*

© Biochemický ústav LF MU (V.P.) 2011

# 1.

## seminář LC

© Biochemický ústav LF MU (V.P.) 2011

# Mol :

- **jednotka látkového množství**
  (látkové množství je veličina úměrná počtu látkových částic)

# Mol :

- **jednotka látkového množství**
  (látkové množství je veličina úměrná počtu látkových částic)
- **určitý počet částic**

?

(počet částic v molu je vždy shodný,
hmotnost molu různých látek je rozdílná)

# Mol :

- **jednotka látkového množství**
  (látkové množství je veličina úměrná počtu látkových částic)
- **určitý počet částic**

(počet částic v molu je vždy shodný,
hmotnost molu různých látek je rozdílná)

- $6{,}022 \cdot 10^{23}$ částic v 1 molu (Avogadrova konstanta)

**?**

# Mol :

- **jednotka látkového množství**
  (látkové množství je veličina úměrná počtu látkových částic)
- **určitý počet částic**

(počet částic v molu je vždy shodný,
hmotnost molu různých látek je rozdílná)

- $6{,}022 \cdot 10^{23}$ částic v 1 molu (Avogadrova konstanta)
- mol atomů
  molekul
  iontů
  $e^-$
  $p^+$
  kladných neb záporných nábojů
  1 / 12 $C^{12}$ ….

# Mol :

- částice / entita

↓

něco, co je schopné nebo možné, se nějakým způsobem odlišit, samostatně existovat (jak konkrétně, hmotně tak i abstraktně)

„ mol je takové množství látky, které je tvořeno přesně stejným počtem částic (nebo definovaných entit) jaký je počet atomů ve 12 g (nuklidu) uhlíku $^{12}C$ “

# Mol - číselné závislosti

- počet částic : $6{,}022 \cdot 10^{23}$ částic / 1 mol

  $N_A$ , Avogadrova konstanta

- číselná hodnota molové hmotnosti (molová hmotnost) :

  M , (g / mol)

- číselná hodnota poměrné molové hmotnosti (poměrná molová hmotnost) :

  $M_r$ , (nemá rozměr)

- molární objem :

  $V_M$ , (l / mol) p = 101,3 kPa

  t = 0° C 22,4 l / mol

- velikost náboje :

  z • F, (C / mol) F = 96.500 C / mol (Faraday)

  z = počet nábojů u uvažované částice

# Dohodnutý základ hmotnosti (1961) :

„1 / 12 hmotnosti nuklidu uhlíku $^{12}C$ “

hmotnost 1 mol $^{12}C$ je přesně 12 g

mol dohodnutého základu má hmotnost 1 g

# Výpočet atomové hmotnostní jednotky - „$m_u$“ :

1 / 12 hmotnosti z 12 g nuklidu $^{12}C$

$$m_u = \frac{1\ g}{6{,}022 \cdot 10^{23}} = \ldots.$$

rozměr (gramy):

12 g / 12 = 1 g

$\ldots. = 1{,}66 \cdot 10^{-24}\ g$

$m_u$ = the atomic mass unit (amu)
univerzální hmotnostní konstanta

# Výpočet (elementárního) náboje 1 $e^-$ :

náboj 1 molu $e^-$

$$1\ e^- = \frac{96.500\ C}{6{,}022 \cdot 10^{23}} = \ldots.$$

Faradayova konstanta
F = 96.500 C / mol

počet $e^-$ v 1 molu
Avogadrova konstanta

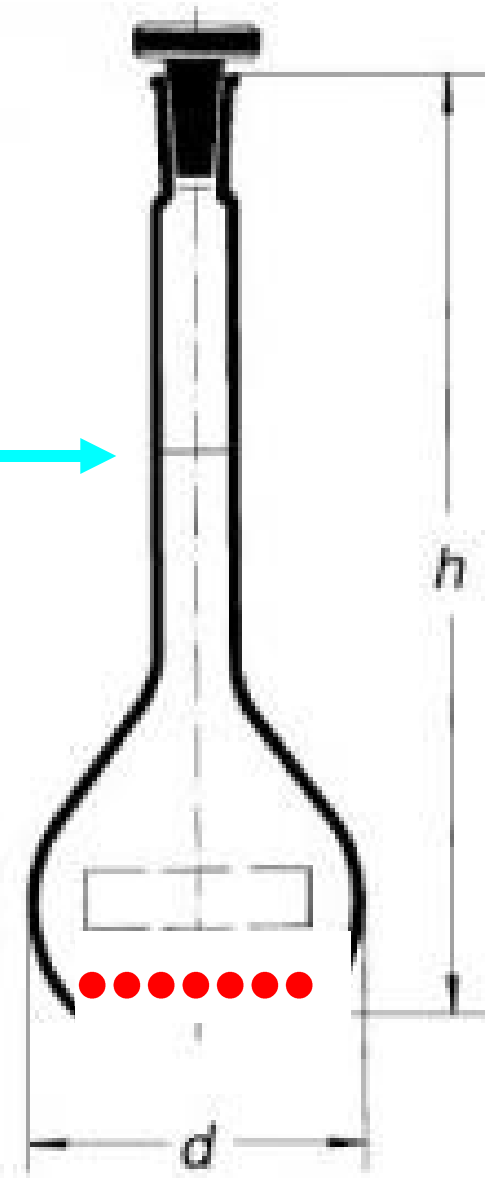
$\ldots. = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C / 1\ e^-$

