

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu

STEHIOMETRIJA II

1. predavanje

*Mjerenje, mjerne pogreške i
iskazivanje rezultata*

Kako rješavati zadatke

dr. sc. Biserka Tkalčec

Izvedbeni program

NAZIV KOLEGIJA: STEHIOMETRIJA II

NAZIV STUDIJA/STUDIJSKOG PROGRAMA: Primijenjena kemija

GODINA STUDIJA: 1. godina, 2. godina

SEMESTAR: 1. g. ljetni, 2. g. zimski

PREDMETNI NASTAVNIK/NASTAVNICI:

Dr. sc. Biserka Tkalčec, viša predavačica

DA LI KOLEGIJ MOŽETE PREDAVATI NA ENGLESKOM ILI NA JEDNOM OD SLUŽBENIH JEZIKA EU (*navedite kojem*)
engleski jezik

OBLIK NASTAVE	SATI TJEDNO	IZVOĐAČ NASTAVE (<i>upisati nastavnik ili asistent</i>)
predavanja	2	nastavnik
vježbe	0	
seminar	0	
Terenska nastava (dana)	0	

CILJ KOLEGIJA:

Produbiti teorijske temelje za razumijevanje kemijskog računa na način, da studenti smislenom i logičnom analizom problema i integriranjem već stečenih znanja samostalno zakluče kako računski riješiti zadane, posebno složene probleme kemijskog računa.

IZVEDBENI PROGRAM KOLEGIJA (*razraditi ih što preciznije prema nastavnim tjednima*):

Tjedan 1. Veličinske jednadžbe i račun. Dimenzijska analiza. Značajne znamenke. Opći pristup rješavanju složenih problema kemijskim računom.

Tjedan 2. Toplina, rad, energija i entalpija. Reakcijska entalpija-endotermne i egzotermne reakcije. Promjena entalpije pri kemijskim reakcijama. Hessov zakon i primjena na termokemijske jednadžbe. Toplinski kapacitet. Promjena entalpije pri faznim prijelazima. Analitički pristup rješavanju složenih zadataka-primjeri.

Tjedan 3. Kemijska ravnoteža. Zakon o djelovanju masa. Konstanta kemijske ravnoteže. Le Chatéllierov princip. Kemijska ravnoteža u reakcijskom sustavu plin-plin, plin-čvrsta faza, otopina-čvrsta faza (teško topljive soli). Analitički pristup rješavanju složenih zadataka-primjeri.

Tjedan 4. Ravnoteže u otopinama elektrolita. Aktivitet iona. Ionska jakost otopine. Koncentracijska konstanta ravnoteže. Konstanta ionizacije. Ionski produkt vode, pojam pH. Otopine monoprotonskih jakih kiselina i baza. Otopine monoprotonskih slabih kiselina i baza. Analitički pristup rješavanju složenih zadataka-primjeri.

Tjedan 5. Ravnoteža u smjesi otopina monoprotonskih jakih i slabih kiselina. Ravnoteža u smjesi otopina jakih i slabih baza. Analitički pristup rješavanju složenih zadataka-primjeri.

Tjedan 6. Ravnoteže u otopinama soli. Hidroliza. Konstanta hidrolize. Otopine soli monoprotonskih jakih kiselina i slabih baza. Otopine soli jakih baza i monoprotonskih slabih kiselina. Smjese otopina monoprotonskih jakih kiselina i kationskih kiselina. Analitički pristup rješavanju složenih zadataka-primjeri.

Tjedan 7. Ravnoteža u smjesi otopina jakih monoprotonskih kiselina i soli slabih baza i jakih monoprotonskih kiselina. Ravnoteža u smjesi otopina jakih baza i soli jakih baza i slabih monoprotonskih kiselina. Analitički pristup rješavanju složenih zadataka-primjeri.

Tjedan 8. Ravnoteže u puferskim otopinama. Otopine slabih monoprotonskih kiselina i njihovih soli s jakim bazama; dodatak jake kiseline ili jake baze u takvu otopinu. Otopine slabih baza i njihovih soli s jakim monoprotonskim kiselinama; dodatak jake kiseline ili jake baze u tu otopinu. Analitički pristup rješavanju složenih zadataka-primjeri. Test 1.

