

STEHIMETRIJA

RELATIVNA ATOMSKA MASA

- Atom je isuviše mali da bi njegova masa mogla da se izmeri na vagi. Zato se masa atoma izražava pomoću relativne atomske mase, poređenjem sa masom atoma izotopa ugljenika ^{12}C .

$$m(^{12}_6\text{C}) = 12 \text{ } u$$

u – unificirana jedinica atomske mase (ili Da – dalton)

$$u = \frac{1}{12} m(^{12}_6\text{C})$$

$$u = \frac{1}{12} \frac{M(^{12}\text{C})}{N_A} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}}{12 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 1,6606 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

STEHIMETRIJA

RELATIVNA ATOMSKA MASA

- Relativna atomska masa (A_r) je broj koji pokazuje koliko je puta prosečna masa atoma prisutnih u prirodnoj smeši izotopa neke elementarne supstance veća od $1/12$ mase atoma izotopa ugljenika ^{12}C .

$$A_r = \frac{\overline{m_a}}{\frac{1}{12} m(^{12}_6\text{C})}$$

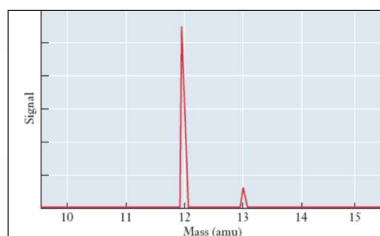
- A_r nekog elementa je količnik prosečne mase atoma ($\overline{m_a}$) i unificirane jedinice atomske mase.

STEHIMETRIJA

RELATIVNA ATOMSKA MASA

- Pomoću masenog spektrometra može se odrediti koliko element sadrži svakog od svojih izotopa.

Izotop	Relativna atomska masa (u)	Zastupljenost izotopa (%)
^{16}O	15,99491	99,759
^{17}O	16,99913	0,037
^{18}O	17,99916	0,204



Maseni spektar ugljenika.

Zastupljenost izotopa:

^{12}C 99%

^{13}C 1%

STEHIMETRIJA

RELATIVNA ATOMSKA MASA

Izotop	Relativna atomska masa (u)	Zastupljenost izotopa (%)
^{16}O	15,99491	99,759
^{17}O	16,99913	0,037
^{18}O	17,99916	0,204

$$\begin{aligned}A_r(\text{O}) &= A_r(^{16}\text{O}) \cdot w_1 + A_r(^{17}\text{O}) \cdot w_2 + A_r(^{18}\text{O}) \cdot w_3 = \\&= 15,99491 \cdot \frac{99,759}{100} + 16,99913 \cdot \frac{0,037}{100} + 17,99916 \cdot \frac{0,204}{100} = \\&= 15,99491 \cdot 0,99759 + 16,99913 \cdot 0,00037 + 17,99916 \cdot 0,00204 = 15,99937 \text{ u}\end{aligned}$$

STEHIOMETRIJA

KOLIČINA SUPSTANCE

- Mera za brojnost čestica (n). Jedinica - mol.
- Mol je količina supstance koja sadrži onoliko elementarnih čestica koliko ima atoma u 12 g ugljenikovog izotopa ^{12}C .

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$$

Avogadrov broj

- Mol je količina supstance koja sadrži Avogadrov broj elementarnih čestica.

1 mol atoma H = $6,022 \cdot 10^{23}$ atoma H

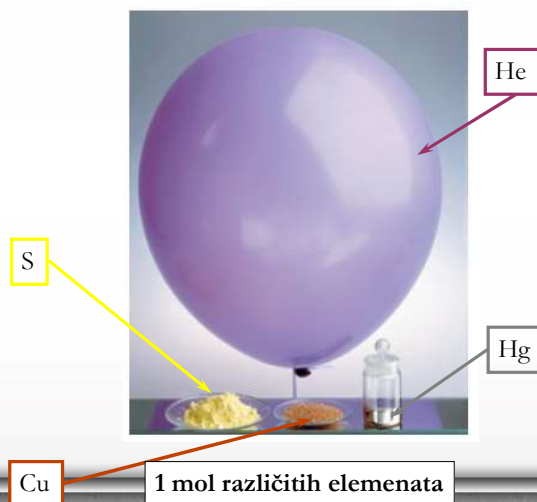
1 mol atoma O = $6,022 \cdot 10^{23}$ atoma O

