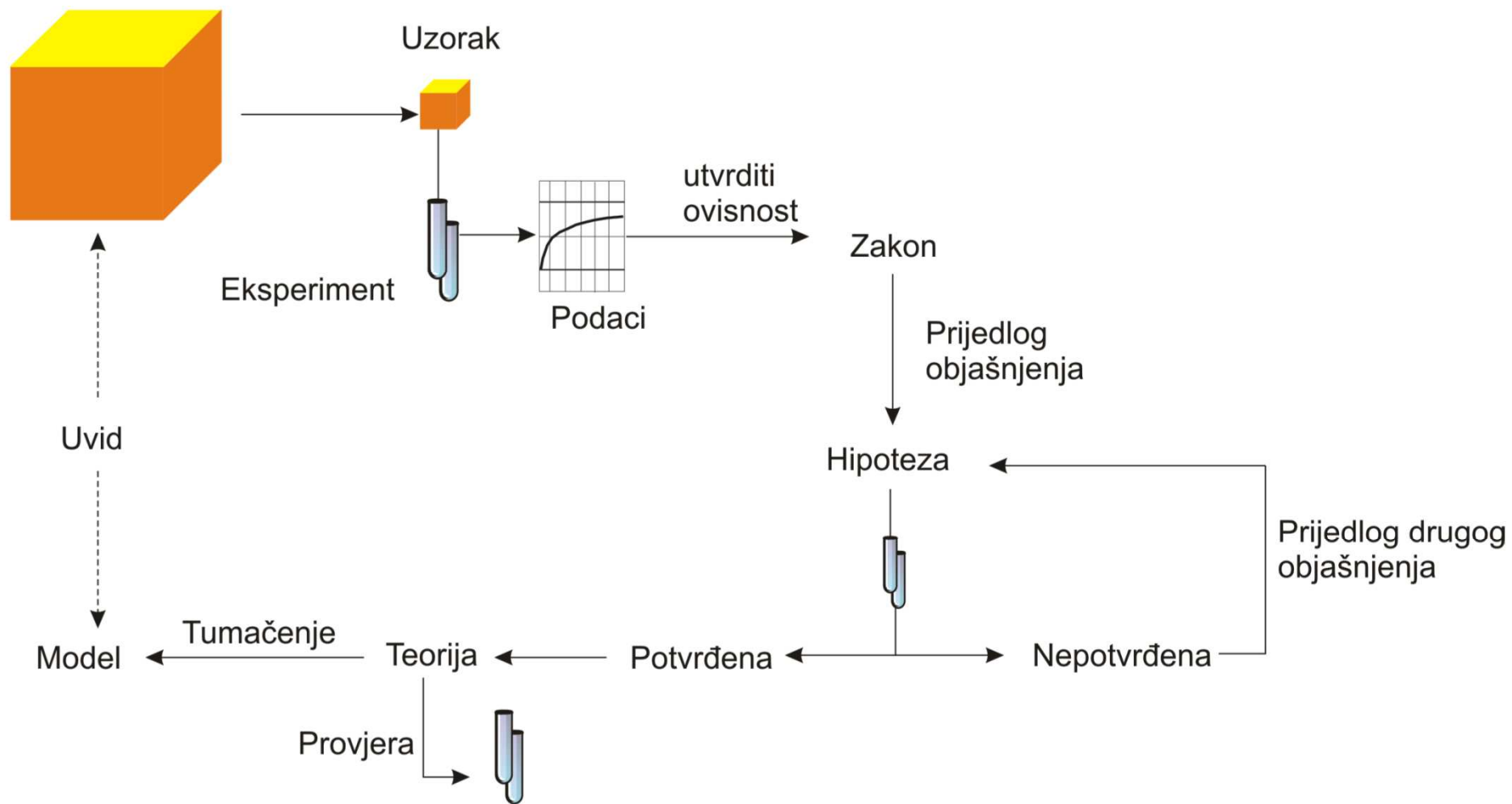
## **Gradivo za III test**

Seminar 13. Izjednačavanje reakcija u jednoj crti

Seminar 14. Zadaci iz kompleksa

- **Prirodne znanosti** (fizika, kemija, biologija i geologija) proučavaju prirodu i prirodne pojave
- Sustavni pristup istraživanju  
sustav - dio svemira (cjeline, jedinstva) koji se istražuje
- Znanstvena metoda ima dva cilja
  - **Predvidjeti** i kontrolirati – eksperimentiranjem i uopćavanjem
  - **Objasniti** i razumjeti – postavljanjem teorije

Promatranje - hipoteza - eksperiment - zakon - teorija



Kemija - porijeklo imena

**grčki** - ili

kemia (χημία) - osnova kem od drevnog imena za Egipat (khem, khame, khmi - crna zemlja) - promjenljivost zemlje, pretvorba