pro elektron z = - 1
pro proton z = + 1

# Roztoky :

roztok = rozpuštěná látka + rozpouštědlo

**rozpouštědlo (solvent)**




**rozpuštěná látka (solut)**

v roztoku může být větší počet rozpuštěných látek

# Roztoky :

Koncentrace = množství látky v daném množství roztoku

(uvažujeme látku „B“)

## 1/ látková koncentrace $c_B$ $c(B)$ $[B]$

$$c_B = \frac{n_B}{V}$$

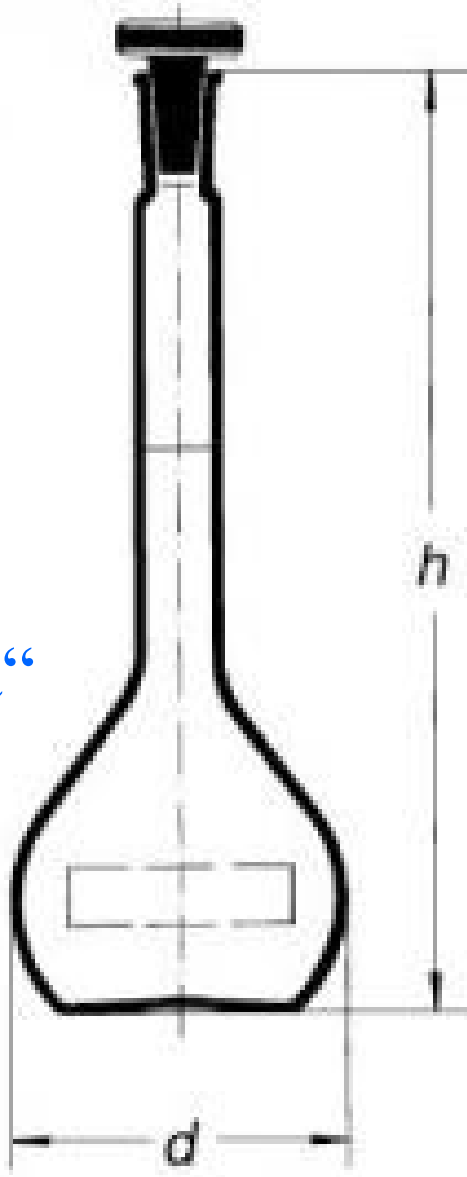
mol / l

„molarita“

## 2/ hmotnostní koncentrace $c_m$ $\rho_B$

$$\rho_B = \frac{m_B}{V}$$

g / l



# Roztoky :

## 3/ hmotnostní zlomek

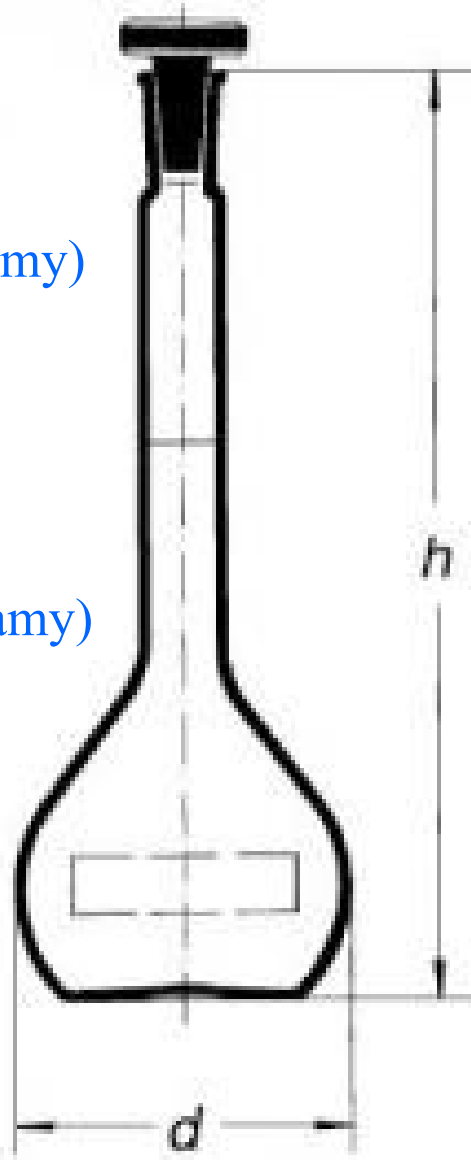
nemá rozměr

$$w_B = \frac{m_B}{m}$$

$m_B$ – hmotnost látky B (gramy)

