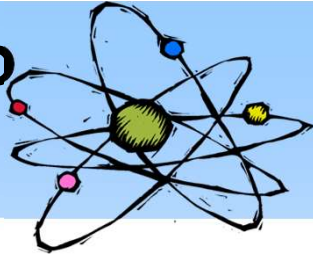


Chemie pro  
textil



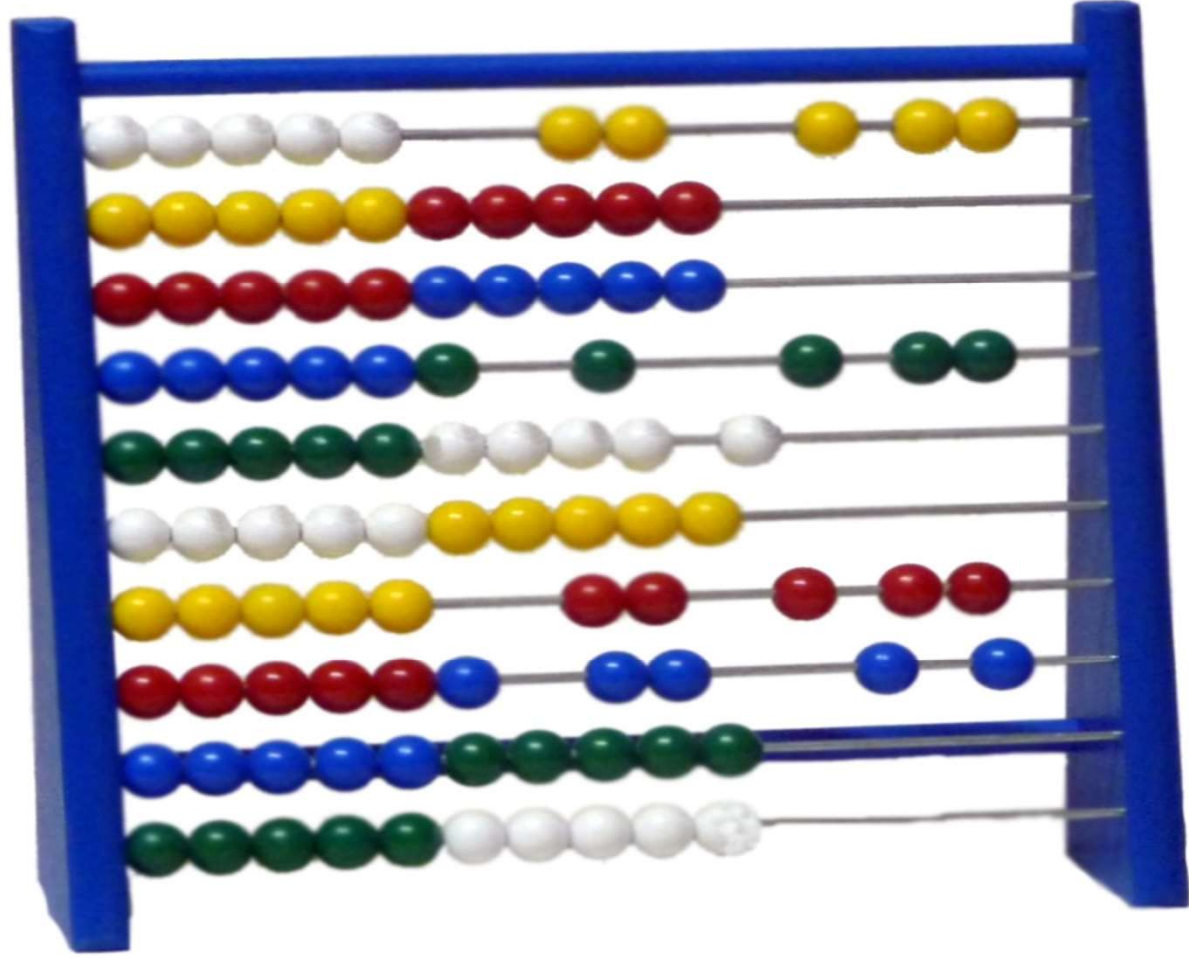
## 4. Výpočty a koncentrace

Na lavičce se objímají matematik s  
matematickou.

On říká: "Miláčku, taky myslíš na to, co já?"

"Ano, zlato."

"A kolik ti to vyšlo?"



Jakub Wiener



# Vyjadřování koncentrace v chemii →



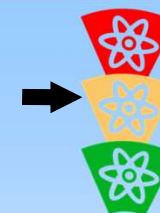
**V chemii se používá celá škála různých metod vyjadřování koncentrace látek**

## **Jde o zásadní záležitost:**

- rozpuštěním chemikálií v rozpouštědle lze definovaně snížit jejich koncentraci – díky tomu lze chemikálie přesněji dávkovat (důvod používání zásobních roztoků v laboratoři)
- Některé chemikálie nelze získat ve 100% stavu (azeotropické směsi – např.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) nebo 100% nelze dosáhnout u nestabilních chemikálií ( $\text{NaClO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ )
- Kontrola výrobních procesů
- Příprava směsí chemikálií



# Azeotrop = azeotropická směs



Při destilaci některých směsí látek vznikají směsi o definovaném složení a maximální resp. minimální teplotě varu - při oddělování složek směsi se danou chemikálii podaří zkoncentrovat jen na určitou hodnotu

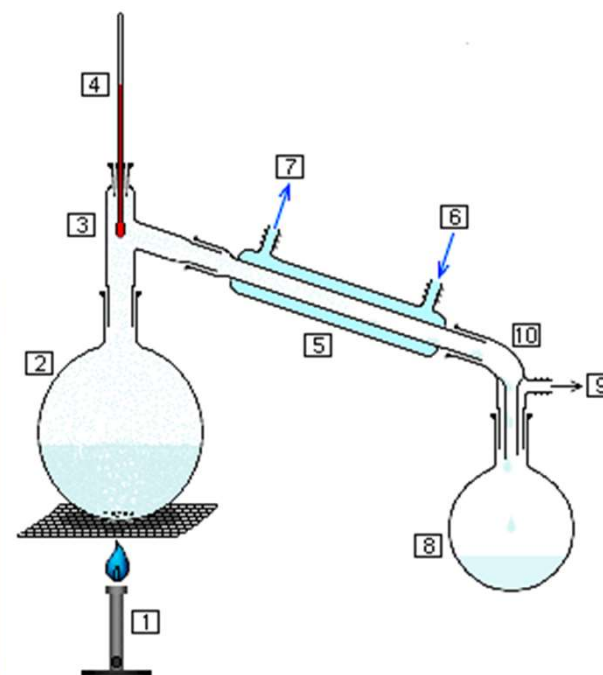
**$\text{HNO}_3$  (68%) / voda – vře při 120 °C**

**$\text{HClO}_4$  (28.4%) / voda - vře při 203 °C**

**$\text{HF}$  (35.6%) / voda - vře při 111 °C**

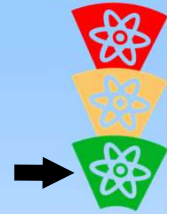
**$\text{H}_2\text{SO}_4$  (98.3%) / voda – vře při 338 °C**

