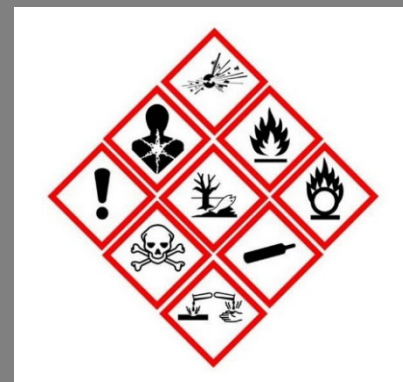


# Repetitorium chemie V. (2022)



**Běžná laboratorní praxe,  
(BOZP, měření, vážení)  
ale také ještě něco počítání**





Kterak nemá vypadati každodenní styk chemika s biologem (v laboratoři i mimo ni)

# Sloučeniny: molekulová hmotnost

- Obvyklé označení: MW, FW (formula weight)
- V laboratorní praxi přicházejí ještě dvě (tři) charakteristiky – čistota a výrobce (a cena).

|                |                     |            |
|----------------|---------------------|------------|
| Surový         | crudum              | crud.      |
| Technický      | technicum           | tech.      |
| Čistý          | purum               | pur.       |
| Pro analýzu    | per analysi         | p.a.       |
| Chemicky čistý | purissimus          | puriss.    |
| Zvláště čistý  | purissimus speciale | puriss.sp. |

**Novější označení čistoty je podle účelu např.**

**„pro HPLC“, „pro UV“, „pro GC-MS“, „pro PCR“ , „for Enzyme Assay“**

# Někteří dodavatelé chemikálií:



**ALDRICH**

**HiChem**



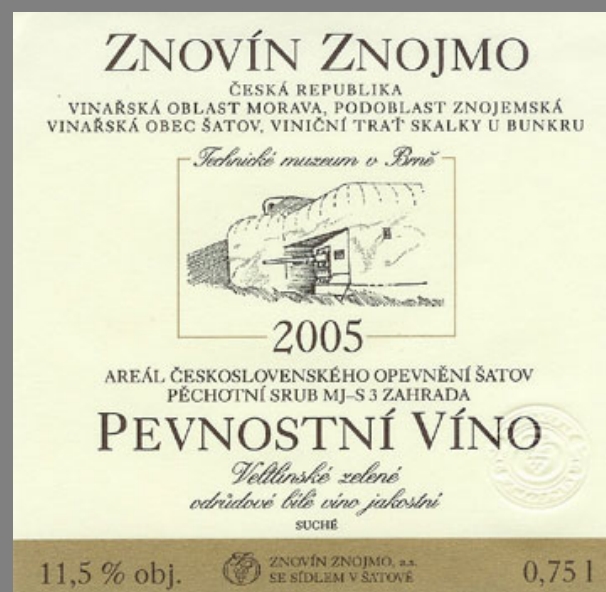
**SUPELCO**



Další: Lachema, Serva, BioTech, Genetica, Promega, Biorad...