$m$ – hmotnost roztoku (gramy)

nezávislost na teplotě !




**hmotnostní procento** $= \frac{m_B}{m} \cdot 100$

„počet gramů látky rozpuštěné ve 100 g roztoku“

# Roztoky - různá vyjádření zlomků :

**hmotnostní procento** $= \frac{m_B}{m} \cdot 100$

„per centum“ — setiny celku

**hmotnostní promile** $= \frac{m_B}{m} \cdot 1\,000$

„per mille“ — tisíciny celku

**ppm** $= \frac{m_B}{m} \cdot 1\,000\,000$

„parts per million“ [pa:ts pə:r ‚miliən] — miliontiny celku

obdobně lze vyjádřit i některé jiné druhy zlomků (nejen hmotnostní)

# Roztoky :

## 4/ objemový zlomek

nemá rozměr

$$\varphi_B = \frac{V_B}{V}$$

$V_B$ – objem látky B (litry)

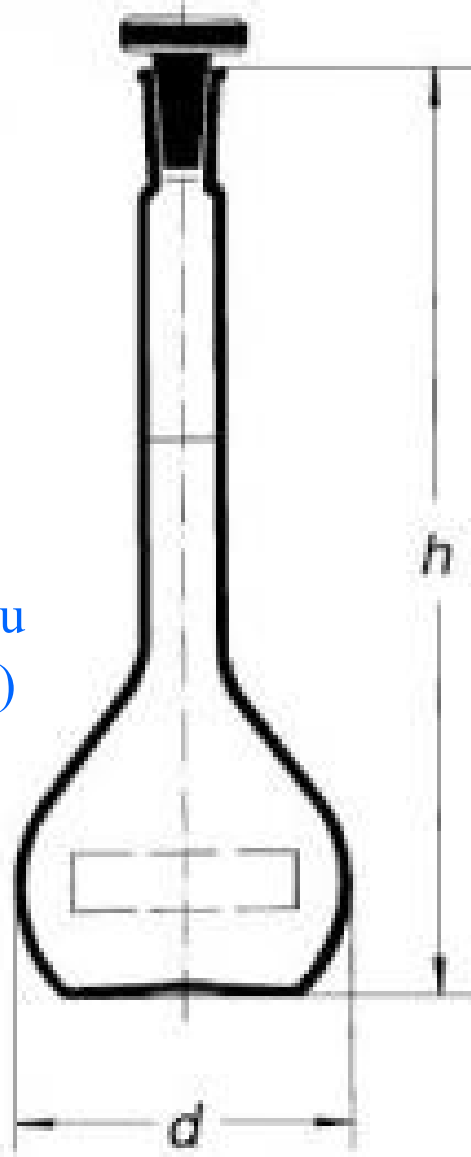
$V$ – celkový objem roztoku (litry)

shodné objemové jednotky,

shodné podmínky pro oba objemy

STP = standard temperature and pressure

[,staendəd ,temprəčər ,prešər]