**Etanol (96%) / voda – vře při 78 °C**



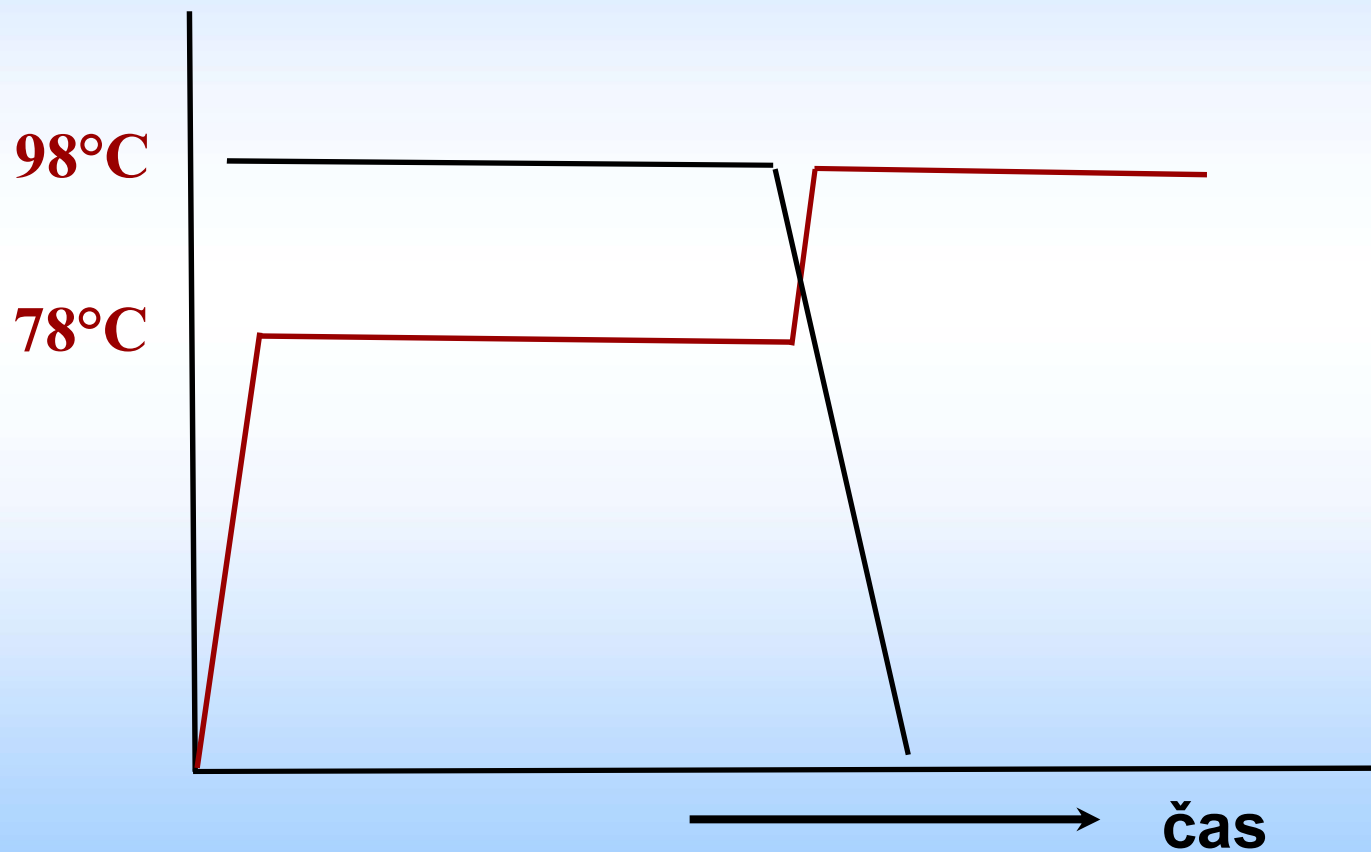


# Destilace směsi dvou mísitelných kapalin

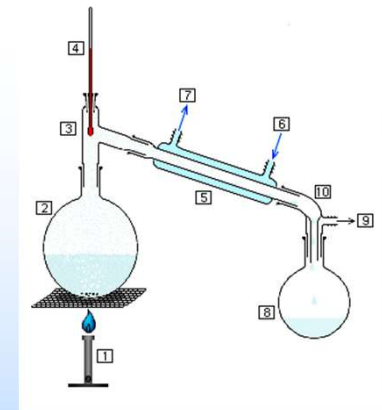


teplota

obsah lihu v destilátu



96 %

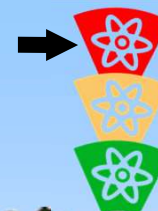


0 %

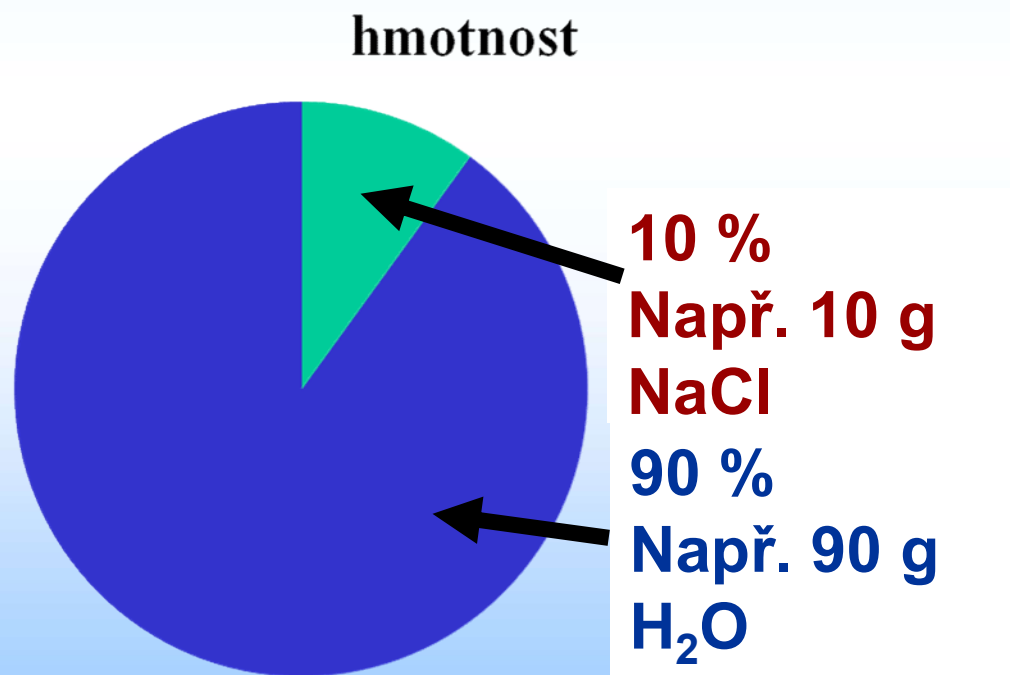
Na počátku: směs ethanol voda (1:1)



# Hmotnostní procenta



Hmotnost roztoku je tvořena hmotností rozpouštědla a hmotností rozpuštěné látky

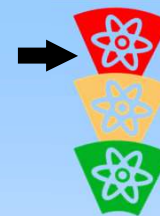


Velmi vhodný způsob vyjádření koncentrace roztoků pokud budeme dávkovat hmotnostně