# Etiketa a údaje na ní:

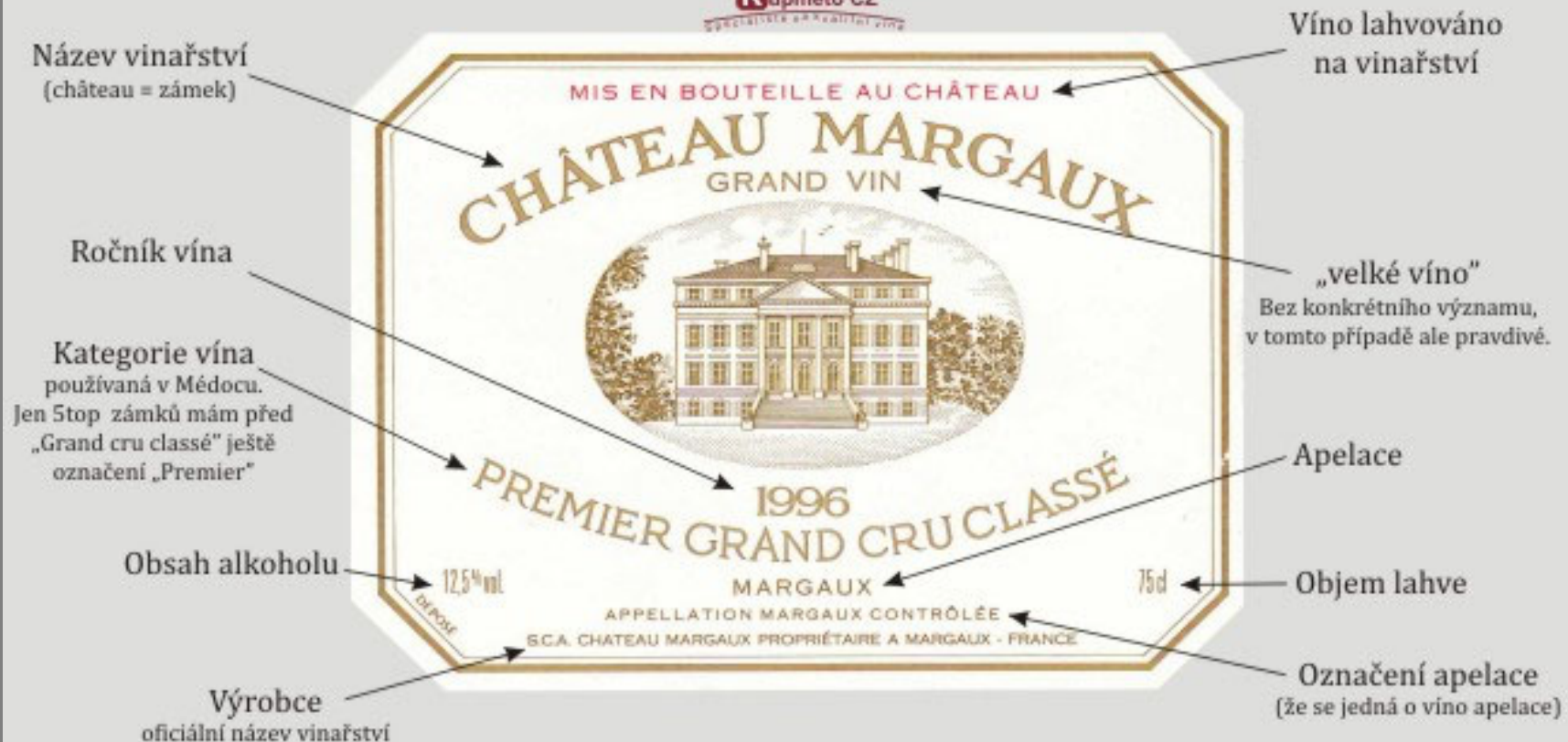


# Etiketa a údaje na ní:

## *Jak číst etikety francouzských vín II.*

(etikety velkých vín z Bordeaux)

Kupmeto CZ  
SPECIALISTE EN VITICULTURE



# Etiketa a údaje na ní:



**AKCE aktiv**  
*Chlorová dezinfekce s okamžitým účinkem*

Akce aktiv je desinfekční přípravek ve formě granulí pro nárazové ošetření vody v plaveckých bazénech a whirlpoolech.

**Vzhled a složení:** Bílé granule obsahující cca 65% aktivního chloru, velmi dobře rozpustné ve vodě. Přípravek obsahuje chlornan vápenatý 100 g/100 g (CAS.7778-54-3).

**Působení:** Při rozpouštění granulí dochází k uvolňování chloru, který působí jako rychlá desinfekční a oxidační látka eliminující nečistoty, řasy a bakterie v bazénové vodě.

**Návod k použití:** V počáteční fázi plnění bazénu dávkuje 15 g/m<sup>3</sup>, doporučené denní dávkování je 3 g/m<sup>3</sup>/den. Pro ošetření 1 krát týdně dávkuje 15 g/m<sup>3</sup>. Při výskytu řas dávkuje 35 g/m<sup>3</sup> a v případě silného výskytu řas 50 g/m<sup>3</sup>. Přípravek dávkuje do nádoby s vodou, rozmícháte a přidejte do bazénové vody nejlépe večer po skončení koupání.

**POZOR!** Nepoužívejte společně s jinými výrobky. Může uvolňovat nebezpečné plyny (chlor).

**Bezpečnostní opatření:** Označení specifické rizikivosti (R-věty) a pokyny pro bezpečné nakládání (S-věty):  
R8: Dotek s hořlavým materiálem může způsobit požár  
R22: Zdraví škodlivý při požití  
R31: Uvolňuje toxický plyn při styku s kyselinami  
R34: Způsobuje poleptání  
R50: Vysoce toxický pro vodní organismy  
S1/2: Uchovávejte uzamčené a mimo dosah dětí  
S26: Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc  
S36/37/39: Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít  
S45: V případě nehody, nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno, ukažte toto označení)  
S61: Zabraňte uvolnění do životního prostředí.  
Viz speciální pokyny nebo bezpečnostní listy  
**Přípravek se přidává vždy do vody! Při práci s**