# Roztoky :

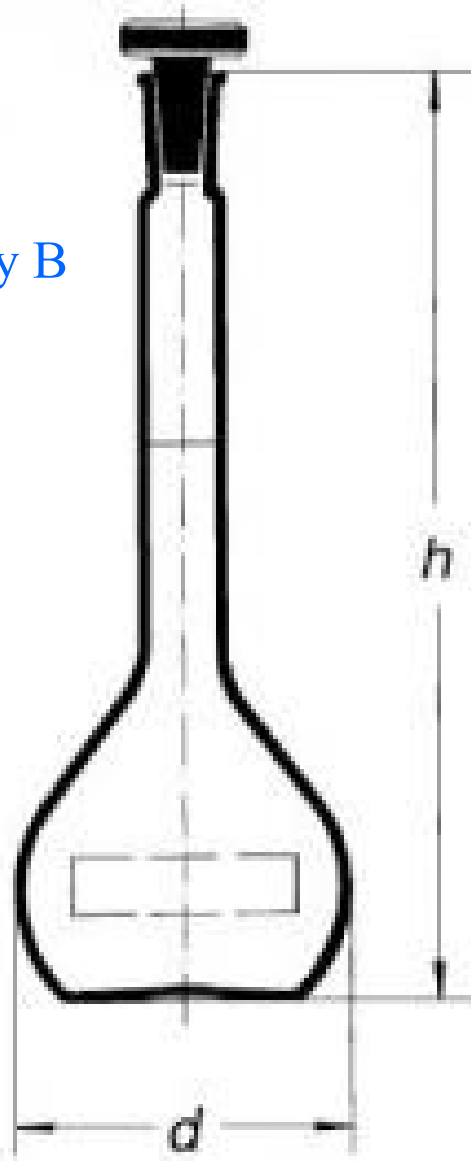
## 5/ molový zlomek

nemá rozměr

$$X_B = \frac{n_B}{n}$$

$n_B$ – látkové množství látky B

$n$ – celkové uvažované látkové množství



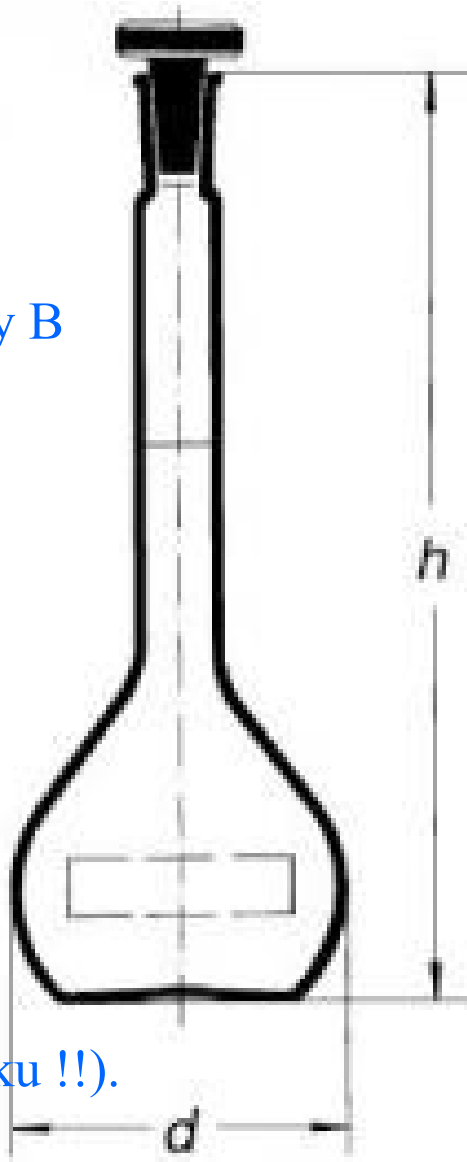
# Roztoky :

## 6/ molalita mol / kg

látkové množství látky B

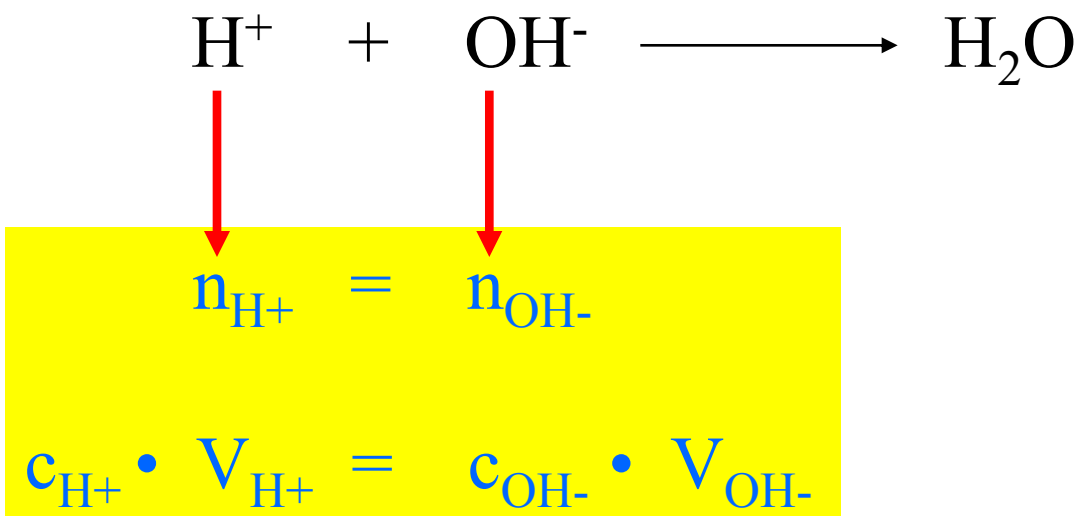
$$c_{mB} = \frac{n_B}{m_{rozpouštědla}}$$