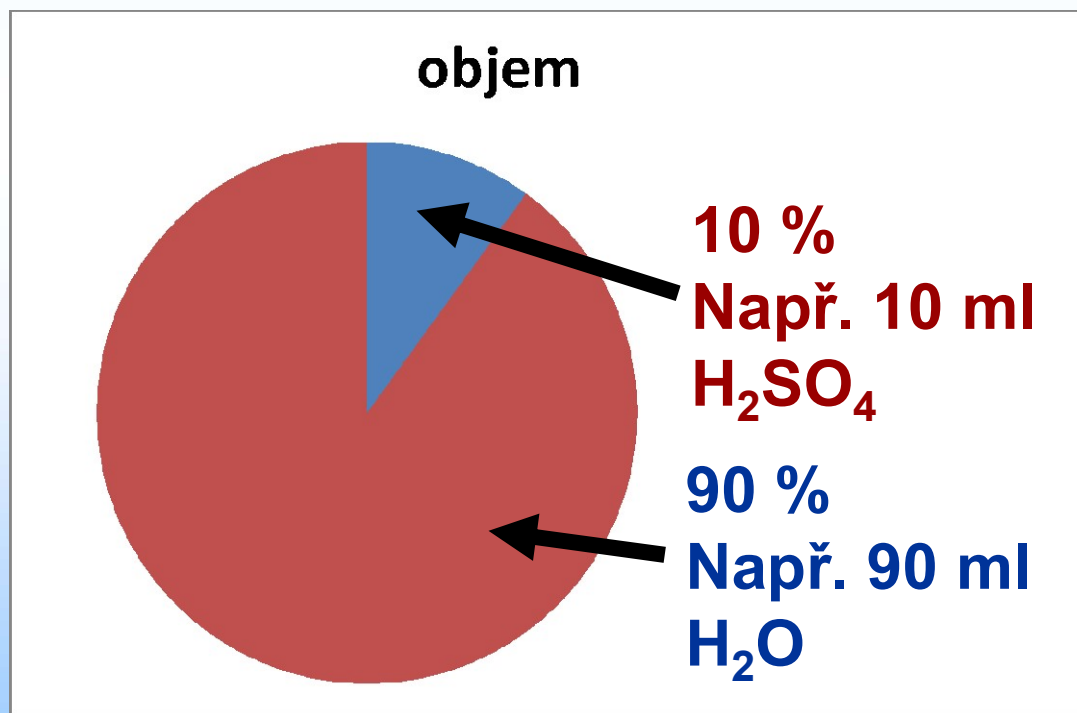
Takové vyjádření je obvyklé o látek tuhých, ale používá se i u koncentrovanějších roztoků.



# Objemová procenta



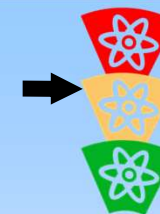
**Objem roztoku je tvořena objemem rozpouštědla a objemem rozpuštěné látky**



**Vhodné pro  
plyny a kapaliny,  
které budeme  
dávkovat  
objemově**



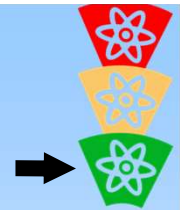
# Hustota roztoků



- Hustoty koncentrovanější roztoků běžných látek jsou v chemických tabulkách. U hodně zředěných **vodných** roztoků můžeme bez větší chyby předpokládat že:
  - 1 ml roztoku = 1 g roztoku.
  - 1 l roztoku = 1 kg roztoku
  
- 1 litr = 1 dm<sup>3</sup>
- 1 mililitr = 1 cm<sup>3</sup>



# Hustota

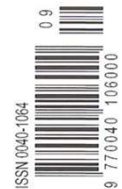


Již 62 let jsme důstojným partnerem českého průmyslu...

# Technický týdeník 09

6. 5. 2014 / Ročník LXII / Cena 39 Kč / 0.87 €

www.techtydenik.cz



## Fyzikové měli objevit nový druh nmoty. Máme tentokrát věřit?

Od objevu Higgsova bosonu v roce 2012 z největšího světového urychlovače LHC dlouho žádná nová částice nepřiblíla. Změnilo se to až letos. Když samotný urychlovač procházel opravami a ignoroval na výstřižcích, odborníci se stále ještě přebírali údaji, které sestíral během provozu. Zatímco ty největší desky byly zabývány hlavně hledáním dalších stopy po Higgsově bosonu, alychom opravou mohli vyložit, že jako pozorování nebyla chyba, částí přitáhly měly jiné úlohy.

Detektor LHCb mohl jít hledat stopy po částicích zvaných tetrakvarky. A záda se, že uspel. Vědci na něm pracující zveřejnili výsledky, které by se měly dokázat. Neopatří-li stopy vylučují náhodou také částic označovaných neobčasnou značkou Z(4430).

Stejně jako v případě Higgsova bosonu jde o částici, kterou nedokážeme pozorovat přímo. Vědci hledají důvěrný státek dvou velmi rychle protí sobe letících částic (v tomto případě dvou protonů). Částice se rozzedí na drobný materiál, který zachytí detektory, a vědci se postí snaží dopočítat, co písně se během srážky a hromadění částic stalo. Nejmenší se čtyřech tisícových příkladů se vědci na LHCb při podání zachytit stopy zmínovaných Z(4430).

Na nové částici je nejzajímavější pro fyziky to, že by měla patřit mezi tzv. tetrakvarky. Tetra je předpona odvozená z řečtiny a znamená „čtyři“. Kvarky jsou pak malé elementární částice, ze kterých se skládají částice jako protony nebo neutrony, tedy částice partikl mezi tzv. baryony. (Stejně jako proton to není úplně takhle přirovnání, protože tetra kvarky mohou obsahovat kvarky a antikvarky, důležité aby byly dohromady čtyři).

Důležité rovněž je, že ty dohromady tvoří jen tři kvarky. Záměrně částice složené jen z dvoje kvarky, antikvarky a zony. A pak se samozřejmě nabízí otázka: když mohou být kvarky a antikvarky dohromady v částici po dvou či třech, tak proč ne čtyřech nebo pěti? Mohou existovat a jak by měly vlastnosti?

www.techtydenik.cz

Teoretičtí fyzici nevědí. Mělo by být možné spočítat, zda takové částice mohou existovat, ale z praktického hlediska je podstaty výpočet příliš složitý. Odpovědi tak zůstává na fyzikálních experimentálních na urychlovačích. Ti se osem dlouho nedokázali na jasné odpovědi dohodnout.

V roce 2008 obhájil japonští vědci, že snad zachytili stopy možného tetrakvarku na urychlovači KEKB. Ale tím pracují na americkém urychlovači jejich výsledky neopakovat. Jestli bylo náhodné první měření nebo to drabě, to nebylo v tu chvíli jasné. Fyzikové pracující na LHCb doufají, že v otázce uvidí jasně. Jejich tým pracoval s 30krát větším souborem měření než japonští a americký tým, a jejich výsledky by tedy měly být méně ovlivněny náhodou. Existenci částice Z(4430) lze tedy v tuto chvíli považovat za pravděpodobnou.

