

Osnovne veličine, jedinice i izračunavanja u hemiji

Pregled pojmova veličina i njihovih jedinica koje se koriste pri osnovnim izračunavanjima u hemiji dat je u Tabeli 1.

Tabela 1. Veličine i njihove jedinice za osnovna izračunavanja

Veličina	Oznaka	Jedinica
Masa	m	mg, g, kg
Relativna atomska masa	Ar	/
Relativna molekulska masa	Mr	/
Molarna masa	M	g/mol
Količina supstance (mol)	n	mmol, mol, kmol
Avogadrov broj	N _A	čestica*/mol
Zapremina	V	cm ³ (ml), dm ³ (L), m ³
Molarna zapremina	V _m	cm ³ /mol, dm ³ /mol, m ³ /mol
* atom, molekul, jon		

Relativna atomska i molekulska masa, Ar, Mr.

Relativna atomska masa (Ar) nekog elementa je broj koji pokazuje koliko puta je prosečna masa atoma tog elementa veća od 1/12 mase ugljenikovog izotopa ^{12}C .

$$Ar = \frac{m_a(E)}{\frac{1}{12}m_a(^{12}\text{C})}$$

Prosečna masa atoma nekog elementa $m_a(E)$ predstavlja srednju vrednost mase atoma izotopske smeše koja se u prirodi nalazi.

$$Ar(E) = Ar_1 \cdot \omega_1 + Ar_2 \cdot \omega_2$$

gde je Ar_1 – relativna atomska masa izotopa 1, ω_1 – maseni udeo izotopa 1, Ar_2 – relativna atomska masa izotopa 2, ω_2 – maseni udeo izotopa 2.

Relativna atomska masa nekog elementa se može izračunati i preko jednačine:

$$Ar(E) = \frac{m_a(E)}{u}$$

gde je $m_a(E)$ – masa jednog atoma elementa, u – inificirana atomska jedinica mase ($1u = 1/N_A \text{ [g]} = 1/N_A \cdot 10^3 \text{ [kg]} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$).

Relativna molekulska masa (Mr) elementa ili jedinjenja je broj koji pokazuje koliko puta je masa molekula tog elementa ili jedinjenja veća od $\frac{1}{12}$ mase ugljenikovog izotopa ^{12}C . i jednaka je zbiru relativnih atomskih masa elemenata koji čine taj molekul.

Primer 1. Koliko je Ar/Mr: a) vodonika, b) kiseonika, c) vode

a) Relativna atomska masa vodonika je: $Ar(\text{H}) = 1$

b) Relativna atomska masa kiseonika je: $Ar(\text{O}) = 16$

c) Relativna molekulska masa vode je: $Mr(\text{H}_2\text{O}) = 2Ar(\text{H}) + Ar(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18$

Količina supstance – mol (n), molarna masa (M), molarna zapremina (V_m)

Mol (n) je ona količina supstance koja sadrži onoliko elementarnih čestica (atoma, molekula, jona, formulskih jedinica) koliko ima atoma u 12 g ugljenikovog izotopa ¹²C.

U 12 g ugljenikovog izotopa ¹²C nalazi se *Avogadrov broj* (N_A) – 6×10^{23} atoma ugljenika. Masa supstance koja odgovara količini od jednog mola naziva se *molarna masa* (M) i izražava se jedinicom *g/mol*. Molarna masa predstavlja odnos između mase i količine supstance:

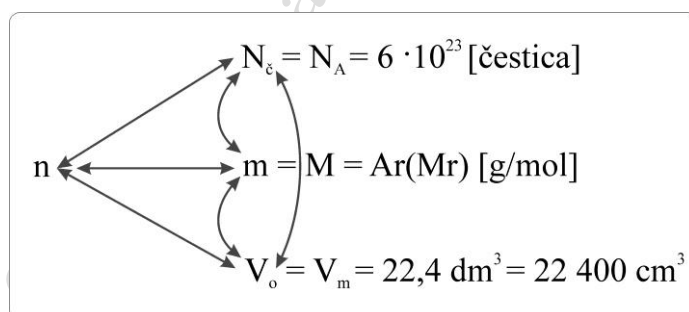
$$M = \frac{m}{n} \quad \Rightarrow \quad n = \frac{m}{M}.$$