„jednotková hmotnost rozpouštědla“




Je zde celý 1 kg rozpouštědla a k němu „přidané“ moly rozpuštěné látky (látka je „navíc“, celková hmotnost roztoku je tedy více než 1 kg !! Látka se „nedoplňuje“ do 1 kg roztoku !!).
Není závislost na teplotě.
Rozdíl molalita (mol / kg) vs. molarita (mol / l , látková koncentrace)
Odvozený pojem: OSMOLALITA

# Neutralizace :




**při úplné neutralizaci vícesytných kyselin/zásad :**

$H_2SO_4 \rightarrow 2 \cdot c_{H_2SO_4} \cdot V_{H_2SO_4}$

$H_3PO_4 \rightarrow 3 \cdot c_{H_3PO_4} \cdot V_{H_3PO_4}$

$Ca(OH)_2 \rightarrow 2 \cdot c_{Ca(OH)_2} \cdot V_{Ca(OH)_2}$

# Ředění roztoků :

**zředit 10krát :**

existující roztok představuje **1** objemový/hmotnostní díl,

přidáme **9** objemových/hmotnostních dílů rozpouštědla

→ zředění je **(1 + 9)**, tj. **10**násobné

v 10násobném objemu / 10násobné hmotnosti roztoku
je nyní původní množství rozpuštěné látky

(chybný postup: přidání 10 objemových/hmotnostních dílů
rozpouštědla → 11násobné zředění
(1 + 10) !!!

# Příklad přípravy roztoku :

připravujeme: 500 ml 1 mol HCl / l
? 30 % HCl (předpokládá se h = 1) $M_{r\ HCl}$ = 36,46

---

1 l → 1 mol HCl → 36,46 g HCl
0,5 l → 36,46 / 2 = 18,23 g HCl

( jakoby „100% kyseliny“ - ta neexistuje - máme 30 % kyselinu)

( % = ? ) 30 % → 30 g HCl …….. 100 ml (při h = 1,0)
18,23 g …… x

x : 100 = 18,23 : 30

x = 18,23 / 30 • 100 = 60,77 g 30 % HCl

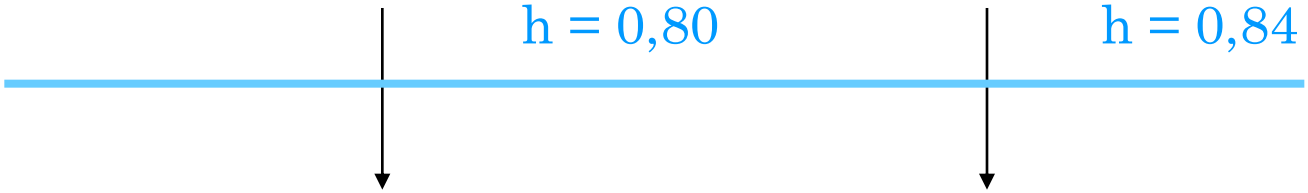
# **Justus** Freiherr **von LIEBIG** (1803-73)

- německý chemik
- kvantitativní organická analýza
- 1. vědec vůbec, který se zabýval problémem výživy lidstva
- r. 1840 publikuje spis o výživě rostlin (minerální teorie a „zákon minima“) *)
- dokázal, že organismy získávají energii „spalováním“ potravy

*) rostliny potřebují k výživě minerální látky, hlavně N, P, K
rostlina dobře prospívá jen tehdy, pokud má dost prvku, kterého je v půdě nejméně

# Příklad 13 (str. 8, „objemový zlomek, hustota“) 1 :

▫ EtOH 220 ml EtOH ve 250 ml ▫ $M_{r(EtOH)} = 46,07$




220 . 0,80 = 176 g EtOH 250 . 0,84 = 210 g roztoku

objemový zlomek = 220 ml / 250 ml = 0,88
hmotnostní zlomek = 176 g / 210 g = 0,83