Neměli bychom však být nadměrně optimisti. V první polovině první dekády 21. století dokonce hned několik týmů v Japonsku i USA našlo v údajích podobné anomálie. Když měly ukazovat na objev nových částic. Údaje se však při takové podobě, že vědci dokonce už uvažovali o jejich vlastnosti a dospěli k závěru, že mají jít o první kvarky, tedy „přítelky“. Následně se ukázalo, že se jedná o rychlé jako se stopy. Hledá se na každý podobný případ, ale výsledky se jen dalším třinácti nedaly pozorovat. Druhá polovina desetiletí už byly pentakvarky považovány jen za přelud.

Upokojte tyto částice opravdu potvrdí, zůstanou doménou specialistů, protože za běžných podmínek se nevyskytují. Možná by se daly najít třeba v jádrech neutronových hvězd. Ide je hmotu tak hustá, že čajová lžička cca 5 mililitrů materiálu by vážila zhruba stejně jako jeden alpský kopec (jde o materiál z nitra hvězdy s předpokládanou hustotou kolem 1018 kg/m<sup>3</sup>).

Rubriku Věda připravuje: /jj/

I pokud se tyto částice opravdu potvrdí, zůstanou doménou specialistů, protože za běžných podmínek se nevyskytují. Možná by se daly najít třeba v jádrech neutronových hvězd, kde je hmota tak hustá, že čajová lžička (cca 5 mililitrů materiálu) by vážila zhruba stejně jako jeden alpský kopec (jde o materiál z nitra hvězdy s předpokládanou hustotou kolem 1018 kg/m<sup>3</sup>).

Rubriku Věda připravuje: /jj/

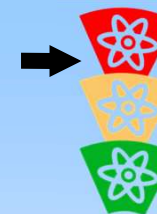
Je tento příklad při hustotě 1018 kg/m<sup>3</sup> správně ?

Kde udělalo „jj“ chybu?

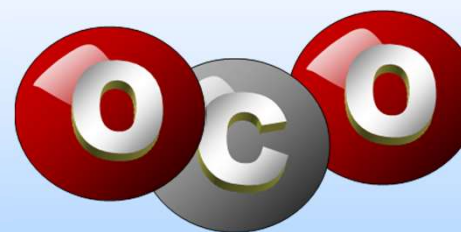




# Složení vzduchu

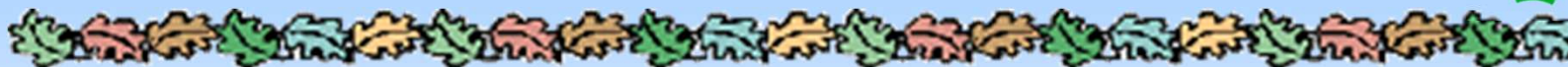
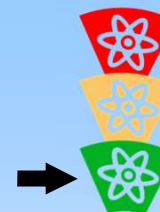


plyn	objem %	hmotnost %
dusík	78,09	75,51
kyslík	20,95	23,16
argon	0,93	1,28
oxid uhličitý	0,033 (334 ppm)	0,05
neon	0,0018 (18,18 ppm)	0,0012
helium	0,000524 (5,24 ppm)	0,000072
metan	0,0002 (2 ppm)	0,0001
krypton	0,000114 (1,14 ppm)	0,0003
vodík	0,00005 (0,5 ppm)	0,000001
xenon	0,0000087 (87 ppb)	0,00004





# Složení vzduchu



Bude pusou nafouknutý balonek stoupat či klesat?

= **problém hustoty**

**Vydýchnutý vzduch**

- **vyšší koncentrace vody, více CO<sub>2</sub>**

- **vyšší teplota**

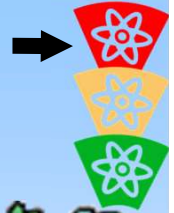
**V balonku - vyšší tlak**

Pro ideální plyn platí jednoduchá stavová rovnice svazující tlak ( $p$ ), objem ( $V$ ), látkové množství ( $n$ ) a teplotu ( $T$ ). V rovnici se dále objevuje plynová konstanta  $R$  [ $\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ].

$$pV=nRT$$



# Vyjádření v gramech na litr



Hmotnostní koncentrace je hmotnost látky v 1 dm<sup>3</sup> (litru) roztoku.

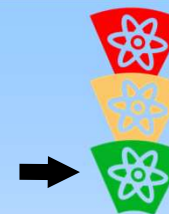
Hmotové jednotky se volí podle koncentrace, která je pak vyjádřena takto: g.l<sup>-1</sup>, mg.l<sup>-1</sup>, μg.l<sup>-1</sup>, ng.l<sup>-1</sup>

Zápis hmotnostní koncentrace látky A je následující

$$c_m(A) = a \text{ g.l}^{-1}$$



# Příklad výpočtu



**Poměr lázně: 1:100**

**Hmotnost textilie: 2 g**

**Požadovaná koncentrace NaCl: 10g/l**

**Požadovaná koncentrace Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>: 1%**

**K dispozici: zásobní roztok NaCl o koncentraci 100 g/l**

**K dispozici: zásobní roztok Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> o koncentraci 20 g/l**

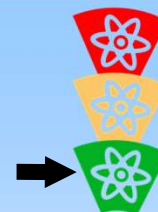
**Jaký je celkový objem lázně ?**

**Kolik budeme dávkovat zásobního roztoku NaCl?**

**Kolik budeme dávkovat zásobního roztoku Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>?**



# Příklad výpočtu



Poměr lázně: 1:100

Hmotnost textilie: 2 g

hmotnost = objem. koncentrace

Požadovaná koncentrace NaCl: 10g/l

Požadovaná koncentrace Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>: 1%

K dispozici: zásobní roztok NaCl o koncentraci 100 g/l

K dispozici: zásobní roztok Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> o koncentraci 20 g/l

A) Jaký je celkový objem lázně ?

**Objem lázně:  $100 \times 2 = 200$  ml**

A) Kolik budeme dávkovat zásobního roztoku NaCl?

**Hmotnost NaCl =  $0,2$  litru  $\times$  10 g/litr = 2 g**

**Objem roztoku NaCl =  $2$  g / 100 g/litr =  $0,02$  l = 20 ml**

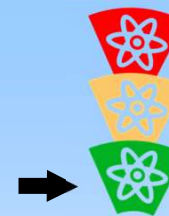
A) Kolik budeme dávkovat zásobního roztoku Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>?

**Hmotnost Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> = 1% z 2 g =  $0,01 \times 2 = 0,02$  g**

**Objem roztoku Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> =  $0,02$  g / 20 g/litr =  $0,001$  l = 1ml**



# Příklad



Máme obarvit **1 g** textilního materiálu barvicí lázní  
o složení:

**1 %** barviva (zásobní roztok 1g/l)

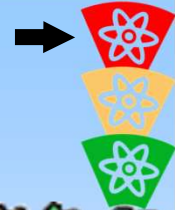
**10 %** Glauberovy soli, tj.  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (pevná)

**10 g.l<sup>-1</sup>** sody, tj.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (zás. roztok 100g/l)

**1 : 100** poměr lázně



ppm



ppm = Parts per million (z angličtiny, česky „dílů či částic na jeden milion“), zkráceně též ppm, je výraz pro jednu miliontinu (celku); někdy je tento výraz odvozován i z latinského *pars per milion*.