1 mol molekula O_2 = $6,022 \cdot 10^{23}$ molekula O_2

1 mol molekula H_2O = $6,022 \cdot 10^{23}$ molekula H_2O

STEHIOMETRIJA

KOLIČINA SUPSTANCE



STEHIOMETRIJA

KOLIČINA SUPSTANCE

S – 32,06 g

He – 4,003 g

Hg – 200,6 g

Cu – 63,55 g

Masa jednog mola različitih elemenata



STEHIOMETRIJA

MOLARNA MASA

S – 32,06 g

$M(\text{S}) = 32,06 \text{ g mol}^{-1}$

$M(\text{He}) = 4,003 \text{ g mol}^{-1}$

He – 4,003 g

Hg – 200,6 g

$M(\text{Hg}) = 200,6 \text{ g mol}^{-1}$

$M(\text{Cu}) = 63,55 \text{ g mol}^{-1}$

Cu – 63,55 g

Masa jednog mola – MOLARNA MASA



STEHIMETRIJA

MOLARNA MASA

- Molarna masa (M) je masa Avogadrovog broja čestica. Jedinica - kg mol^{-1} .
- Iz praktičnih razloga izražava se u g mol^{-1} i tada je brojčano jednaka relativnoj molekulskoj masi.
- Relativna molekulska masa (M_r) je jednaka zbiru relativnih atomskih masa atoma koji sačinjavaju molekul.

Formula	Zbir relativnih atomskih masa (u)	Relativna molekulska masa (u)	Molarna masa (g mol^{-1})
O	16,00	16,00	16,00
O ₂	2·16,00	32,00	32,00
H ₂ O	2·1,008 + 16,00	18,02	18,02

STEHIMETRIJA

MOLARNA MASA

$$M = \frac{m}{n} \Rightarrow m = nM$$

OSNOVNA RELACIJA U STEHIOMETRIJI

$$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_m}$$

STEHIOMETRIJA

PRIMERI

1. Izračunati masu jednog atoma gvožđa.

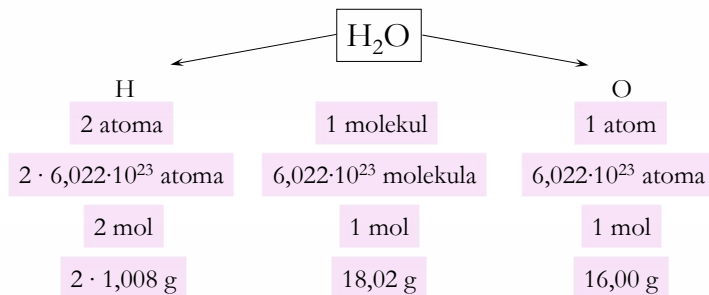
- $A_r(\text{Fe}) = 55,85$
- $1 \text{ mol Fe} = 55,85 \text{ g} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ atoma}$
- $m(1 \text{ atom Fe}) = \frac{55,85 \text{ g}}{6,022 \cdot 10^{23}} = 9,27 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

2. Izračunati broj atoma u uzorku gvožđa mase 1,00 g.

- $n = \frac{m}{M} = \frac{1,00 \text{ g}}{55,85 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0179 \text{ mol}$
- $N = nN_A = 0,0179 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 1,08 \cdot 10^{22} \text{ atoma}$

STEHIOMETRIJA

ODREĐIVANJE PROCENTNOG SASTAVA JEDINJENJA



$$\% \text{ elementa} = \text{maseni udeo elementa} = w(\text{elementa}) = \frac{\text{masa elementa}}{\text{masa jedinjenja}} \cdot 100$$