kemeia (χημεία) - zajedno izliti

**arapski** al-kimia izvedeno od grčkog

**kineski** kim-mi ili kem-mai - zalutali u potrazi za zlatom

**srednjovjekovni latinski** alchymia - (al)kemija

alchimicus - (al)kemijski

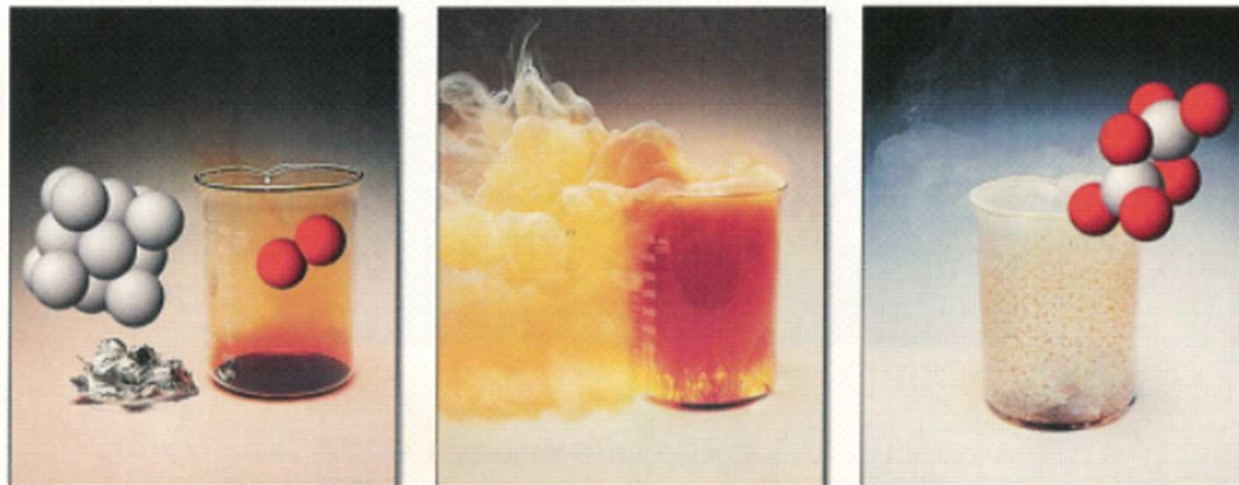
alchimista - (al)kemičar

**Georgius Agricola** (1494.-1555.) ispušta *al*

**Početak 18. st.** nastaje semantička razlika između alkemije i kemije



- **Kemija** proučava tvari od kojih je sastavljen svemir. Proučava njihov sastav, svojstva i unutrašnju strukturu.
- razlika u odnosu na Fiziku koja proučava stanja tvari i promjene tih stanja (energiju i transformacije).
  - nekad -promjena jedne tvari u drugu
  - danas -promjena jedne molekule u drugu

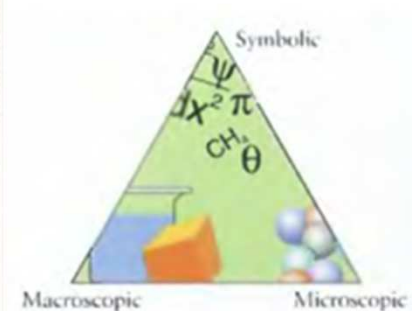
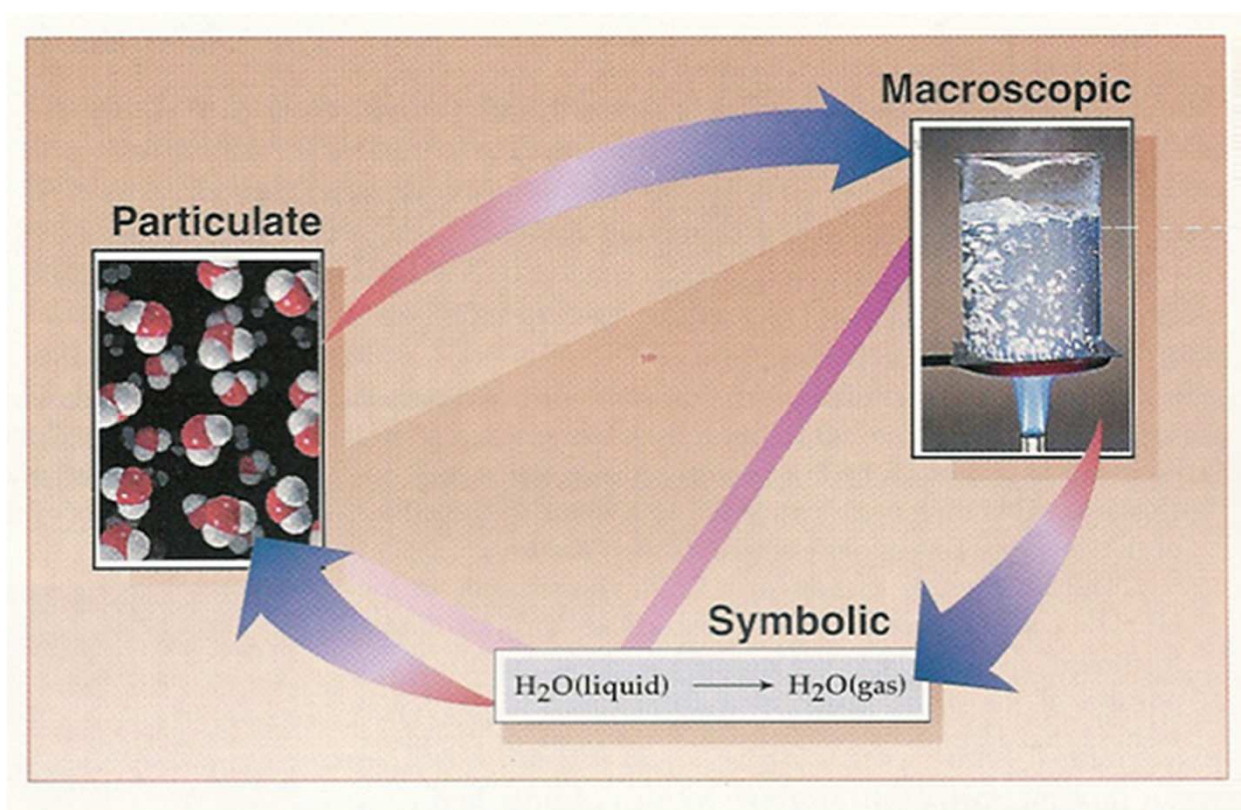


Kemija je eksperimentalna znanost na tri nivoa

**opservacija** - promatranje prirodnih pojava - makroskopski nivo

**reprezentacija** - bilježenje činjenica uz pomoć simbola i  
jednadžbi

**interpretacija** - objašnjenje pojava - molekulski (atomski) nivo





**BREATHE**



- **globalno zagrijavanje** – povećana emisija stakleničkih plinova, CO<sub>2</sub>, metan,
- **ozonske rupe** – freoni i haloni, klor i brom uništavaju ozon što dovodi do povećane količine UV zračenja koje dolazi na zemljinu površinu Svaki atom Cl ili Br, može razbiti i preko 10 000 molekula ozona, prije nego što nestane iz stratosfere

## Procjena i upravljanje rizikom

- godišnja smrtnost od pušenja cigareta je 40 na milijun
- godišnja smrtnost od igranja školskog ragbija 10 na milijun
- godišnja smrtnost izazvana azbestom je procijenjena na 0.005 do 0.093 na milion

Tko procjenjuje?