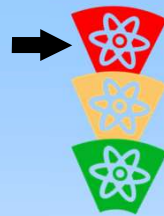
$$1 \% = 10\,000 \text{ ppm}$$

$$1 \text{ ‰} = 1\,000 \text{ ppm}$$

ppb = 1 miliardtinu z celku (*parts per billion*)



ppm



**1 ppmv (1 ppm volume) označuje jednu objemovou část v milionu, což například zhruba odpovídá jedné kapce inkoustu ve 150 litrech vody**

**1 ppmw (1 ppm weight) označuje jednu hmotnostní část v milionu, např. jeden gram v jedné tuně**

**1 ppma (1 ppm atomic) označuje jednu částici dané látky v 1 000 000 částic**

## Composition of Dry Air

Gas		Concentration	
Name	Symbol	Volume %	ppmv
Nitrogen	N <sub>2</sub>	78.084	780,840
Oxygen	O <sub>2</sub>	20.947	209,470
Argon	Ar	0.934	9,340
Carbon dioxide	CO <sub>2</sub>	0.033	330
Neon	Ne	0.001820	18.20
Helium	He	0.000520	5.20
Methane	CH <sub>4</sub>	0.000200	2.00
Krypton	Kr	0.000110	1.10
Sulfur dioxide	SO <sub>2</sub>	0.000100	1.00
Hydrogen	H <sub>2</sub>	0.000050	0.50
Nitrous oxide	N <sub>2</sub> O	0.000050	0.50
Xenon	Xe	0.000009	0.09
Ozone	O <sub>3</sub>	0.000007	0.07
Nitrogen dioxide	NO <sub>2</sub>	0.000002	0.02

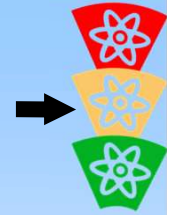
### Notes:

- ppmv = Parts per million parts by volume
- Water vapor varies up to maximum of 4 volume percent
- The total volume percent of the listed gases does not equal exactly 100 percent due to rounding numbers



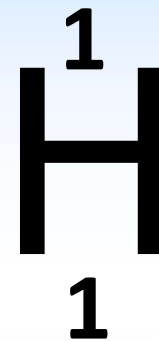


**Látkové množství (...množství částic)**



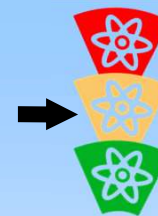
**Avogadro se zeptal :**

**Kolik atomů je v jednom gramu vodíku?**

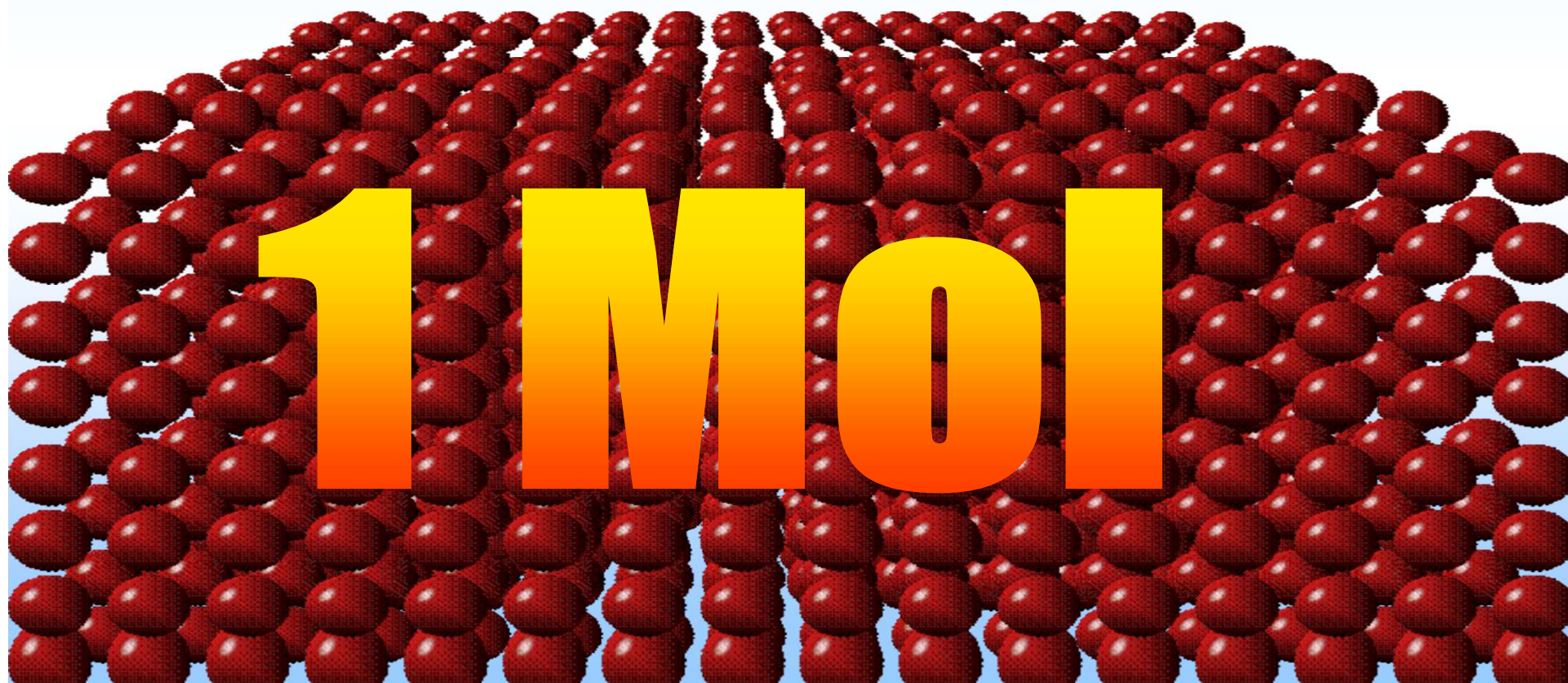




Látkové množství (...množství částic)

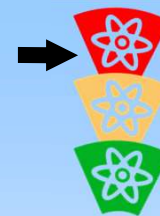


Avogadro si odpověděl:  $6.022 \times 10^{23} =$   
**602,200,000,000,000,000,000,000**





# Látkové množství - mol



**1 mol obsahuje právě tolik částic (např. atomů, molekul), kolik je atomů je obsaženo ve 12 gramech uhlíku (izotop C12) o hmotnosti 12g.**

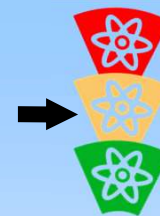
- Použitelné pro libovolné částice
- 1 mol je tzv. Avogadrova konstanta  
 $NA = 6,022 \cdot 10^{23}$