Molarna zapremina (V_m) je zapremina koju zauzima 1 mol gasovite supstance pri normalnim uslovima¹ (n.u.), a to je zapremina od 22,4 dm³ (L). Definiše se kao odnos zapremine te supstance V i količine te supstance n:

$$V_m = \frac{V}{n}.$$

Veza između količine supstance, molarne mase, Avogadrovog broja i molarne zapremine data je jednačinom koja sledi i šematki je prikazana na Slici 1:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{V_o}{V_m} = \frac{N_\xi}{N_A}$$

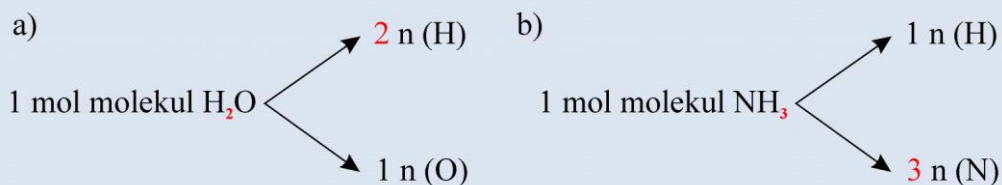


Slika 1. Uzajamna povezanost veličina za osnovno izračunavanje

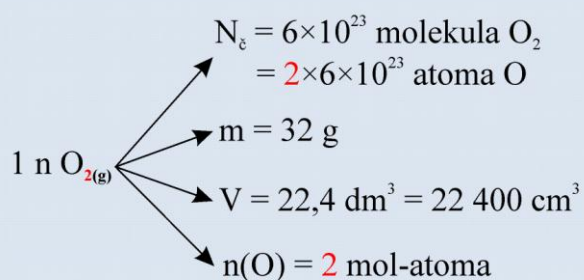
Mol-atom. Jedan mol molekula (1n molekula) ima onoliko mol-atoma, koliko i atoma elemenata u jednom molekulu.

¹Normalni uslovi: $t = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$ (273,15 K), $p = 101,325 \text{ kPa}$. Voda je pri normalnim uslovima tečnost, i njena gustina je $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$, što znači da je $1 \text{ g H}_2\text{O} = 1 \text{ cm}^3$.

Primer 2. Koliko mol-atoma ima: a) 1 mol molekul H_2O i b) 1 mol molekul NH_3



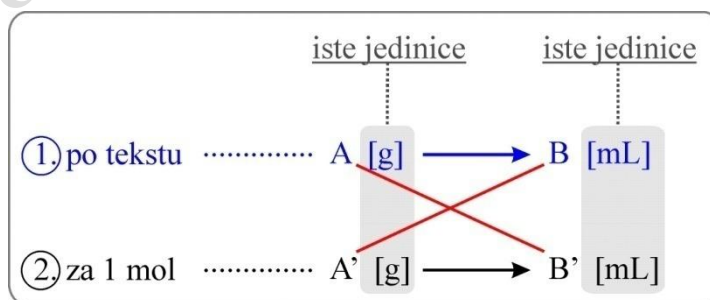
Primer 3. Odrediti broj čestica, masu, zapreminu i broj mol-atoma za jedan mol molekula kiseonika (n.u.).



Izračunavanja u hemiji mogu se raditi preko:

- 1) formule,
- 2) proporcije,
- 3) relacije.

Kod postavljanja relacija podaci iz zadatka se pišu u dva reda: prvi red sadrži podatke iz teksta zadatka, a drugi red podatke za 1 mol supstance (atom/molekul), Slika 2.



Slika 2. Šematski prikaz postavljanja relacije

Primer 4. Kolika je masa jednog atoma kiseonika?

1. Formula

$$Ar(O) = \frac{m_a(O)}{u}$$

$$u = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_a(O) = Ar(O) \cdot u = 16 \cdot 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg} = \mathbf{2,66 \times 10^{-26} \text{ kg}}$$

2. Proporcija

$$1 \text{ atom} : X \text{ g} = 6 \times 10^{23} \text{ atoma} : 16 \text{ g}$$

$$X = \frac{1 \text{ atom} \cdot 16 \text{ g}}{6 \times 10^{23} \text{ atoma}} = 2,66 \times 10^{-23} \text{ g} = \mathbf{2,66 \times 10^{-26} \text{ kg}}$$