Upravljanje rizikom se sastoji od niza standarda koji minimiziraju rizik a maksimiziraju korist, oslanjajući se na znanost, etiku, ekonomiju i sve drugo što je dio vladinih, političkih i društvenih međudjelovanja

## Grane kemije

- anorganska kemija
- analitička kemija
- fizikalna kemija
- organska kemija
- medicinska kemija i biokemija
- teorijska kemija
- primijenjena kemija

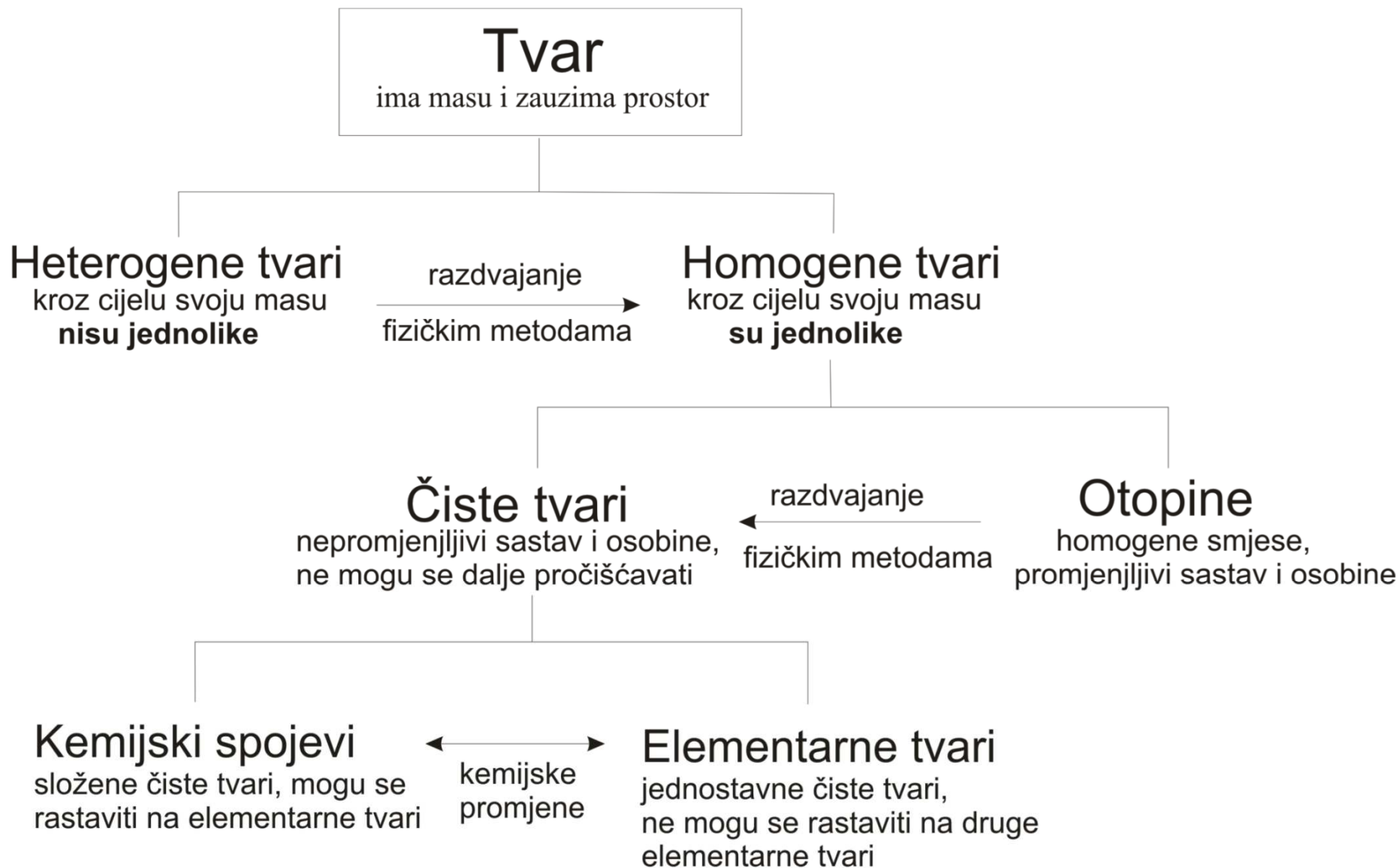
SVEMIR - sastavljen od materije koja je u neprekidnom gibanju

Materija se pojavljuje u dva oblika:

- kao čestice i njihove agregacije, koje nazivamo *tvarima*. (Tvari su karakterizirane fizičkom veličinom *masom*)
- kao polje sila (gravitacijsko, elektromagnetsko, nuklearno) koje karakterizira fizička veličina *energija*