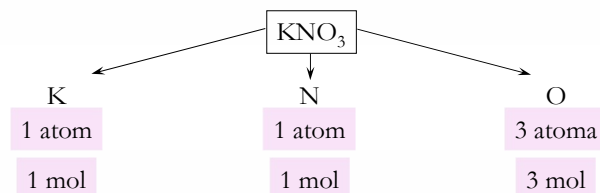
$$w(\text{H}) = \frac{2,016 \text{ g}}{18,02 \text{ g}} \cdot 100 = 11,19\%$$

$$w(\text{O}) = \frac{16,00 \text{ g}}{18,02 \text{ g}} \cdot 100 = 88,81\%$$

STEHIMETRIJA

MOLSKI ODNOS

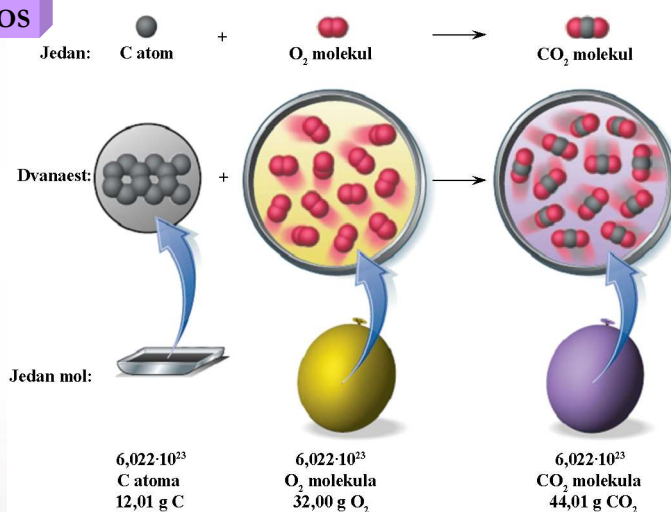
- Indeksi u formuli jedinjenja ne predstavljaju samo odnose u kojima se različiti atomi sjedinjuju, nego i molske odnose.



Formula	Odnos broja atoma	Molski odnos
H_2O	2 atoma H:1 atom O	2 mol H:1 mol O
KNO_3	1 atom K:1 atom N:3 atoma O	1 mol K:1 mol N:3 mol O
$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	12 atoma C:22 atoma H:11 atoma O	12 mol C:22 mol H:11 mol O

STEHIMETRIJA

MOLSKI ODNOS



Reakcija sagorevanja ugljenika - mikroskopski i makroskopski pogled.

STEHIMETRIJA

EMPIRIJSKA FORMULA

- Empirijska formula jedinjenja prikazuje najprostiji odnos količina elemenata u molu jedinjenja (najjednostavnija formula).

Jedinjenje	Hemijska formula	Empirijska formula
Voda	H ₂ O	H ₂ O
Vodonik-peroksid	H ₂ O ₂	HO
Benzen	C ₆ H ₆	CH

STEHIMETRIJA

EMPIRIJSKA FORMULA

- Empirijska formula se može odrediti na osnovu procentnog sastava jedinjenja.

1(a). Vitamin C sadrži 40,9% ugljenika, 4,6% vodonika i 54,5% kiseonika.

Odrediti empirijsku formulu vitamina C.

$$\begin{aligned}n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) &= \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} : \frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} : \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \\&= \frac{40,9 \text{ g}}{12,01 \text{ g mol}^{-1}} : \frac{4,6 \text{ g}}{1,008 \text{ g mol}^{-1}} : \frac{54,5 \text{ g}}{16,00 \text{ g mol}^{-1}} = \\&= 3,405 : 4,563 : 3,406 = /3,405 \\&= 1 : 1,34 : 1 = \times 3 \\&= 3 : 4 : 3\end{aligned}$$

Empirijska formula: C₃H₄O₃

STEHIMETRIJA

MOLEKULSKA FORMULA

- Molekulska (stvarna) formula jedinjenja se može odrediti na osnovu empirijske formule kada se zna molarna masa jedinjenja.