- užívané násobky a zlomky:  
1 mmol = 0,001 mol  
1 kmol = 1 000 mol





# Molární hmotnost



**Molární hmotnost = suma (počet atomů v molekule x jejich atomová hmotnost)**

**C ... 12 g/mol**

**H ... 1 g/mol**

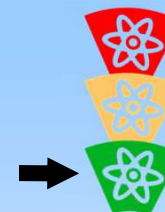
**O ... 16 g/mol**

**N ... 12 g/mol**

**CH<sub>4</sub> ... 12 + 4x1 ... 16 g/mol**



# Molární hmotnost



## Periodická soustava prvků

1 <b>H</b> 1.0079																	2 <b>He</b> 4.0026
3 <b>Li</b> 6.941	4 <b>Be</b> 9.0122											5 <b>B</b> 10.811	6 <b>C</b> 12.011	7 <b>N</b> 14.007	8 <b>O</b> 15.999	9 <b>F</b> 18.998	10 <b>Ne</b> 20.180
11 <b>Na</b> 22.990	12 <b>Mg</b> 24.305	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 <b>Al</b> 26.982	14 <b>Si</b> 28.086	15 <b>P</b> 30.974	16 <b>S</b> 32.066	17 <b>Cl</b> 35.453	18 <b>Ar</b> 39.948
19 <b>K</b> 39.098	20 <b>Ca</b> 40.078	21 <b>Sc</b> 44.956	22 <b>Ti</b> 47.867	23 <b>V</b> 50.942	24 <b>Cr</b> 51.996	25 <b>Mn</b> 54.938	26 <b>Fe</b> 55.845	27 <b>Co</b> 58.933	28 <b>Ni</b> 58.693	29 <b>Cu</b> 63.546	30 <b>Zn</b> 65.39	31 <b>Ga</b> 69.723	32 <b>Ge</b> 72.61	33 <b>As</b> 74.922	34 <b>Se</b> 78.96	35 <b>Br</b> 79.904	36 <b>Kr</b> 83.80
37 <b>Rb</b> 85.468	38 <b>Sr</b> 87.62	39 <b>Y</b> 88.906	40 <b>Zr</b> 91.224	41 <b>Nb</b> 92.906	42 <b>Mo</b> 95.94	43 <b>Tc</b> (98)	44 <b>Ru</b> 101.07	45 <b>Rh</b> 102.51	46 <b>Pd</b> 106.42	47 <b>Ag</b> 107.87	48 <b>Cd</b> 112.41	49 <b>In</b> 114.82	50 <b>Sn</b> 118.71	51 <b>Sb</b> 121.76	52 <b>Te</b> 127.60	53 <b>I</b> 126.90	54 <b>Xe</b> 131.29
55 <b>Cs</b> 132.91	56 <b>Ba</b> 137.33	57-71 *	72 <b>Hf</b> 178.49	73 <b>Ta</b> 180.95	74 <b>W</b> 183.84	75 <b>Re</b> 186.21	76 <b>Os</b> 190.23	77 <b>Ir</b> 192.22	78 <b>Pt</b> 195.08	79 <b>Au</b> 196.97	80 <b>Hg</b> 200.59	81 <b>Tl</b> 204.38	82 <b>Pb</b> 207.2	83 <b>Bi</b> 208.98	84 <b>Po</b> (209)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)
87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> (226)	89-103 #	104 <b>Rf</b> (261)	105 <b>Db</b> (262)	106 <b>Sg</b> (263)	107 <b>Bh</b> (264)	108 <b>Hs</b> (265)	109 <b>Mt</b> (266)	110 <b>Uun</b> (269)	111 <b>Uuu</b> (272)	112 <b>Uub</b> (269)		114 <b>Uuq</b> ‡		116 <b>Uuh</b> ‡		118 <b>Uuo</b> ‡

\* Lanthanide series

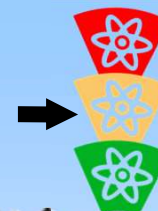
57 <b>La</b> 138.91	58 <b>Ce</b> 140.12	59 <b>Pr</b> 140.91	60 <b>Nd</b> 144.24	61 <b>Pm</b> (145)	62 <b>Sm</b> 150.36	63 <b>Eu</b> 151.96	64 <b>Gd</b> 157.25	65 <b>Tb</b> 158.93	66 <b>Dy</b> 162.50	67 <b>Ho</b> 164.93	68 <b>Er</b> 167.26	69 <b>Tm</b> 168.93	70 <b>Yb</b> 173.04	71 <b>Lu</b> 174.967
---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------

# Actinide series

89 <b>Ac</b> (227)	90 <b>Th</b> 232.04	91 <b>Pa</b> 231.04	92 <b>U</b> 238.03	93 <b>Np</b> (237)	94 <b>Pu</b> (244)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (252)	100 <b>Fm</b> (257)	101 <b>Md</b> (258)	102 <b>No</b> (259)	103 <b>Lr</b> (262)
--------------------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------



# Molární hmotnost



## Příklady chemikálií k výpočtu molární hmotnosti

	Hydrogen	Water	Ammonia	Methane
<b>Molecular formula</b>	$H_2$	$H_2O$	$NH_3$	$CH_4$
<b>Structural formula</b>	$H-H$	$H-O-H$	$\begin{array}{c} H-N-H \\   \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} H \\   \\ H-C-H \\   \\ H \end{array}$
<b>Ball-and-stick model</b>				
<b>Space-filling model</b>				



# Molární hmotnost



**Příklad:**

Mám 100 g vody, kolik je to molů?

Kolik je to částic?

molární hmotnost vody:  $16+1+1 =$   
 $(\text{O}+\text{H}+\text{H}) = 18 \text{ g/mol}$





# Člověk



Člověk (100 kg) = 60% voda ( $H_2O$ )

- uhlík, kyslík, vodík, dusík, fosfor, křemík, vápník, hořčík, sodík, draslík, síra ...

- 60 kg vody ... 1 mol=18 g ... 3500 molů vody

Prvek	Obsah v živé buňce (%)
-------	------------------------

Uhlík	19,4
Kyslík	62,8
Vodík	9,3
Dusík	5,1
Fosfor	0,6
Sodík	0,3
Draslík	0,2

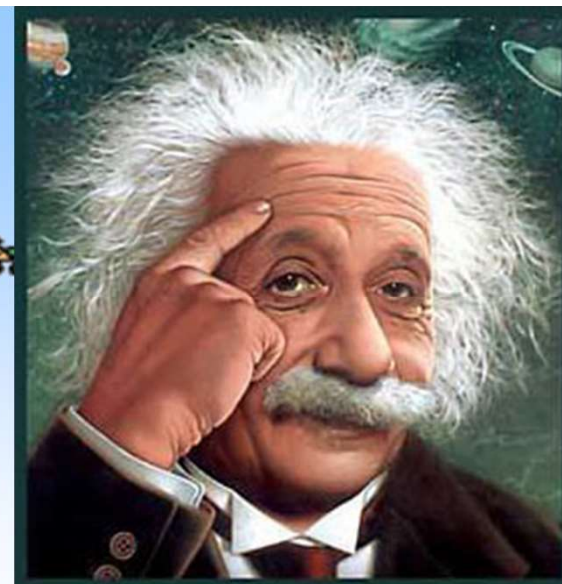
*„Jde to, ach jde! Jen každý hled’  
k vlastnímu dobře jádru:  
bude-li každý z nás z křemene,  
je celý národ z kvádrů!“  
Jan Neruda, Písně kosmické*