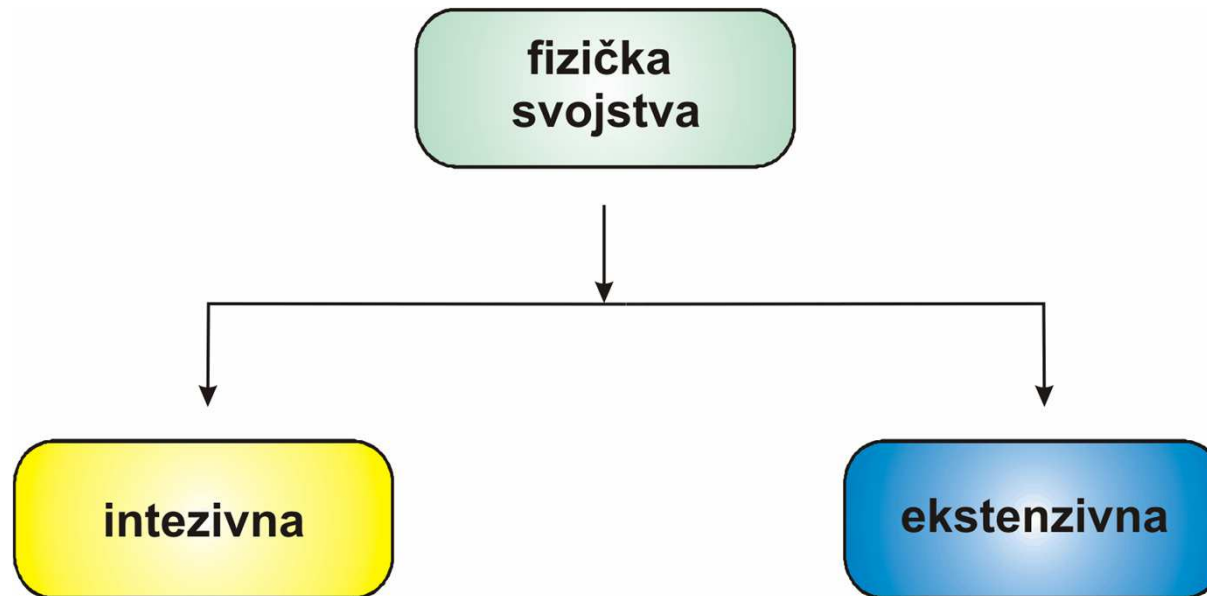
# tvar - čestice i njihove agregacije (nakupine)





- **Fizička svojstva**

- *intenzivna (karakteristična) svojstva tvari koja se primjećuje bez mijenjanja kemijskog identiteta a ne ovise o veličini odnosno stanju razdijeljenja, npr. **gustoća, tvrdoća, talište i vrelište, kristalni oblik, kalavost, topljivost, električna i toplinska vodljivost, itd.***



Primjer: Ako iz velike čaše napunjene vrućom vodom izlijemo polovicu sadržaja, temperatura ostatka vode se neće promijeniti iako se veličina sustava smanjila.

Primjer: Ako iz one iste velike čaše napunjene vrućom vodom izlijemo polovicu sadržaja, masa ostatka vode se smanjila, dakle masa ovisi o veličini sustava.

- **Kemijska svojstva**

- *karakteristika tvari koje se primjećuje prilikom prelaska iz jedne u drugu tvar. Ne mogu se "opipati" , "vidjeti"*

Mijenjaju se pri kemijskim promjenama, npr. entalpija, stabilnost, koordinacijski broj, reaktivnost, zapaljivost, valencija

## MEĐUNARODNI SUSTAV JEDINICA

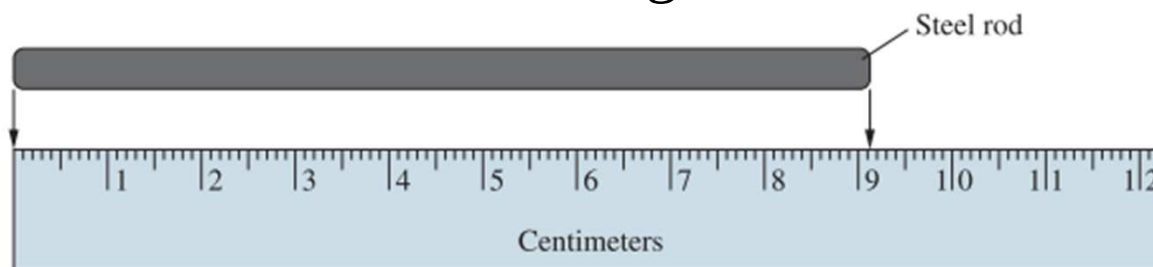
Fizičke veličine su svojstva prirodnih pojava koja se mogu mjeriti.

Mjerenje je usporedba fizikalne kvantitete s jedinicom mjere.

Za izražavanje fizičkih veličina služe **mjerne jedinice**.  
**duljina, volumen, masa, temperatura, količina tvari**

MEĐUNARODNI SUSTAV JEDINICA (SI)  
(System International d'Unités)

Kod nas obavezan od 1981. godine.



## Osnovne SI jedinice

| <b>Fizička veličina</b>    | <b>Naziv</b> | <b>Oznaka</b> |
|----------------------------|--------------|---------------|
| Duljina                    | metar        | m             |
| Masa                       | kilogram     | kg            |
| Vrijeme                    | sekunda      | s             |
| Jakost električne struje   | amper        | A             |
| Termodinamička temperatura | kelvin       | K             |
| Količina tvari             | mol          | mol           |

## **Metar - mjerna jedinica za duljinu**

Metar je duljina koja odgovara 1 650 763.73 valnih duljina koje atom kriptona 86 ( $^{86}\text{Kr}$ ) zrači u vakumu pri prijelazu između nivoa  $2p^{10}$  i  $5d^5$ .

## **Sekunda - mjerna jedinica za vrijeme**

Sekunda je trajanje 9 192 631 770 perioda zračenja koje odgovara prijelazu između dvaju hiperfinih nivoa osnovnog stanja atoma cezija 133 ( $^{133}\text{Cs}$ ).