1(b). Empirijska formula vitamina C je $C_3H_4O_3$. Odrediti molekulsku formulu, ako molarna masa vitamina C iznosi $176,1 \text{ g mol}^{-1}$.

$$M_e(C_3H_4O_3) = 3 \cdot 12,01 + 4 \cdot 1,008 + 3 \cdot 16,00 = 88,06 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\frac{M(\text{vitamin C})}{M_e} = \frac{176,1}{88,06} = 2$$

Molekulska formula: $C_6H_8O_6$

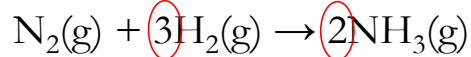
STEHIMETRIJA

HEMIJSKE JEDNAČINE

STEHIMETRIJSKI KOEFICIJENTI

REAKTANTI

PROIZVOD



FIZIČKO (AGREGATNO) STANJE

- U sređenoj (“uravnoteženoj”) hemijskoj jednačini broj atoma svakog elementa mora biti isti na obe strane jednačine.

STEHIMETRIJA

HEMIJSKE JEDNAČINE

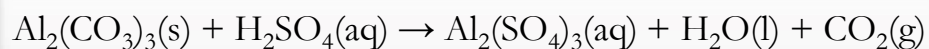
- Napisati jednačinu hemijske reakcije čvrstog aluminijum-karbonata sa rastvorom sumporne kiseline u kojoj nastaju aluminijum-sulfat, voda i ugljen-dioksid.

1. Napisati "skelet" hemijske jednačine:



2. Označiti agregatno stanje svakog reaktanta i proizvoda:

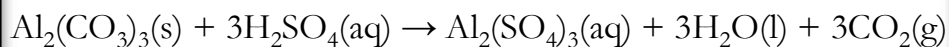
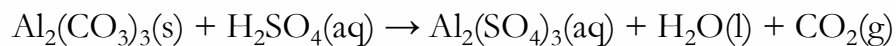
- (g) – gasovito
- (l) – tečno
- (s) – čvrsto
- (aq) – vodeni rastvor



STEHIMETRIJA

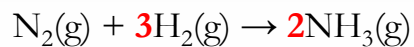
HEMIJSKE JEDNAČINE

3. Odrediti stehiometrijske koeficijente: krenuti od atoma kojih ima najmanje



STEHIMETRIJA

LIMITIRAJUĆI REAKTANT



stechiometrijski odnos
reaktanata



nestehiometrijski odnos
reaktanata

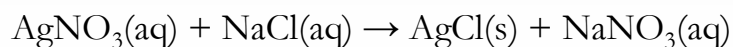
N_2 je u višku (višak N_2 je 2 mol)

H_2 je u manjku

limitirajući
reaktant

STEHIMETRIJA

TEORIJSKI PRINOS



stechiometrijski odnos
reaktanata

teorijski prinos

143,4 g

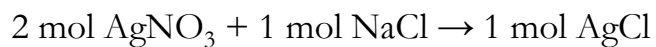
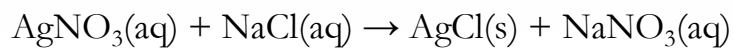


nestehiometrijski odnos
reaktanata

STEHIOMETRIJA

PRINOS REAKCIJE

- U većini reakcija se retko ostvaruje teorijski prinos zbog prisustva nečistoća u reaktantima, sporednih reakcija itd.



nestehiometrijski odnos
reaktanata

teorijski prinos

143,4 g

- Primer: u prethodnoj reakciji pod navedenim uslovima dobijeno je 86,0 g AgCl.
- Masa dobijenog proizvoda predstavlja **ostvareni prinos**.

$$\text{Prinos reakcije} = \frac{\text{ostvareni prinos}}{\text{teorijski prinos}} \cdot 100 = \frac{86,0 \text{ g}}{143,4 \text{ g}} \cdot 100 = 60,0\%$$