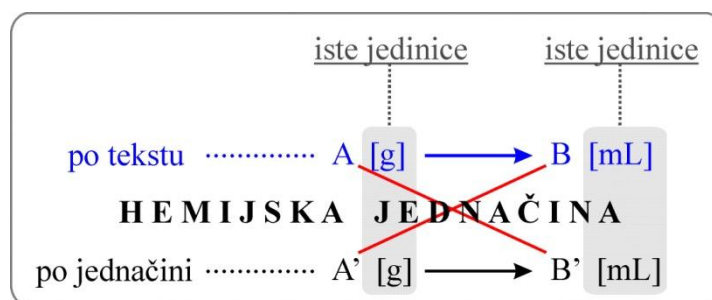
3. Relacija

	<u>čestice</u>	<u>masa</u>
①. po tekstu	1 atom O	X g
②. za 1 mol O	6 × 10 ²³ atoma O	16 g

$$X = \frac{1 \text{ atom} \cdot 16 \text{ g}}{6 \times 10^{23} \text{ atoma}} = 2,66 \times 10^{-23} \text{ g} = \mathbf{2,66 \times 10^{-26} \text{ kg}}$$

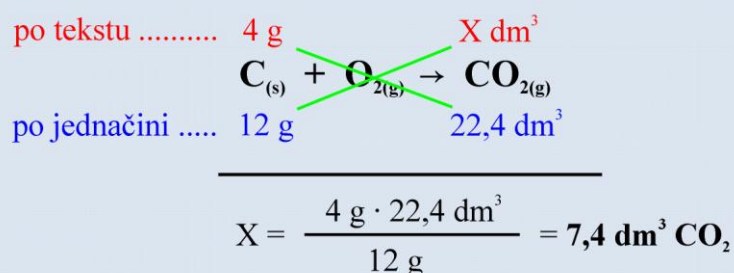
Izračunavanja na osnovu hemijskih jednačina

Hemijskim jednačinama se predstavljaju hemijske reakcije. Pri rešavanju zadataka, izračunavanju preko hemijskih jednačina, postavka se radi tako da se podaci iz zadatka (po tekstu zadatka) pišu iznad stehiometrijski izjednačene hemijske jednačine date reakcije, a ispod jednačine se pišu podaci po jednačini (Slika 3).



Slika 2. Šematski prikaz izračunavanja prema hemijskoj jednačini

Primer 5. Koliko dm^3 ugljen-dioksida nastaje potpunim sagorevanjem 4 g ugljenika, pri normalnim uslovima?



Hemijski zakoni

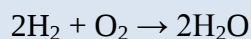
1. **Zakon o održanju mase (Lavoisier-ov zakon):** u toku hemijske reakcije ukupna masa supstance ostaje nepromenjena.

$$m_{\text{reaktanata}} \geq m_{\text{proizvoda}}$$

$$m_{\text{reaktanata}} = m_{\text{proizvoda}} + m_{\text{reaktanta u višku}}$$

~~$m_{\text{reaktanata}} < m_{\text{proizvoda}}$~~ masa reaktanata nikada nije manja od mase proizvoda reakcije

Primer 6. Zakon o održanju mase na primeru reakcije nastajanja vode iz vodonika i kiseonika?



$$4 \text{ g} + 32 \text{ g} = 36 \text{ g}$$

$$m_{\text{reaktanata}} = m_{\text{proizvoda}}$$

2. **Zakon stalnih masenih odnosa (Prust-ov zakon):** kada grade jedno isto jedinjenje elementi se međusobno jedine u stalnim masenim odnosima koji stoje kao najmanji celi brojevi.

Primer 7. U kom su masenom odnosu sjedinjeni elementi u: a) H_2O i b) CO_2 ?

a) H_2O

$$\begin{aligned} m(\text{H}) : m(\text{O}) &= 2 : 16 \\ &= 1 : 8 \end{aligned}$$

b) CO_2

$$\begin{aligned} m(\text{C}) : m(\text{O}) &= 4 : 32 \\ &= 3 : 8 \end{aligned}$$

Primer 8. U kom masenom odnosu su sjedinjeni element i kiseonik, ako se 0,5 g tog elementa jedini sa 280 mL kiseonika (n.u.)?

$$m(E) = 0,5 \text{ g}$$

$$V(O_2) = 280 \text{ mL}$$

$$m(E) : m(O) = 0,5 : X$$

$$X = ?$$

$$280 \text{ mL } O_2 \longrightarrow X \text{ g } O_2$$

$$22\,400 \text{ mL } O_2 \longrightarrow 32 \text{ g } O_2$$

$$X = \frac{280 \text{ mL} \cdot 32 \text{ g}}{22\,400 \text{ mL}} = 0,4 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} m(E) : m(O) &= 0,5 : X \\ &= 0,5 : 0,4 \quad \cdot 10 \\ &= 5 : 4 \end{aligned}$$

3. **Zakon višestrukih masenih odnosa (Dalton-ov zakon):** ako dva elementa grade više različitih jedinjenja, onda iste mase jednog elementa reaguju sa različitim masama drugog elementa, a te različite mase stoje u odnosu celih brojeva.