Tjedan 9. Ravnoteže u otopinama jakih i slabih poliprotonskih kiselina i njihovih soli. Hidroliza soli poliprotonskih kiselina. Otopine slabih poliprotonskih kiselina i njihovih soli s jakim bazama. Dodatak jake kiseline ili baze u takve otopine. Dodatak jake kiseline u otopinu odgovarajućih soli poliprotonskih kiselina s jakim bazama. Analitički pristup rješavanju složenih zadataka-primjeri.

Tjedan 10. Fizikalna svojstva otopina. Topljivost čvrstih tvari i plinova. Koligativna svojstva otopina. Osmotski tlak. Analitički pristup rješavanju složenih zadataka-primjeri.

Tjedan 11. Raoultov zakon. Tlak para iznad otopine. Otopina nehlapive tvari u hlapivom otapalu. Otopina hlapive tvari u hlapivom otapalu. Sniženje ledišta. Povišenje vrelišta. Analitički pristup rješavanju složenih zadataka-primjeri.

Tjedan 12. Elektrokemija. Redoks ravnoteže. Elektrodni potencijal. Standardna vodikova elektroda. Standardni redukcijski potencijal. Nernstova jednažba za elektrodni potencijal. Galvanski članci. Analitički pristup rješavanju složenih zadataka-primjeri.

Tjedan 13. Elektroliza. Faradayevi zakoni. Iskorištenje struje. Analitički pristup rješavanju složenih zadataka-primjeri.

Tjedan 14. Analitički pristup rješavanju vrlo složenih zadataka; primjena integriranih stečenih znanja.

Tjedan 15. Izlaganje seminarskih radova. Test 2.

RAZVIJANJE OPĆIH I SPECIFIČNIH KOMPETENCIJA STUDENATA:

Razvijanje logičkog razmišljanja i sustavnog izlaganja problema pred skupinom; sposobnost analize načina rješavanja kompleksnih problema kemijskog računa, integracijom stečenih znanja iz raznih područja kemijskog računa.

OBAVEZE STUDENATA U NASTAVI I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:

Redovito pohađanje nastave. Redovito rješavanje domaćih zadaća. Izlaganje zadanog seminarskog rada pred skupinom. Prisustvovanje na svim kolokvijima.

UVJETI ZA DOBIVANJE POTPISA:

Redovito pohađanje nastave.

NAČIN IZVOĐENJA NASTAVE:

Predavanja.

NAČIN PROVJERE ZNANJA I POLAGANJA ISPITA:

Pismeno; mogućnost oslobađanja od ispita putem položenih kolokvija.

NAČIN PRAĆENJA KVALITETE I USPJEŠNOSTI KOLEGIJA:

Kontinuirana evaluacija putem testova.

Studentska anketa

METODIČKI PREDUVJETI:

LITERATURA POTREBNA ZA POLAGANJE ISPITA (*izdavač i godina izdanja, voditi računa da obavezna literatura mora biti dostupna studentima i što je moguće novijeg datuma*):

1. I. Filipović, S. Lipanović, *Opća i anorganska kemija I dio: opća kemija*, Školska knjiga, Zagreb, 1996.
2. R. Chang, *General Chemistry: The Essential Concepts*, 4th edition, The Mc Graw-Hill Comp., Inc., New York, 2006.
3. M. S. Silberberg, *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change*, 4th edition, The Mc Graw-Hill Comp., Inc., New York, 2006.
4. M. Sikirica, *Stehiometrija*, XX. Izdanje, Školska knjiga, Zagreb, 2008.
5. T. Cvitaš, I. Planinić, N. Kallay, *Rješavanje računskih zadataka u kemiji, I i II dio*, Hrvatsko kemijsko društvo, Zagreb, 2008.
6. B. S. Grabarić, B. Tripalo, *Iskazivanje fizikalnih veličina u kemiji i biokemiji*, Prehrambeno-tehnol. biotehnol. rev. 31 (1) 19-33 (1993)
7. T. Cvitaš, N. Kallay, *Fizičke veličine i jedinice Međunarodnog sustava*, Hrvatsko kemijsko društvo i Školska knjiga, Zagreb 1980., 1981., 1985.