## **Mol - mjerna jedinica za količinu tvari**

Mol je količina tvari onog sustava koji sadrži toliko elementarnih jedinki tvari koliko ima atoma u 0.012 kg izotopa ugljika 12 ( $^{12}\text{C}$ ). U jednom molu (0.012 kg) izotopa ugljika 12 ima  $6.022045 \times 10^{23}$  atoma (**Avogadrov broj**).

## Mol - mjerna jedinica za količinu tvari

Mol je količina tvari onog sustava koji sadrži toliko elementarnih jedinki tvari koliko ima atoma u 0.012 kg izotopa ugljika 12 ( $^{12}\text{C}$ ). U jednom molu (0.012 kg) izotopa ugljika 12 ima  $6.022045 \times 10^{23}$  atoma (Avogadrov broj).

Na Zemlji ima 7 000 000 000 ljudi =  $7 \times 10^9$  =  $7 \times 10^9 / 6.022045 \times 10^{23}$   
=  $1.16 \times 10^{-14}$  = 0.000000000000000116 mola ljudi



- SI sustav dopušta uporabu višekratnika jedinica - *decimalne jedinice*
- Naziv decimalne jedinice tvori se tako da se ispred naziva SI-jedinice stavi **prefiks**
- Prefiks predstavlja broj (faktor) koji pomnožen s jedinicom daje njezin višekratnik

## Prefiksi SI jedinica

| Faktor     | Prefiks      | Oznaka   |
|------------|--------------|----------|
| $10^{-1}$  | <b>deci</b>  | <b>d</b> |
| $10^{-2}$  | <b>centi</b> | <b>c</b> |
| $10^{-3}$  | <b>mili</b>  | <b>m</b> |
| $10^{-6}$  | <b>mikro</b> | $\mu$    |
| $10^{-9}$  | <b>nano</b>  | <b>n</b> |
| $10^{-12}$ | <b>piko</b>  | <b>p</b> |

| Faktor    | Prefiks      | Oznaka    |
|-----------|--------------|-----------|
| $10^{12}$ | <b>tera</b>  | <b>T</b>  |
| $10^9$    | <b>giga</b>  | <b>G</b>  |
| $10^6$    | <b>mega</b>  | <b>M</b>  |
| $10^3$    | <b>kilo</b>  | <b>k</b>  |
| $10^2$    | <b>hekto</b> | <b>h</b>  |
| <b>10</b> | <b>deka</b>  | <b>da</b> |

- NAPOMENA: decimalna jedinica mase tvori se od jedinice gram (g) a ne od osnovne jedinice kilogram ( $g = 10^{-3} \text{ kg}$ )
- $\text{mg} = 10^{-3} \text{ g}$



## Izvedene SI jedinice

| Fizička veličina | Naziv                      | Oznaka             |
|------------------|----------------------------|--------------------|
| Površina         | kvadratni metar            | $\text{m}^2$       |
| Volumen          | kubični metar              | $\text{m}^3$       |
| Brzina           | metar u sekundi            | $\text{m s}^{-1}$  |
| Gustoća          | kilogram po kubičnom metru | $\text{kg m}^{-3}$ |
| Gustoća struje   | amper po kvadratnom metru  | $\text{A m}^{-2}$  |

SVEMIR - sastavljen od materije koja je u neprekidnom gibanju

Materija se pojavljuje u dva oblika:

- kao čestice i njihove agregacije, koje nazivamo *tvarima*. (Tvari su karakterizirane fizičkom veličinom *masom*)
- kao polje sila (gravitacijsko, elektromagnetsko, nuklearno) koje karakterizira fizička veličina *energija*

Einsteinova jednadžba ekvivalencije mase i energije (1905):

$$E = mc^2$$

E - ukupna energija (energija mirovanja + kinetička energija)

m - masa

c - brzina svjetlosti  $\approx 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

Einsteinova jednađba ekvivalencije mase i energije (1905):

$$E = mc^2$$

E - ukupna energija (energija mirovanja + kinetička energija)

m - masa

c - brzina svjetlosti  $\approx 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

Primjer: Ukupna energija koja odgovara masi mirovanja od 1 kg:

$$E = mc^2 = 1\text{kg} \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1})^2 = 9 \cdot 10^{16} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2} = 9 \cdot 10^{16} \text{ J}$$

Ova energija jednaka je toplinskoj energiji koja nastaje izgaranjem 3 milijuna tona ugljena

Zaključak: oslobađanjem energije iz nekog sustava mora se smanjiti i masa tog sustava

Masu tvari mjerimo vagom, a vaganje se temelji na privlačnoj sili kojom Zemlja privlači tijelo

$$F = m g$$

$g$  = ubrzanje slobodnog pada

$$F_1 : F_2 = m_1 g : m_2 g$$

$$F_1 : F_2 = m_1 : m_2$$

Mase tvari odnose se kao težine

Na uravnoteženoj vagi masa tvari jednaka je standardnoj masi utega



Newtonov zakon gravitacije: mase se međusobno privlače silom koja se zove gravitacija

$$F = G \frac{m_1 m_2}{l^2}$$

Težina je sila kojom Zemlja privlači tijelo

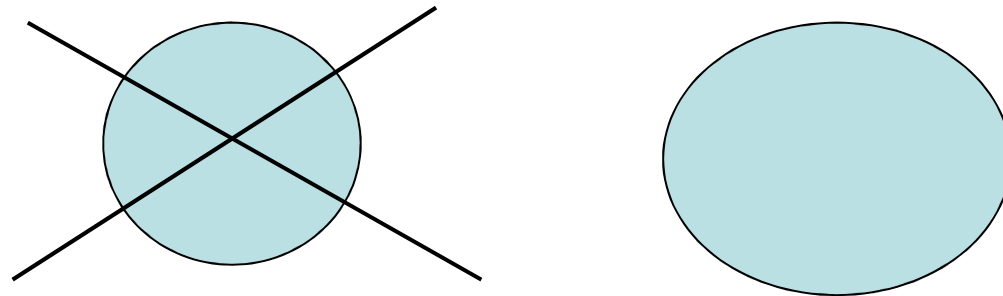
G - gravitacijska konstanta ( $6.672 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ )

$m_1 = m_{\text{zemlje}} = 5.9736 \times 10^{24} \text{ kg}$       radijus zemlje  $l = 6371 \times 10^3 \text{ m}$

$$F = g \times m$$

$$g = G \times m_{\text{zemlje}} / l^2 = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Apsolutna težina tvari na površini Zemlje nije stalna, jer zemlja nije pravilna kugla!



Kod mjerenja određene pojave ili objekta često se desi da dođe do pogreške.

Pretpostavljamo da postoji neka prava vrijednost  $X$  određene fizikalne veličine. Tada rezultat pojedinog mjerenja  $x$ , odstupa od prave vrijednost  $X$ , a odstupanje

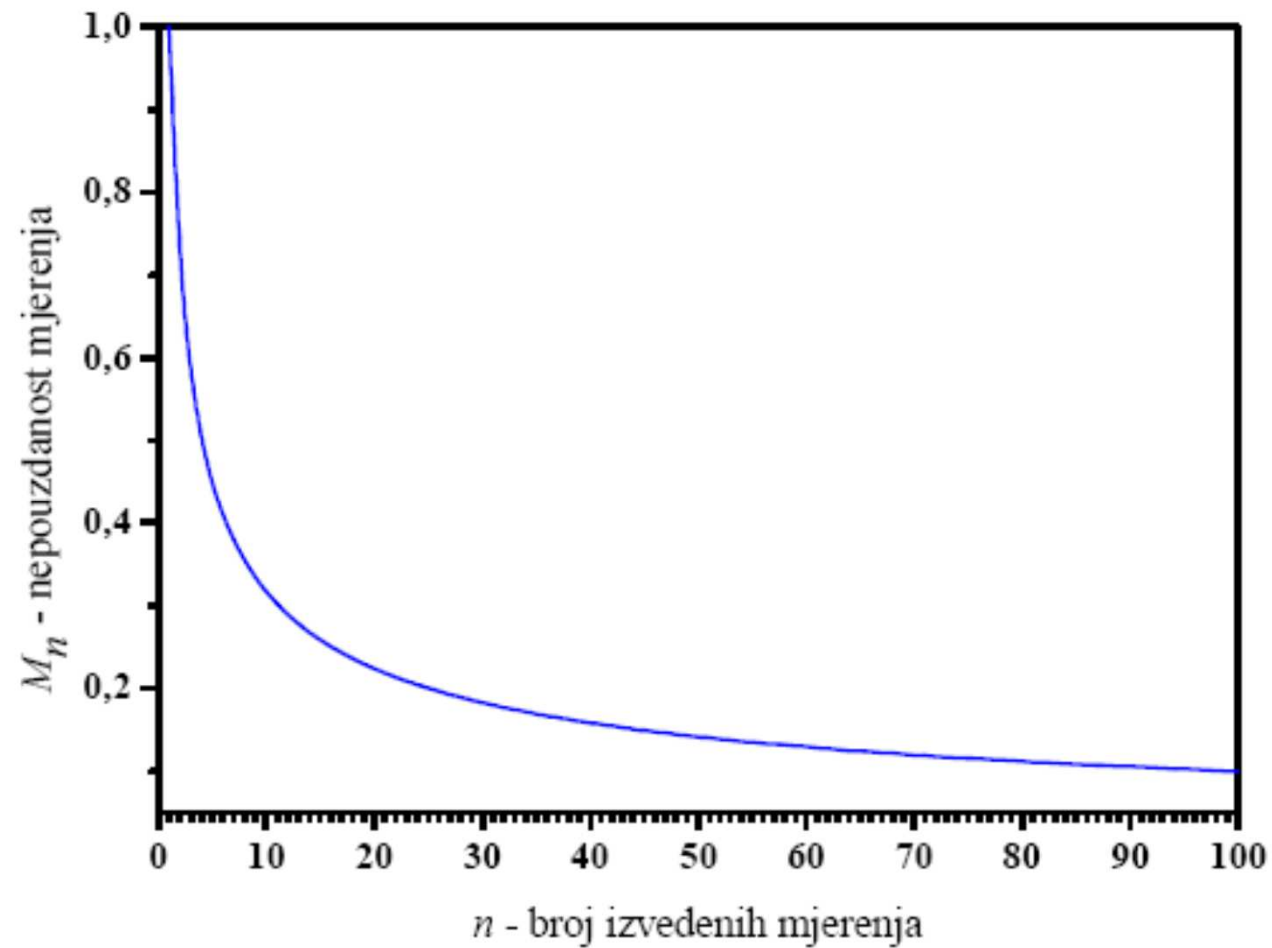
$$\Delta X = x - X$$

naziva se ***pravom pogreškom*** tog mjerenja.