Primer 9. Zakon višestrukih masenih odnosa na primeru molekula H_2O i H_2O_2 ?



$$\begin{aligned} m(H)_a : m(O)_a &= 2 : 16 \quad \cdot 2 \\ &= 1 : 8 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} m(H)_b : m(O)_b &= 2 : 32 \quad \cdot 2 \\ &= 1 : 16 \end{aligned}$$

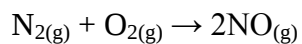
$$\begin{aligned} m(O)_a : m(O)_b &= 8 : 16 \quad \cdot 8 \\ &= 1 : 2 \end{aligned}$$

4. **Avogadrov zakon:** iste zapremine različitih gasova pri istom pritisku i temperaturi sadrže isti broj molekula ($N_A = 6 \times 10^{23}$). Pod normalnim uslovima ($p = 101,325 \text{ kPa}$, $t = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$) 1 mol bilo kog gasa zauzima zapreminu od $22,4 \text{ dm}^3$.

Primer 10.

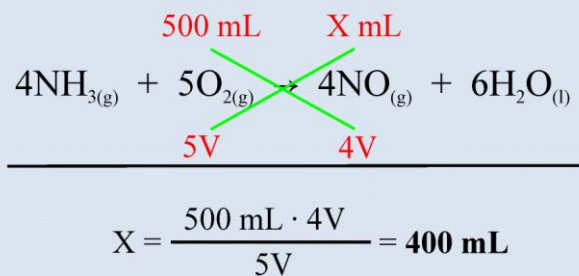
$$1 \text{ mol } O_{2(g)} = 1 \text{ mol } N_{2(g)} = 1 \text{ mol } NH_{3(g)} = 1 \text{ mol } HCl_{(g)} = 22,4 \text{ dm}^3$$

5. **Zakon stalnih zapreminskih odnosa (Gay-Lussac-ov zakon):** zapremine gasovitih učesnika u hemijskim reakcijama odnose se kao mali celi brojevi.



$$1V : 1V = 2V \Rightarrow \text{zato što 1 mol gasa ima } V_m = 22,4 \text{ dm}^3$$

Primer 11. Koliko mL azot-monoksida nastaje u reakciji 500 mL kiseonika sa odgovarajućom količinom amonijaka (n.u.)?



Školski ogledi u nastavi hemije

Maseni udeo (ω), procentni sastav (%)

Maseni udeo (ω) predstavlja udeo mase neke komponente u smeši, odnosno ukune mase nekog elementa u 1 molu jedinjenja. Maseni udeo pomnožen sa 100% predstavlja procentni sastav.

Maseni udeo se može računati preko formule:

$$\omega \left(\frac{1 \text{ komponenta}}{\text{smeša}} \right) = \frac{m_{\text{komponentne}}}{m_{\text{cele smeše}}}$$
$$\omega \left(\frac{\text{element}}{\text{jedinjenje}} \right) = \frac{m_{\text{(elementa u 1 molu jedinjenja)}}}{m = M_r_{\text{jedinjenja}}}$$

ili preko relacije:

$$\begin{array}{lcl} \text{celina (smeša, jedinjenje)} & \longrightarrow & 100\% \\ & \searrow \quad \nearrow & \\ \text{deo celine (komponenta, element)} & \longrightarrow & X\% \end{array}$$

Suma masenih udela svih komponenti u smeši (elemenata u jedinjenju) jednaka je jedinici, a suma procenata jednaka je 100%.

$$\Sigma \omega_i (\text{komponente/elementi}) = 1; \Sigma \% (\text{komponente/elementi}) = 100\%$$

Primer 12. Izračunati maseni udeo i procenat kiseonika u plavom kamenu?



1. način formula

$$\omega(\text{O}) = \frac{9 \text{ Ar}(\text{O})}{M_r (\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{9 \cdot 16}{250} = 0,576$$

$$\omega(\text{O}) \cdot 100\% = 57,6\%$$

2. način relacija

$$250 \text{ g CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 100\%$$

$$9 \cdot 16 \text{ g O} \longrightarrow X\%$$

$$X = \frac{9 \cdot 16 \text{ g} \cdot 100\%}{250 \text{ g}} = 57,6\%$$

$$\omega(\text{O}) = \frac{57,6\%}{100\%} = 0,576$$