DOPUNSKA LITERATURA:

1. P. Atkins, L. Jones, *Chemical Principles: The Quest for insight*, 2nd edition, W. H. and Comp., New York, 2002.
2. I. Lovreček, *Kemijsko računanje*, 3. izdanje, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 1978.
3. M. Brezinščak, *Mjerenje i računanje u tehnici i znanosti*, Tehnička knjiga, Zagreb 1971.
4. A. Petreski, B. Sever, *Kemija: Zbirka riješenih primjera i zadataka iz opće kemije*, Profil International, Zagreb 2005.
5. M. Mazalin-Zlonoga, A. Petreski, *Kemija 2: Zbirka riješenih primjera i zadataka iz anorganske kemije*, Profil International, Zagreb 2005
6. M. Mazalin-Zlonoga, A. Petreski, *Anorganska kemija: Zbirka riješenih primjera i zadataka iz anorganske kemije*, Profil International, Zagreb 2005.

Mjerenje, mjerne pogreške i iskazivanje rezultata

- u kemiji kao i u drugim egzaktnim disciplinama **eksperimentalna opažanja** iskazuju se **fizikalnim veličinama** (mjerenje mase, količine, volumena, vremenske i energetske promjene...)
- **fizikalne veličine** : mjerljiva svojstva prirodnih pojava, predmeta, zbivanja ili stanja
- **mjerenje**: upoređivanje dviju **istovrsnih fizikalnih veličina** tako da se utvrđuje njihov omjer
- **mjerna jedinica**: usporedba uvijek s jednakom **istovrsnom mjernom jedinicom** omogućuje usporedbu različitih mjerenja jedne te iste fizikalne veličine

Mjerenje, mjerne pogreške i iskazivanje rezultata

fizikalna veličina = brojčana vrijednost x mjerna jedinica

$$l = 5 \quad m$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 25,7 \text{ g} \quad \text{ili} \quad m(\text{H}_2\text{O})/\text{g} = 25,7 \quad \text{ili} \quad m_{\text{H}_2\text{O}} = 25,7 \text{ g}$$

- prema međunarodnoj normi **ISO 31-0** i hrvatskoj normi **HRN ISO 31-0:1996** "Veličine i jedinice - opća načela" piše se decimalni zarez, a ne decimalna točka !

OSNOVNE FIZIČKE VELIČINE I JEDINICE
MEĐUNARODNOG (SI) SUSTAVA

veličina	simbol	jedinica	simbol
duljina	<i>l</i>	metar	m
masa	<i>m</i>	kilogram	kg
vrijeme	<i>t</i>	sekunda	s
el. struja	<i>I</i>	amper	A
termodin. temp.	<i>T</i>	kelvin	K
množina tvari	<i>n</i>	mol	mol
intenzitet svjetlosti	<i>I_v</i>	kandela	cd

IZVEDENE VELIČINE I JEDINICE: definiraju se omjerima neovisnih (osnovnih) veličina:

npr. **volumen** $V = l^3$ $[V]_{\text{SI}} / [l^3]$ $[V]_{\text{SI}} = \text{m}^3$
 $[l]_{\text{SI}} = \text{m}$

gustoća $\rho = m / V$ $[\rho]_{\text{SI}} = [m]_{\text{SI}} / [V]_{\text{SI}}$ $[\rho]_{\text{SI}} = \text{kg} / \text{m}^3$

- najčešće se rabi g/cm^3 , a za plinove g/dm^3
- sila (N), tlak (Pa), energija (J), snaga (W), električni naboj
-

DOPUŠTENE JEDINICE IZVAN SI:

JEDINICA = KONSTATNA x JEDINICA SI

kut	$1^\circ = \pi / 180 \text{ rad}$
duljina	$1 \text{ ?} = 10^{-10} \text{ m}$
obujam	$1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3 = 1 \text{ dm}^3$
tlak	$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
energija	$1 \text{ eV} = 1,602188 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$$T / \text{K} = t / ^\circ\text{C} + 273,15$$

$$1 \text{ torr} = 1 \text{ mmHg} = 133,322 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$