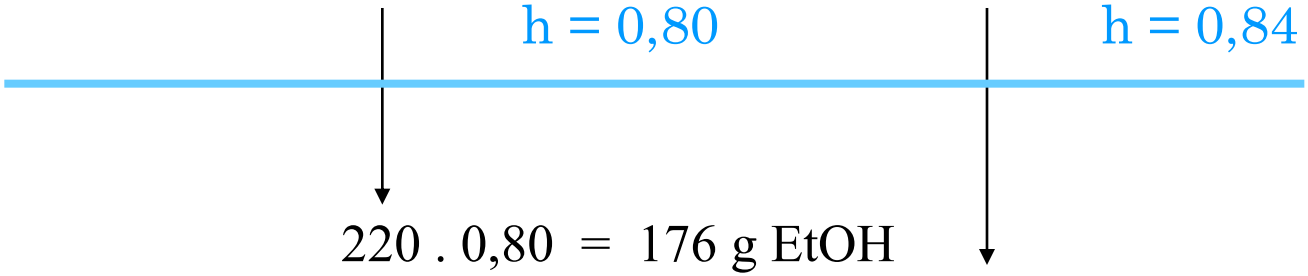
ZADÁNÍ :
Roztok ethanolu ve vodě obsahuje 220 ml absolutního alkoholu ve 250 ml roztoku.
Hustota roztoku je 0,84 g/ml,
hustotra ethanolu je 0,80 g/ml.
Vypočítejte: a/ objemový zlomek ethanolu
b/ hmotnostní zlomek ethanolu
c/ látkovou koncentraci ethanolu

$h \cdot V = m$
$g/ml \cdot ml = g$

# Příklad 13 (str. 8, „objemový zlomek, hustota“) 2 :

◘ EtOH 220 ml EtOH ve 250 ml ◘ $M_{r(EtOH)} = 46,07$

h = 0,80 h = 0,84



220 . 0,80 = 176 g EtOH

176 g EtOH / 250 ml /. 4 → převod na litr

704 g EtOH / 1 (hmotnostní koncentrace)

n = m / M = 704 / 46,07 = 15,28 mol EtOH (převod hmotnosti na moly)

molarita = 15,28 mol / l

ZADÁNÍ :

Roztok ethanolu ve vodě obsahuje 220 ml absolutního alkoholu ve 250 ml roztoku.
Hustota roztoku je 0,84 g/ml,
hustotra ethanolu je 0,80 g/ml.

Vypočítejte: a/ objemový zlomek ethanolu
b/ hmotnostní zlomek ethanolu
c/ látkovou koncentraci ethanolu

h . V = m

g / ml . ml = g

# Příklad 15 (str. 8, „objemový zlomek, hustota“) :

◘ MeOH 68 % w/w ? % v/v

h = 0,88 $h_{MeOH} = 0,8$

( % = ? )

68 g MeOH ve 100 g ◘

( převod: hmotnost → objem )

V = m / h viz dole

/ :0,8 / :0,88

85 ml MeOH ve 113,6 ml roztoku (◘ )

( % = ? )

x 100

x : 85 = 100 : 113,6

x = 100 / 113,6 . 85 = 0,748 = 74,8 %

h • V = m

g / ml • ml = g

V = m / h

ZADÁNÍ :

Vodný methanol (68 % hmot.) má hustotu 0,88 g / ml.

Vypočtěte koncentraci v objemových procentech, je-li hustota metanolu 0,80 g / ml.

# Příklad 16 (str. 8, „objemový zlomek, hustota“) :

◘ EtOH 25 % w/w ? *hmotnostní koncentrace*

h = 0,962 *EtOH a vody* → **g / l**

( % = ? )

25 g EtOH ve 100 g ◘

( převod: hmotnost → objem )

V = m / h viz dole

/ 0,962

25 g EtOH ve 103,9 ml

250 g EtOH ……. 1.039 ml

x ……. 1.000 ml (= 1 l)

x : 250 = 1000 : 1039

x = 1000 / 1039 . 250 = 240,6 g EtOH / l

750 g vody v 1.000 g

( převod: hmotnost → objem )

V = m / h viz dole / 0,962

750 g vody v 1.039 ml

x v 1.000 ml

x = 721 g vody / l

h • V = m

g / ml • ml = g

V = m / h

ZADÁNÍ :

Vodný roztok ethanolu (25 % hmot.) má hustotu 0,962 g / ml.

Jaká je hmotnostní koncentrace: a/ ethanolu

b/ vody ?