Prvek	% v sušině - Člověk
C	56
O	15
N	9
H	7
Ca	5
P	3
S	1
K	1
Na	0,5





# Člověk



[http://www.ideachampions.com/weblogs/archives/2011/09/the\\_timeless\\_wi.s.html](http://www.ideachampions.com/weblogs/archives/2011/09/the_timeless_wi.s.html)

*Každý z nás má v sobě něco z Alberta Einsteina !!*

*(někdo aspoň pár atomů...)*

- hmotnost vody na Zemi - 1 232 280 000 000 000 000 000 000 kg

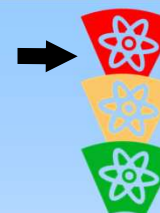
(<http://www.vedelijste.cz/mnozstvi-vody-na-zemi/>)  **$7 \cdot 10^{22}$  molů**

- 1 člověk (60kg vody = 3500 vody molů) =  $2 \cdot 10^{-19}$  světových zásob vody

- (1 mol =  $6 \cdot 10^{23}$  částic) ...  $3 \cdot 10^4$  molekul vody (...tolik má v sobě každý člověk z Einsteina)



# Molární koncentrace



**Molární koncentrace rozpuštěné látky** v počtu molů na 1 litr roztoku (tedy v **mol/l** ).

Tento způsob je běžný v především v analytické a fyzikální chemii, při výpočtech pH, napětí elektrochemických článků a pod.

$$m = M \cdot c \cdot V$$

m ... hmotnost rozpuštěné látky A (g)

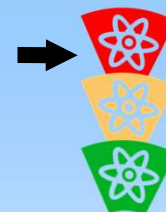
M ... molární hmotnost (relativní molekulová hmotnost)  
rozpuštěné látky ( g/mol )

c ... koncentrace rozpuštěné látky A ( mol/l )

V .....objem roztoku



# Molární koncentrace



- Molární koncentrace ( $c$  „mol/dm<sup>3</sup>“) je dána podílem látkového množství ( $n$  „mol“) a celkového objemu roztoku ( $V$  „dm<sup>3</sup>“)

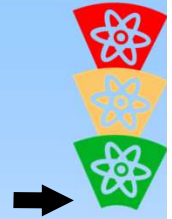
$$C = n / V$$

*Příklad: 0,1 molu NaCl v 10 litrech vody ...  $0,1/10 = 0,01$  mol/dm<sup>3</sup>*

Poznámka: 0,1 mol/dm<sup>3</sup> = „0,1 M roztok  
... jen jiná forma zápisu



# Stupeň Baumé (°Bé)



- jednotka k určování hustoty kapalin podle zastaralého systému vyvinutého na konci 18. století Francouzem Antoine Baumé. Systém vychází z toho, že voda má 0°Bé a kyselina sírová s koncentrací 98 % má 66 °Bé.
- Měření hustoty na stupně Baumé se dosud běžně používá při zušlechťování textilií k vyjádření koncentrace.  
Přepočet °Bé na  $kg/m^3$  :

$$kg / m^3 = \frac{145}{145 - Bé} * 1000$$



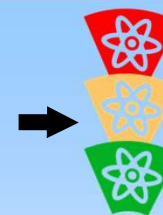
# Stupeň Baumé (°Bé)



<b>stupně Baumé při 15° C</b>	<b>Hmotnostní procenta NaOH</b>
10	6.57
12	8.00
14	9.50
16	11.60
18	12.68
20	14.36
22	16.09
24	17.87
26	19.70
28	21.58
30	23.50



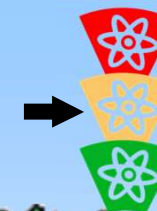
# Titrace



**Titrace** (volumetrie, odměrná analýza) je běžná laboratorní metoda kvantitativní chemické analýzy. Je to metoda, pomocí které se stanovuje neznámé množství látky v roztoku. Je založena na chemické reakci mezi známým odměrným roztokem a neznámým analyzovaným roztokem, kdy vzniká chemická sloučenina, která je indikovaná indikátorem.



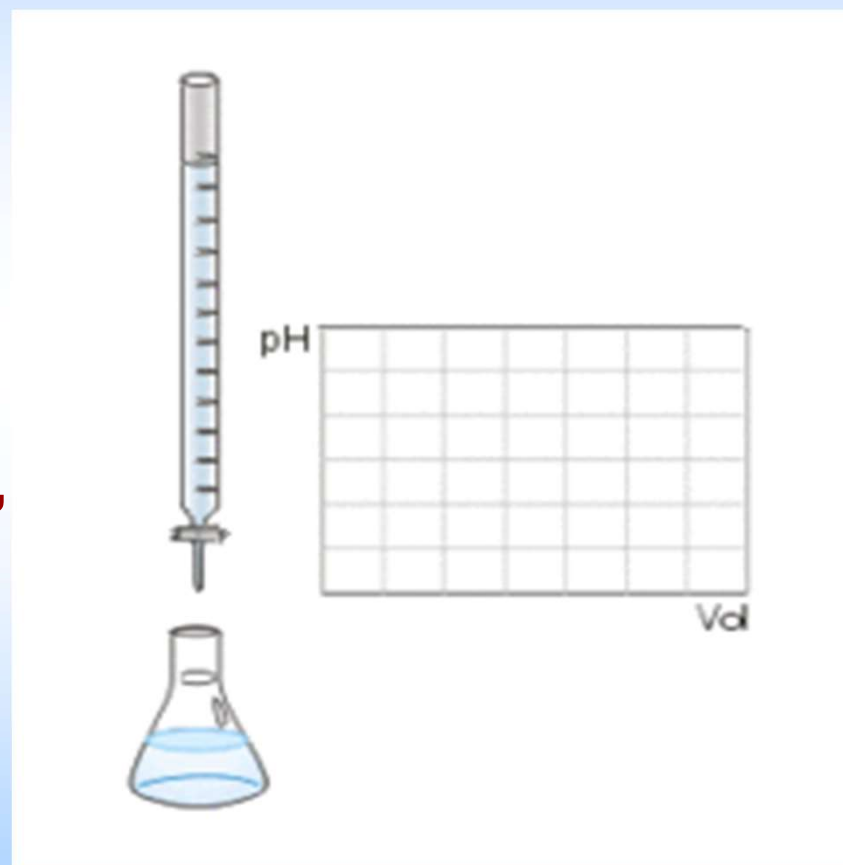
# Stechiometrie reakcí / Titrace



= stanovení neznámé koncentrace známého objemu vzorku změřením objemu známého roztoku, který jsme spotřebovali, aby látky právě a beze zbytku zreagovaly (tzv. „bod ekvivalence“).