DECIMALNE JEDINICE

prefiks	simbol	vrijednost	prefiks	simbol	vrijednost
eksa	E	10^{18}	deci	d	10^{-1}
peta	P	10^{15}	centi	c	10^{-2}
tera	T	10^{12}	mili	m	10^{-3}
giga	G	10^9	mikro	μ	10^{-6}
mega	M	10^6	nano	n	10^{-9}
kilo	k	10^3	piko	p	10^{-12}
hekto	h	10^2	femto	f	10^{-15}
deka	da	10	ato	a	10^{-18}

DECIMALNA JEDINICA = PREFIKS x OSNOVNA JEDINICA

Veličinske jednadžbe

1. Jednadžbe s veličinama:

matematički operator + znak fizikalne veličine

$$F = m \times a \quad \text{ili} \quad A = r^2 \pi$$

2. Jednadžbe s jedinicama:

$$N = \text{kg} \times \text{m} / \text{s}^2 \quad \text{ili} \quad \text{km} = 10^3 \text{ m}$$

3. Jednadžbe s uvrštenim vrijednostima :

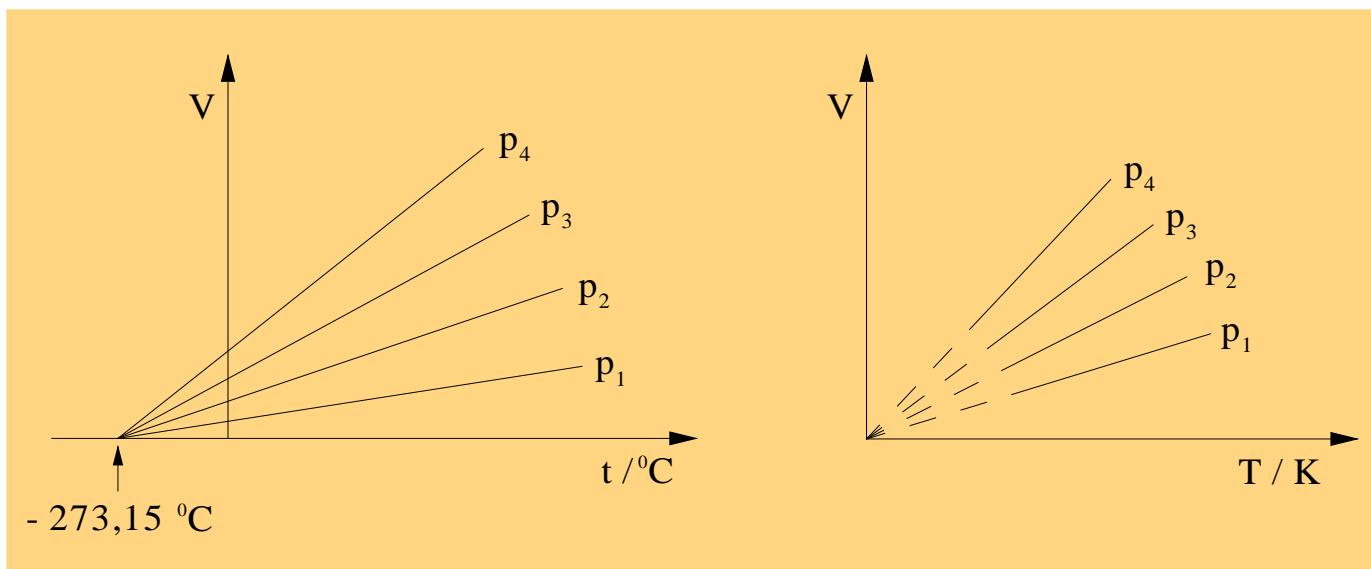
$$\begin{aligned} V &= 20 \text{ dm}^3 & \rho &= m / V & &= 37 \text{ kg} / 20 \text{ dm}^3 \\ & & & & &= 1,85 \text{ kg} / \text{dm}^3 \\ m &= 37 \text{ kg} \end{aligned}$$