# Základní chemické zákony :

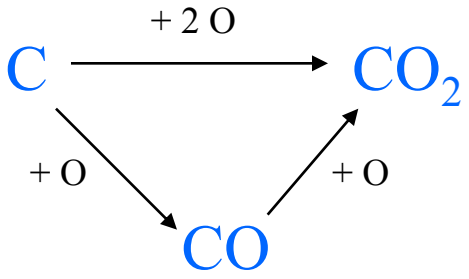
## 1/ z. zachování hmoty (Lomonosov, Lavoisier)

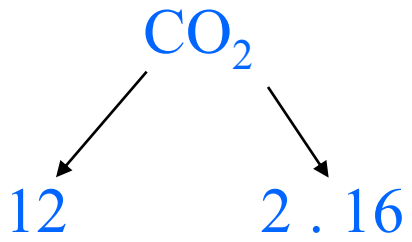
„hmotnost látek před reakcí

= hmotnosti látek reakcí vzniklých“

## 2/ z. stálých poměrů hmotnostních (slučovacích) (Proust)

„hmotnostní poměr prvků ve sloučenině je vždy týž,
nezáleží na tom, jak sloučenina vznikla“

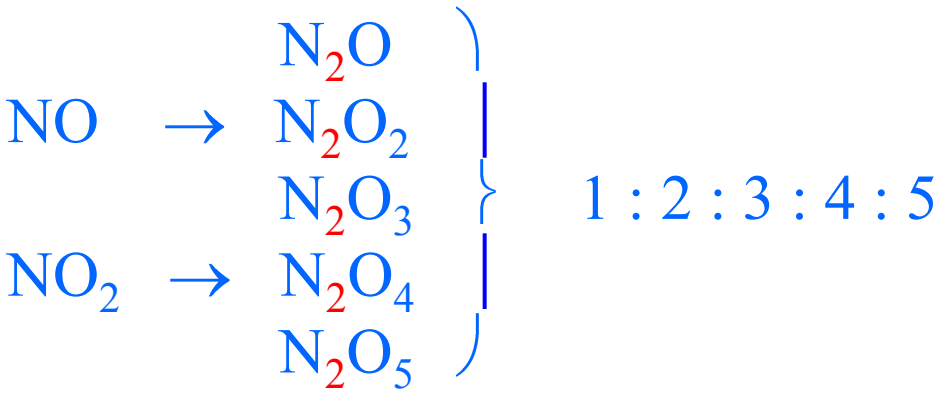


# Základní chemické zákony :

## 3/ z. množných poměrů váhových (Dalton)

„ tvoří-li 2 prvky více sloučenin,
jsou hmotnostní množství 1 prvku,
sloučená se stejným množstvím 2. prvku
v poměru malých a celých čísel“



# Základní chemické zákony :

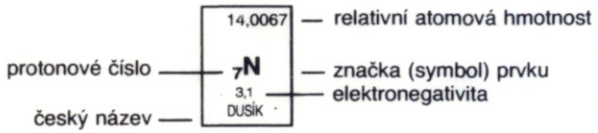
## 4/ Avogadrův z.

„ stejné objemy plynů (nebo par)
obsahují za stejných podmínek
stejné počty molekul“