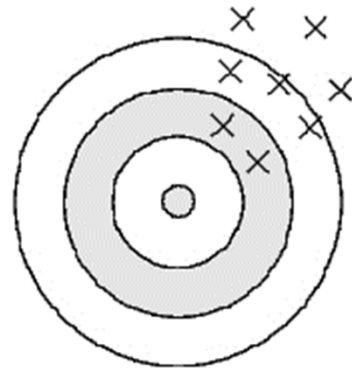
Relativna pogreška mjerenja računa se u odnosu na stvarnu (pravu) vrijednost prema

$$\varepsilon_r = (\Delta X / X) \times 100\%$$

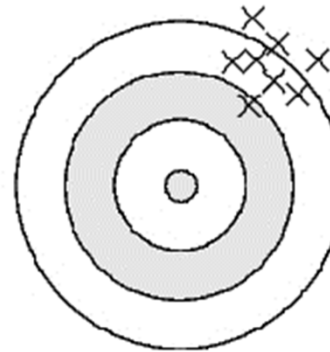
Nepouzdanost mjerenja ovisi o broju mjerenja



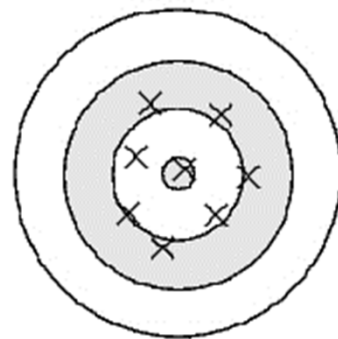
- **preciznost**- najbliže vrijednosti skupu identičnih mjerenja veličine
- **točnost**- najbliže istinitoj (jedinoj) vrijednosti



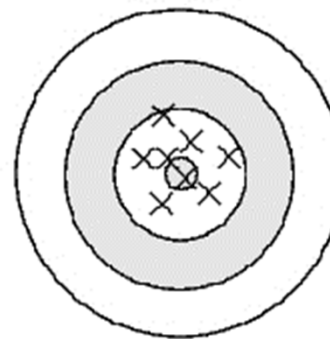
NEPRECIZNA I NETOCNA



PRECIZNA I NETOCNA



NEPRECIZNA I TOCNA



TOCNA I PRECIZNA



# Vrste čistih tvari

- Jednostavne čiste tvari

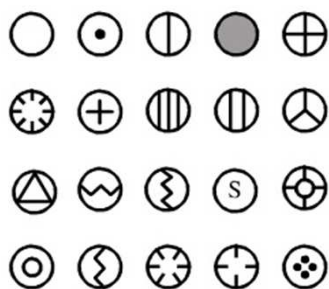
ne mogu kemijskim postupcima rastaviti na druge čiste tvari drugog kemijskog sastava; nazivamo ih i *elementarnim tvarima* (natrij, klor, živa, kisik)

- Složene čiste tvari

moгу se kemijskom reakcijom rastaviti na elementarne tvari; nazivamo ih *kemijskim spojevima* (natrijev klorid, živin oksid itd.).

- **Elementarne tvari** su tvari koje se sastoje od samo jedne vrste atoma
- **Kemijski spojevi** su tvari koje se sastoje od različitih vrsta atoma spojenih u dotični spoju u međusobno točno određenom omjeru.

- Atom je čestica složene strukture, koja mu omogućuje da se spaja s drugim atomima i tako izgrađuje tvari i određuje njihova kemijska i fizička svojstva.
- elementarna tvar** - spoj istovrsnih atoma ( $O_2$ ,  $O_3$ ,  $S_4$ ,  $S_8$ ,  $S_n$ )



Periodic Table of the Elements

|                                                                                                                                                                                          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <p>atomic number</p> <p>atomic weight</p> <p>symbol</p> <p>Black = Solid</p> <p>Blue = Liquid</p> <p>Red = gas</p> <p>white = Synthetically prepared most stable isotope</p> <p>name</p> |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <p>alkali metals</p> <p>alkaline earth metals</p> <p>transitional metals</p> <p>other metals</p> <p>nonmetals</p> <p>noble gases</p>                                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1                                                                                                                                                                                        | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| H                                                                                                                                                                                        | He | Li | Be | B  | C  | N  | O  | F  | Ne | Na | Mg | Al | Si | P  | S  | Cl | Ar |
|                                                                                                                                                                                          |    | Sc | Ti | V  | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |
| K                                                                                                                                                                                        | Ca | Sc | Ti | V  | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |
| Rb                                                                                                                                                                                       | Sr | Y  | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | I  | Xe |
| Cs                                                                                                                                                                                       | Ba | La | Hf | Ta | W  | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn |
| Fr                                                                                                                                                                                       | Ra | Ac | Rf | Ha | Sg | Bh | Hs | Mt |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <p>Lanthanide series</p> <p>Actinide series</p>                                                                                                                                          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Ce                                                                                                                                                                                       | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu |    |    |    |    |
| Th                                                                                                                                                                                       | Pa | U  | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr |    |    |    |    |

## kemijski spojevi - spoj različitih atoma (elemenata)



Kemijsku reakciju rastavljanja kemijskog spoja na elementarne tvari nazivamo *analizom* (grč. *analyo* = raščlanjujem), a obratnu reakciju nastajanja kemijskog spoja nazivamo *sintezom* (grč. *synthesis* = sastavljanje).