4. Prilagođene veličinske jednadžbe:

- omjer fizikalne veličine i njene jedinice pogodan za tabelarne ili grafičke prikaze, često se primjenjuje u praksi

V / m^3 10 20 30

T/K 283 293 303



Mjerne pogreške

- svako mjerenje se zasniva na kvantitativnom mjerenju i uključuje neku **mjernu pogrešku** (ili **mjernu nesigurnost**), pa se tijekom eksperimentiranja **MORAJU** uzeti u obzir sva ograničenja koja utječu na vjerodostojnost izmjerenih vrijednosti
- potrebno je razlikovati :
 - a) **Točnost** koja označava koliko izmjerena brojčana vrijednost fizikalne veličine odstupa od prave vrijednosti te veličine (npr. $m = 8,5000$ g, a u dva mjerenja je $m_1 = 8,5019$ g i $m_2 = 8,4989$ g; očito je drugo mjerenje točnije od prvoga, jer manje odstupa od prave brojčane vrijednosti mase)
 - b) **Preciznost** koja označava rasipanje mjernih vrijednosti pri uzastopnom ponavljanju mjerenja. Ako se izmjerene vrijednosti jako rasipaju, mjerenje je neprecizno.

Odvaga na vagi br. 1

$$m_1 = 8,5128 \text{ g}$$

$$m_2 = 8,4877 \text{ g}$$

$$m_3 = 8,5006 \text{ g}$$

Srednja vrijednost mjerenja
na vagi br. 1

$$m_{1,sr.} = 8,5004 \text{ g}$$

Odvaga na vagi br. 2

$$m_1 = 8,5096 \text{ g}$$


$$m_2 = 8,5090 \text{ g}$$

$$m_3 = 8,5092 \text{ g}$$

Srednja vrijednost mjerenja
na vagi br.2

$$m_{1,sr.} = 8,5193 \text{ g}$$

<

- Rezultati mjerenja, dobiveni mjerenjem na prvoj vagi, rasipaju se više od rezultata mjerenja dobivenih mjerenjem na drugoj vagi. Međutim, oni manje odstupaju od prave mase predmeta  SREDNJA VRIJEDNOST IZMJERENE MASE NA PRVOJ VAGI JE TOČNIJA OD SREDNJE VRIJEDNOSTI IZMJERENE MASE NA DRUGOJ VAGI !



- PRECIZNO MJERENJE NE MORA BITI NUŽNO I TOČNO; VRLO TOČNA MJERENJA SU OBIČNO I VRLO PRECIZNA, ALI OBRATNO NE VRIJEDI !

Vrste pogrešaka:

- a) **Grube pogreške** : vrlo su često prisutne u radu studenata, npr. pogrešno očitani broj na skali mjernog instrumenta, pogrešno zapisana izmjerena vrijednost , pogrešna uporaba instrumenta, pogrešno odmjeren volumen ...), pažljivo raditi i sva mjerenja koja su sumnjiva ponoviti
- b) **Slučajne pogreške** : svojstvene su svakom mjerenju i nemoguće ih je izbjeći, a nastaju zbog nepredvidljivih i neizbježnih promjena u mjerilima, mjernim uređajima i predmetu mjerenja, utjecaju okoline itd.; rezultat se iskazuje kao **srednja vrijednost mjerenja sa standardnom devijacijom**
- c) **Sistematske pogreške** : uzrokuju pomak svih izmjerenih vrijednosti u jednom smjeru i na taj način smanjuje točnost mjerenja iako preciznost može ostati dobra (primjer vaga: mjerenja na vagi 2 imaju sistematski pomak prema većoj masi)

Značajne znamenke

- ❖ Svako mjerenje podložno je pogrešci bez obzira kako pažljivo bilo izvedeno
- ❖ Mjerenjem nikada nije moguće saznati apsolutno točnu vrijednost neke fizikalne veličine
- ❖ Svako mjerenje u sebi sadrži određenu mjernu nesigurnost



Kako bi se mjerna nesigurnost jasno prikazala, pri iskazivanju rezultata nekog mjerenja potrebno je ispravno odabrati broj znamenki kojima se zapisuje rezultat mjerenja. Te se znamenke nazivaju