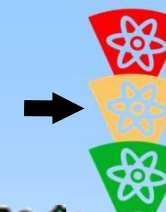
**Aby se jednoznačně a přesně zjistilo, kdy nastal bod ekvivalence, přidává se do titrovaného roztoku „indikátor“.**

**Existují i další metody určení bodu ekvivalence (elektrická vodivost...).**





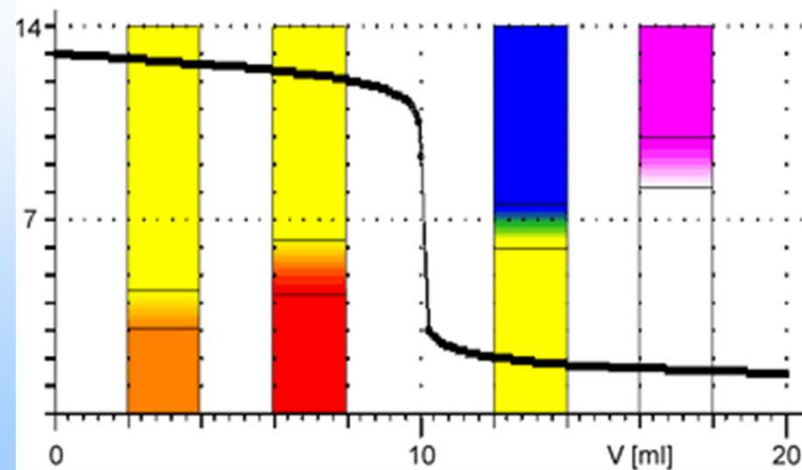
# pH indikátory při titraci



**Acidobazické titrace (neutralizační odměrná analýza) slouží ke stanovení obsahu kyselin či alkálií v roztoku**

Indikátor	Funkční oblast pH	Kyselá forma	Zásaditá forma
thymolová modř	1,2 až 2,8	červené	žluté
methylořanž	3,1 až 4,5	červené	žluté
metylčerven	4,4 až 6,3	červené	žluté
bromthymolová modř	6,0 až 7,6	žluté	modré
fenolftalein	8,2 až 10,0	bezbarvé	Červeno-fialové
thymolftalein	9,3 až 10,5	bezbarvé	modré

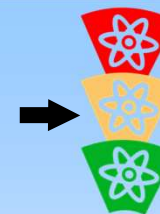
**Titrační křivka**



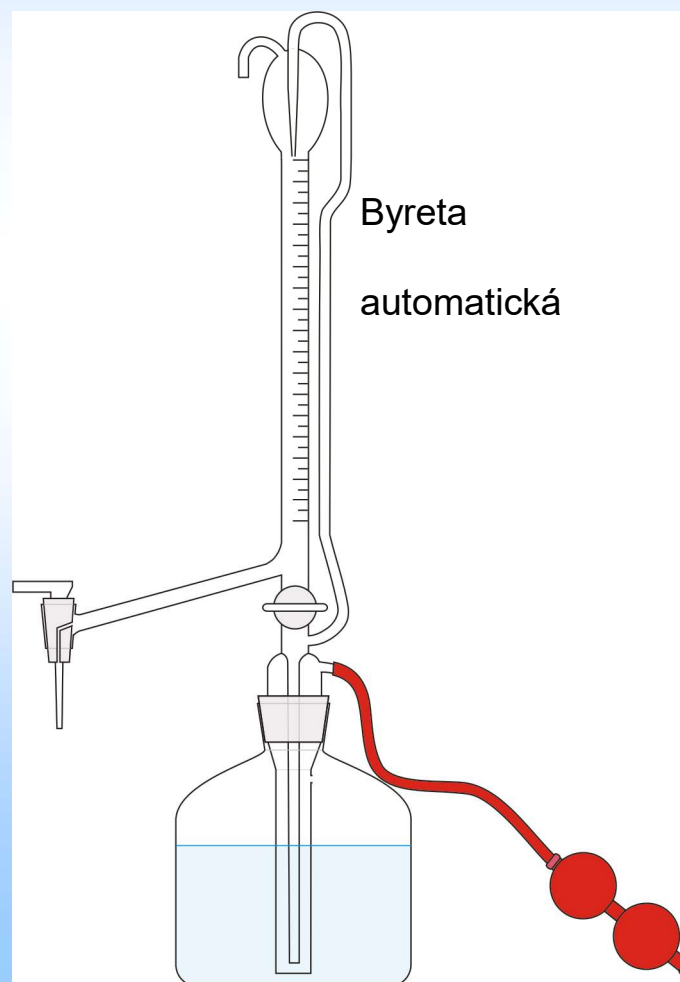
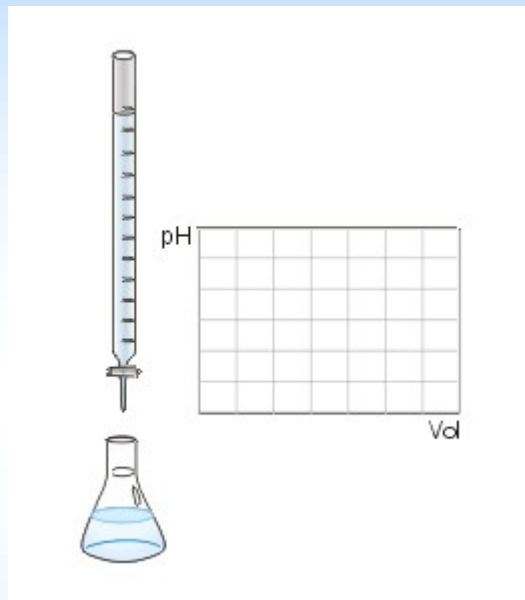




# Titrace



Hledání „bodu ekvivalence“ – pro stanovení koncentrace





# Výpočty při titraci



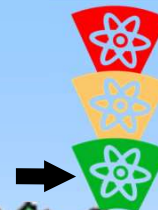
Výpočet obsahu stanovované látky ve vzorku  
Základem pro výpočet obsahu stanovované složky ve vzorku je chemická rovnice. Z té vypočítáme faktor titrace  $F_t$ .

Faktor titrace je dán poměrem koeficientů stanovované složky a odměrného činidla.  $F_t = k(\text{s.s.}) : k(\text{o.č.})$   
Titrací zjistíme spotřebu odměrného činidla známé koncentrace. Pomocí molární hmotnosti stanovované složky můžeme vypočítat obsah látky ve zkoumaném vzorku.

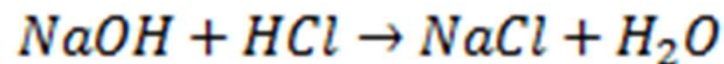
Použijeme vztah:  $m = V \cdot c \cdot M \cdot F_t$   
 $m$ ...hmotnost stanovené látky [g]  $V$ ...spotřeba odměrného činidla [l]  $M$ ...molární hmotnost [ $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ]  $F_t$ ...faktor titrace



# Výpočty při titraci



## Příklad výpočtu koncentrace



$$n_{(\text{NaOH})} = n_{(\text{HCl})} = c_{(\text{HCl})} \times V_{(\text{HCl})} = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \times 0,012 \text{ dm}^3 = 0,0012 \text{ mol}$$

$$c_{(\text{NaOH})} = \frac{n_{(\text{NaOH})}}{V_{(\text{NaOH})}} = \frac{0,0012 \text{ mol}}{0,01 \text{ dm}^3} = 0,12 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

**Molárně 1:1 !**

**Hmotnostně=?**



**Vidím, že naše výroba oděvních textilií kryje  
asi polovinu potřeby ...**

**Děkuji za pozornost !**