## 5/ Mendělejevův periodický z.

„vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí
jejich atomového čísla“

# PERIODICKÁ SOUSTAVA PRVKŮ




| I. A | II. A | III. B | IV. B | V. B | VI. B | VII. B | VIII. B | VIII. B | VIII. B | I. B | II. B | III. A | IV. A | V. A | VI. A | VII. A | VIII. A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,0079 | | | | | | | | | | | | | | | | | 4,00260 |
| 1 H 2,2 VODÍK | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He HELIUM |
| 6,941 | 9,01218 | | | | | | | | | | | 10,81 | 12,011 | 14,0067 | 15,9994 | 18,998403 | 20,179 |
| 3 Li 0,97 LITHIUM | 4 Be 1,5 BERYLLIUM | | | | | | | | | | | 5 B 2,0 BOR | 6 C 2,5 UHLÍK | 7 N 3,1 DUSÍK | 8 O 3,5 KYSLÍK | 9 F 4,1 FLUOR | 10 Ne NEON |
| 22,98977 | 24,305 | | | | | | | | | | | 26,98154 | 28,0855 | 30,97376 | 32,06 | 35,453 | 39,948 |
| 11 Na 1,0 SODÍK | 12 Mg 1,2 HOŘČÍK | | | | | | | | | | | 13 Al 1,5 HLINÍK | 14 Si 1,7 KŘEMÍK | 15 P 2,1 FOSFOR | 16 S 2,4 SÍRA | 17 Cl 2,8 CHLÓR | 18 Ar ARGON |
| 39,0983 | 40,80 | 44,9559 | 47,90 | 50,9414 | 51,996 | 54,9380 | 55,847 | 58,9332 | 58,70 | 63,546 | 65,38 | 69,72 | 72,59 | 74,9216 | 78,96 | 79,904 | 83,80 |
| 19 K 0,91 DRASLÍK | 20 Ca 1,0 VÁPNÍK | 21 Sc 1,2 SKANDIUM | 22 Ti 1,3 TITAN | 23 V 1,5 VANAD | 24 Cr 1,6 CHROM | 25 Mn 1,6 MANGAN | 26 Fe 1,6 ŽELEZO | 27 Co 1,7 KOBALT | 28 Ni 1,7 NIKL | 29 Cu 1,7 MĚĎ | 30 Zn 1,7 ZINEK | 31 Ga 1,8 GALLIUM | 32 Ge 2,0 GERMANIUM | 33 As 2,2 ARSEN | 34 Se 2,5 SELEN | 35 Br 2,7 BROM | 36 Kr KRYPTON |
| 85,4678 | 87,62 | 88,9059 | 91,22 | 92,9064 | 95,94 | (97) | 101,07 | 102,9055 | 106,4 | 107,868 | 112,41 | 114,82 | 118,69 | 121,75 | 127,60 | 126,9045 | 131,30 |
| 37 Rb 0,89 RUBIDIUM | 38 Sr 0,99 STRONCIUM | 39 Y 1,1 YTTRIUM | 40 Zr 1,2 ZIRKONIUM | 41 Nb 1,2 NIOB | 42 Mo 1,3 MOLYBDEN | 43 Tc 1,4 TECHNECIUM | 44 Ru 1,4 RUTHENIUM | 45 Rh 1,4 RHODIUM | 46 Pd 1,3 PALLADIUM | 47 Ag 1,4 STŘÍBRO | 48 Cd 1,5 KADMIUM | 49 In 1,5 INDIUM | 50 Sn 1,7 CÍN | 51 Sb 1,8 ANTIMON | 52 Te 2,0 TELLUR | 53 I 2,2 JOD | 54 Xe XENON |
| 132,9054 | 137,33 | 138,9055 | 178,49 | 180,9479 | 183,85 | 186,207 | 190,2 | 192,22 | 195,09 | 196,9665 | 200,59 | 204,37 | 207,2 | 208,9804 | (209) | (210) | (222) |
| 55 Cs 0,86 CESIUM | 56 Ba 0,97 BARYUM | 57 La 1,1 LANTHAN | 72 Hf 1,2 HAFNIUM | 73 Ta 1,3 TANTAL | 74 W 1,4 WOLFRAM | 75 Re 1,5 RHENIUM | 76 Os 1,5 OSMIUM | 77 Ir 1,5 IRIDIUM | 78 Pt 1,4 PLATINA | 79 Au 1,4 ZLATO | 80 Hg 1,4 RTUŤ | 81 Tl 1,4 THALLIUM | 82 Pb 1,5 OLOVO | 83 Bi 1,7 BISMUT | 84 Po 1,8 POLONIUM | 85 At 1,9 ASTAT | 86 Rn RADON |
| (223) | 226,0254 | 227,0278 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 87 Fr 0,86 FRANCIUM | 88 Ra 0,97 RADIUM | 89 Ac 1,0 AKTINIUM | 104 Ku KURČATOVIUM | 105 (Ha) (Ns) (HAHNIUM) (NIELSBOHRIUM) | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 140,12 | 140,9077 | 144,24 | (145) | 150,4 | 151,96 | 157,25 | 158,9254 | 162,50 | 164,9304 | 167,26 | 168,9342 | 173,04 | 174,97 |
| 58 Ce 1,1 CER | 59 Pr 1,1 PRASEODYM | 60 Nd 1,1 NEODYM | 61 Pm 1,1 PROMETHIUM | 62 Sm 1,1 SAMARIUM | 63 Eu 1,0 EUROPIUM | 64 Gd 1,1 GADOLINIUM | 65 Tb 1,1 TERBIUM | 66 Dy 1,1 DYSPROSIUM | 67 Ho 1,1 HOLMIUM | 68 Er 1,1 ERBIUM | 69 Tm 1,1 THULIUM | 70 Yb 1,1 YTTERBIUM | 71 Lu 1,1 LUTECIUM |
| 232,0381 | 231,0359 | 238,029 | 237,0482 | (244) | (243) | (247) | (247) | (251) | (254) | (257) | (258) | (259) | (260) |
| 90 Th 1,1 THORIUM | 91 Pa 1,1 PROTAKTINIUM | 92 U 1,2 URAN | 93 Np 1,2 NEPTUNIUM | 94 Pu 1,2 PLUTONIUM | 95 Am 1,2 AMERICIUM | 96 Cm 1,2 CURIUM | 97 Bk 1,2 BERKELIUM | 98 Cf 1,2 KALIFORNIUM | 99 Es 1,2 EINSTEINIUM | 100 Fm 1,2 FERMIUM | 101 Md 1,2 MENDELEVIUM | 102 No 1,2 NOBELIUM | 103 Lr 1,2 LAWRENCIUM |