ZNAČAJNE ZNAMENKE

Pravila za određivanje značajnih znamenaka:

1. Sve znamenke različite od nule su značajne znamenke. (npr. **428** ima tri značajne , a **4,2848** ima pet značajnih znamenaka).
2. Nule koje se nalaze na početku broja nisu značajne znamenke (npr. **0,0025** ima samo dvije značajne znamenke: **2** i **5**).
3. Nule na kraju broja su značajne ako se nalaze iza decimalnog zareza (npr. **4,780** ima četiri značajne znamenke, a **0,047800** ima pet značajnih znamenaka: **4, 7, 8, 0** i **0**, obje desno od decimalnog zareza, na kraju broja)
4. Nule između drugih značajnih znamenaka su također, značajne (**15,006** ima pet značajnih znamenaka: **1, 5, 0, 0, 6**)

5. Ako broj nema decimalnog zareza, prema dogovoru nule na kraju broja nisu značajne :

- 3200 ima samo dvije značajne znamenke i to su 3 i 2

- ako se želi istaknuti da gornji broj sadrži više od dvije značajne znamenke potrebno ga je zapisati pomoću broja 10 dignutog na odgovarajuću potenciju i broj značajnih znamenaka odrediti predeksponencijalnim članom:

npr. Ako 3200 sadrži tri značajne znamenke potrebno ga je zapisati na sljedeći način:

$3,20 \times 10^3$ pri čemu predeksponencijalni član 3,20 sadrži tri značajne znamenke;

$3,200 \times 10^3$ pri čemu predeksponencijalni član sadrži četiri značajne znamenke)

- Primjeri:

a) 3,7206 g }
0,0037206 kg } 5 značajnih znamenaka

- promjenom jedinice (g → kg) broj značajnih znamenaka se ne mijenja !

b) 0,53 → 2 značajne znamenke

0,530 → 3 značajne znamenke

-nula na kraju označava da se s tom točnošću može mjeriti odnosno da ta znamenka može imati neku drugu vrijednost

c) 0,001 → 1 značajna znamenka

- jer su nule na početku samo oznake reda veličine

Primjer : Volumen tekućine određen je pomoću menzure s podjelom skale na 1 mL. Volumen je očitao na desetinku mililitra, tako da je ta decimala procijenjena je na temelju položaja meniskusa tekućine između dvije oznake na menzuri, a masa tog volumena tekućine određena je vaganjem s razlučivošću od 0,001 g.

$$\rho = m / V$$

$$m = (1,7243 \pm 0,0001) \text{ g}$$

$$V = (1,35 \pm 0,01) \text{ mL}$$

$$\rho = 1,7423 / 1,35 \text{ g mL}^{-1} = 1,277259259 \text{ g mL}^{-1} = \mathbf{1,28 \text{ g mL}^{-1}}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,7242 \text{ g}}{1,36 \text{ mL}} = 1,267794118 \text{ g mL}^{-1} = \mathbf{1,27 \text{ g mL}^{-1}}$$

$$\rho_{\max} = \frac{1,7244 \text{ g}}{1,34 \text{ mL}} = 1,286865672 \text{ g mL}^{-1} = \mathbf{1,29 \text{ g mL}^{-1}}$$

$$\rho_{sr} = \frac{\rho_{\min} + \rho_{\max}}{2} = 1,28 \text{ g mL}^{-1}$$

$$\rho = (1,28 \pm 0,01) \text{ g mL}^{-1}$$

Računanje s mjernim rezultatima

koji sadrže različit broj značajnih znamenaka :

1. Kod zbrajanja i oduzimanja rezultat se iskazuje na onoliko decimalnih mjesta koliko ih ima član s manjim brojem decimala:

$$12,34 + 5,6 = 17,9$$

$$1,76541 - 1,759 = 0,006$$

$$6,02 \times 10^{23} + 5,2 \times 10^{22} = 6,02 \times 10^{23} + 0,52 \times 10^{23} = 6,54 \times 10^{23}$$

2. Kod množenja ili dijeljenja rezultat se zaokružuje na onoliko značajnih znamenaka koliko sadrži faktor s najmanjim brojem značajnih znamenaka:

$$1,48 \times 3,2887 = 4,87$$

(tri značajne znamenke)

$$2,62 / 8,1473 = 0,322$$

(tri značajne znamenke)

$$0,023 \times 1,482 \times 13,052 = 0,45$$

(dvije značajne znamenke)

$$3,457 / 0,00015 = 2,3 \times 10^4$$

(dvije značajne znamenke)

- Ovo pravilo se ne primjenjuje u slučaju množenja cijelim brojem, kada to množenje ima smisao uzastopnog zbrajanja jedne te iste veličine.