## smjese tvari

**homogene smjese (otopine)**  
u cijeloj svojoj masi su jednolike  
npr. zrak, slana voda, bistri sok...



jedna faza

**heterogene smjese**  
u cijeloj svojoj masi nisu jednolike  
npr. dim, krv, granit, gusti sok, mljeko...



više faza

## 1.3 faza

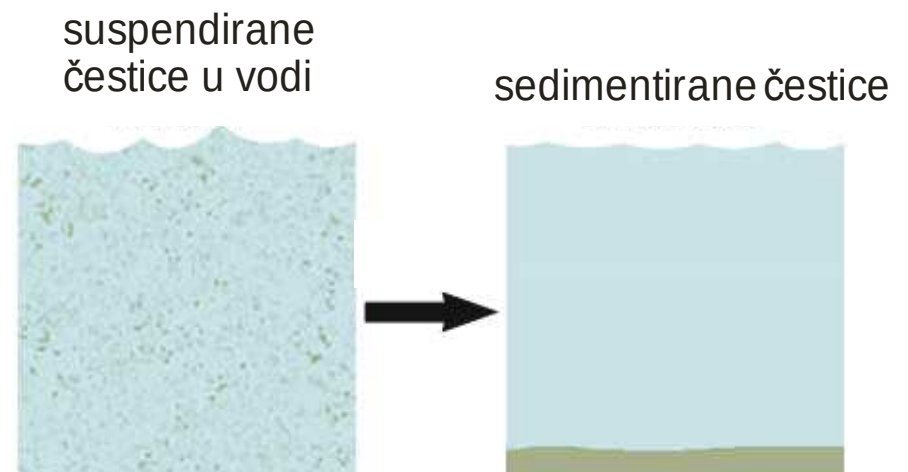
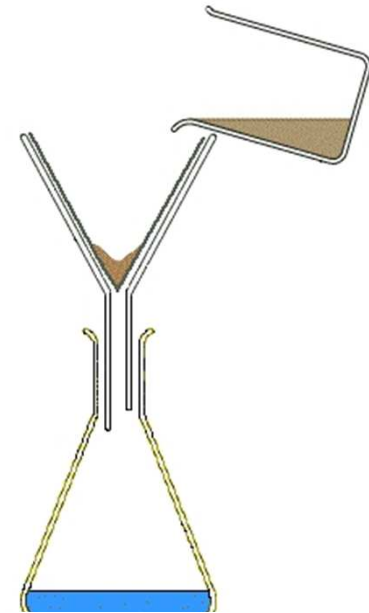




# Rastavljanje smjesa tvari na čiste tvari - frakcioniranje

## MEHANIČKI POSTUPCI (rastavljanje heterogenih smjesa)

- Otapanje
- Filtriranje
- Sedimentiranje i plivanje
- Dekantiranje
- Centrifugiranje
- Dijaliza
- Flotacija
- Magnetsko odjeljivanje



## Rastavljanje homogenih smjesa

- Destilacija (frakcijska destilacija, vakuum-destilacija)
- Isparavanje i kristalizacija
- Sublimacija
- Frakcijska kristalizacija
- Frakcijska difuzija (kod plinova)
- Termodifuzija
- Kromatografija
- Odjeljivanje



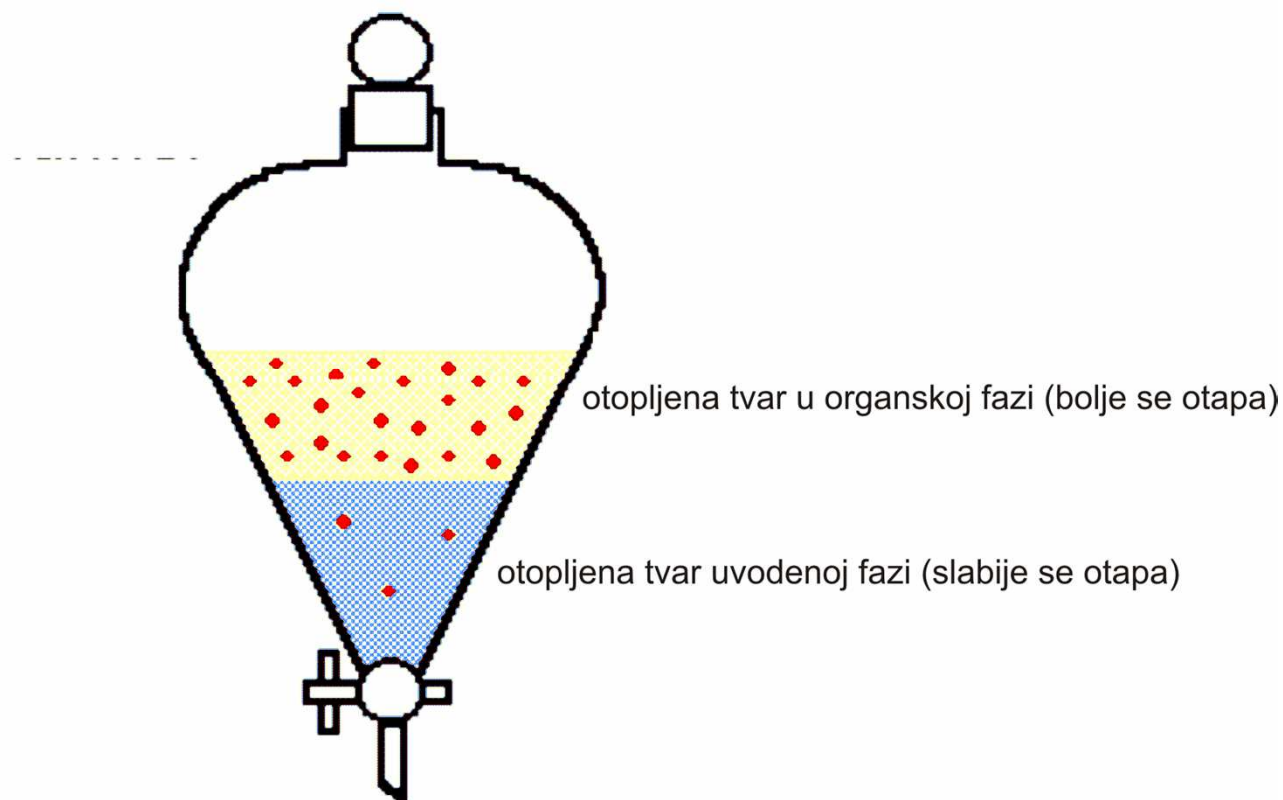
## destilacija (frakcijska destilacija, vakuum-destilacija)



## isparavanje i kristalizacija



## odjeljivanje



## odjeljivanje

- brzina kretanja čestica tvari kroz medij