Npr. $q = 3 \times q_e = 3 \times 1,6021892 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 4,8065676 \times 10^{-19} \text{ C}$

- s obzirom da sva tri člana imaju isti broj decimalnih mjesta, prema pravilu o zbrajanju rezultat ima jednak broj decimalnih mjesta kao i svi članovi zbroja

Kako rješavati zadatke-*prvi korak*

- Prvi korak – postavljanje zadatka :

- sastoji se u pažljivom i jasnom razumijevanju zadatka što se postiže pažljivim čitanjem
- **UOČITI CILJ !!!**
- važno je **sve zadane podatke** u izgovorenom ili pisanom tekstu **prevesti u oblik jednadžbi s fizikalnim veličinama**
- dobro je **posebno istaknuti** one **veliĉine** koje **treba odrediti**

-
- na taj naĉin dobiva se saŹeta i pregledna slika svih zadanih i traŹenih veliĉina koja se moŹe obuhvatiti jednim pogledom da bi se problem tijekom rješavanja zadataka uvijek mogao sagledati
 - kod sloŹenijih zadataka preglednost će biti bolja ukoliko se zadatak **ilustrira** i time prikaŹe odnos zadanih i traŹenih veliĉina

Kako rješavati zadatke-*drugi korak*

- Drugi korak – izvod :

- sastoji se u povezivanje tražene veličine sa zadanima odnosno poznatima
- počinje se jednadžbom koja određuje traženu veličinu, a zatim se gleda koje su veličine u toj jednadžbi poznate ili zadane
- ukoliko ima veličina koje nisu zadane i nema ih u tablicama one se definiraju novim jednadžbama koje se i ispišu
- zatim se **IZVODI NOVA JEDNADŽBA** u kojoj je tražena veličina povezana sa zadanim veličinama

Kako rješavati zadatke-*treći, četvrti, peti* korak

- **Treći korak – račun :**

- sastoji se u uvršćavanju zadanih i poznatih podataka u jednadžbu za traženu veličinu
- **PAZI !!!** Za svaku veličinu potrebno je uvrstiti brojčane vrijednosti i istovrsne jedinice

- **Četvrti korak – odgovor:**

- sastoji se u prevođenju prikazanog rezultat u pismeni odgovor

- **Peti korak – provjera :**

- provjeravanje svih postupaka upotrijebljenih pri rješavanju zadataka:
 - ❖ jesu li podaci točno preuzeti (prepisani)
 - ❖ provjeriti izvod
 - ❖ provjeriti brojčane vrijednosti i jedinice
 - ❖ provjeriti rezultat i **razmisliti je li smislen !**

Kako rješavati zadatke-*provjera i zaključak*

- **SMISLENI REZULTAT** :

- da li je pravog reda veličine
- jesu li upotrebljen dobar odabir znamenaka
- zadovoljava li odgovor postavljeno pitanje

- **ZAKLJUČAK:**

- Što sam naučila iz zadatka?
- Koje poteškoće sam imala ? (mjerne jedinice, formule, uočiti problem, matematički izvod, poznavanje zakona)
- Kako sam savladala poteškoće?

RAČUNSKI ZADACI SADRŽE INFORMACIJE KOJE SLUŽE ZA DUBLJE UPOZNAVANJAE GRADIVA KEMIJE ILI PRORODNIH ZNANOSTI !

Kako rješavati zadatke-*PRIMJERI*

1. ZADATAK: Kolika je visina stupca vode ako je tlak 1 bar ?

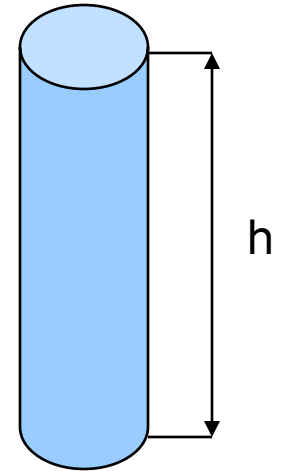
$$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ gcm}^{-3}$$

$$p = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ Pa} = \text{Nm}^{-2}$$

$$1 \text{ N} = \text{kgms}^{-2}$$

$$1 \text{ Pa} = \text{kgms}^{-2}\text{m}^{-2} = \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-2}$$



$$p = \frac{F}{A} = \frac{m \cdot a}{A} = \frac{V \cdot \rho \cdot a}{A} = \frac{A \cdot h \cdot \rho \cdot g}{A} = \rho \cdot g \cdot h$$

$$h = \frac{p}{\rho \cdot g} = \frac{1}{1 \text{ gcm}^{-3} \cdot 9,81 \text{ ms}^{-2}} = \frac{10^5 \text{ Pa}}{1 \cdot 10^{-3} \text{ kg} (10^{-2} \text{ m})^{-3} \cdot 9,81 \text{ ms}^{-2}}$$

$$h = \frac{10^5 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-2}}{10^{-3} \text{ kg} \cdot 10^{-6} \text{ m}^{-3} \cdot 9,81 \text{ ms}^{-2}} = 10,19 \text{ m}$$

2. ZADATAK: Tlak iznosi 722 mmHg. Iskažite tlak u atm, Pa i m(H₂O)!

$$\rho(\text{Hg}) = 13,6 \text{ g cm}^{-3}$$

$$p = 722 \text{ mm Hg}$$

a) 1 atm = 760 mm Hg

$$722 \text{ mmHg} = \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mm}} \cdot 722 \text{ mm} = \mathbf{0,95 \text{ atm}}$$

b) $p = \rho \cdot g \cdot h = 722 \times 10^{-3} \text{ m} \times 13,6 \times 10^{-3} \text{ kg (10}^{-2} \text{ m)}^{-3} \times 9,81 \text{ ms}^{-2}$

$$p = 722 \times 10^{-3} \text{ m} \times 13,6 \times 10^{-3} \text{ kg} \times 10^6 \text{ m}^{-3} \times 9,81 \text{ ms}^{-2}$$

$$p = 96 \text{ 297 kg m}^{-1} \text{ s}^{-2} = \mathbf{96 \text{ 297 Pa}}$$

$$1 \text{ mmHg} = \frac{101 \text{ 325 Pa}}{760 \text{ mmHg}} \cdot 1 \text{ mmHg} = \mathbf{133,32 \text{ Pa}}$$

$$\text{c) } \left. \begin{array}{l} \rho = \rho(\text{H}_2\text{O}) \times h(\text{H}_2\text{O}) \times g \\ \rho = \rho(\text{Hg}) \times h(\text{Hg}) \times g \end{array} \right\} \longrightarrow \rho(\text{H}_2\text{O}) \times h(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{Hg}) \times h(\text{Hg})$$

$$h_{\text{H}_2\text{O}} = 722 \text{ mm} \cdot \frac{13,6 \text{ g cm}^{-3}}{1 \text{ g cm}^{-3}} = 9819 \text{ mm} = \mathbf{9,819 \text{ m}}$$

Domaća zadaća: Odredite broj značajnih znamenaka

- a) 0,1044 g
- b) 53,069 mL
- c) 0,00004715 m
- d) $5,7600 \cdot 10^4$
- e) $7,160 \cdot 10^{-7}$

f)
$$\frac{16,3521\text{cm}^2 - 1,448\text{cm}^2}{7,085\text{cm}} =$$

g)
$$\frac{(4,80 \cdot 10^4 \text{mg}) \left(\frac{1\text{g}}{1000\text{mg}} \right)}{11,53\text{cm}^3} =$$

h)
$$\frac{26,65\text{mL} + 37,4\text{mL}}{73,55\text{s} \left(\frac{1\text{min}}{60\text{s}} \right)}$$