**Výstražné symboly:**



nebezpečný pro životní prostředí



žiravý



oxidující

přípravkem nejzte, nepijte a nekuřte. Nedotýkejte se výrobku mokřmá rukama. Nemíchejte s jinými chemikáliemi. Vodu ošetřenou tímto přípravkem nevypouštějte do vodních toků a v blízkosti vodních toků. Vypouštění do kanalizace konzultujte s jejím správcem.  
Po použití odevzdejte obal ve sběrně nebezpečného odpadu.  
**Skladování:** Přípravek uchovávejte v těsně uzavřených originálních obalech na suchém, chladném a dobře větraném místě. Neskladujte s kyselinami, redukčními činidly, organickými látkami a hořlavinami. Držte odděleně od potravin, nápojů a krmiv.  
**První pomoc:** Znečištěný nebo nasáklý oděv svlékněte. Při styku s kůží omyjte kůži mýdlem a velkým množstvím vody, ošetřete ochranným krémem. Při nadýchání přeneste na čerstvý vzduch. Při zasažení očí vypláchněte oči okamžitě pod proudem vody s otevřenými víčky. Při požití vypláchněte ústa vodou. Nevyvolávejte zvracení, pijte vodu nebo mléko. Ve všech vážnějších případech poškození zdraví, při zasažení očí a při požití vždy vyhledejte lékařskou pomoc a lékaři předložte k nahlédnutí etiketu.  
Klinika nemocí z povolání, Toxikologické informační středisko (TIS), Na Bojišti 1, 128 08 Praha 2. Telefon: nepřetržitě 224 919 293 nebo 224 915 402.  
**Upozornění:** Výrobce neručí za škody způsobené nesprávným použitím přípravku.  
Odpovídá požadavkům Vyhlášky MZ ČR č. 409/2005 Sb. o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody.  
**Záruční doba:** 24 měsíců za dodržení skladovacích podmínek.  
**Datum výroby:** Obsah:

REG - 3371-26.02.03/6005

**VYRÁBÍ A DOOÁVÁ:**  
**♣ M & H ♣**  
M+H, Miča a Harašta s.r.o.  
Terronská 19, 160 00 Praha  
tel.: 516 428 860  
fax: 516 428 864  
e-mail: mih@mah.cz  
www.bazenovachemie.cz



8 594031 329800

chemický vzoreček (složení), název, vzhled, vlastnosti, koncentrace, výrobce  
údaje o nebezpečnosti, popř. první pomoc

# Etiketa a údaje na ní:

**HABLA CIP**

Kapalný, nepěnlivý, alkalický čisticí prostředek na bázi aktivního chloru vhodný k použití v potravinářském průmyslu především pro sanitaci výčepních zařízení prováděnou za studena.

**Návod na použití:** Připravte si 2% roztok tj. 1 dcl přípravku na 5 ltr vody a ten použijte na čištění. Poté důkladně opláchněte pitnou vodou.

**Distribuce:** Habla CZ, s.r.o., Božkovské náměstí 19, 32600 Plzeň, ČR, IČO 25230671

**Mobil:** 724252055, e-shop – [www.roldeco.cz/sanitace\\_vycepnich\\_zarizeni/](http://www.roldeco.cz/sanitace_vycepnich_zarizeni/) BL-[www.roldeco.cz](http://www.roldeco.cz)

**Identifikátor:**  
CAS: 1310-58-3 Hydroxid draselný do 20%  
CAS: 7681-52-9 Chlornan sodný 1 - 5%  
**Zaruční doba:** 1 rok ode dne prodeje  
**Likvidace obalů:** EKOKOM – EK-F00060709  
**Zvláštní ustanovení:** POZOR: Nepoužívejte společně s jinými přípravky a barevnými kovy. Může uvolňovat nebezpečný plyn chlor.

**Signální slovo: Nebezpečí**  
H302 Zdraví škodlivý při požití.  
H314 Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí.  
H400 Vyroce toxický pro vodní organismy.  
P102 Uchovávejte mimo dosah dětí  
P260 Nevdechujte páry, plyn, mlhu, aerosoly.  
P270 Při používání tohoto výrobku nejezte, nepijte a nekuřte  
P280 Používejte ochranné rukavice, ochranné brýle/obličejový štít, ochranný oděv  
P273 Zabraňte uvolnění do životního prostředí  
P301+P330+P331 **PŘI POŽITÍ:** Vypláchněte ústa. **NEVYVOLÁVEJTE** zvracení.  
P302+P352: **PŘI STYKU S KUŽÍ:** Omyjte velkým množstvím vody a mýdla.  
P305+P351+P338: **PŘI ZASAŽENÍ OČÍ:** Několik minut vyplachujte vodou. vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny a pokud je lze vyjmout snadno. Pokračujte ve vyplachování  
P501 Odstraňte obsah/nádoby jako nebezpečný odpad a řiďte se oddílem 13.  
EUH věty: 031 Uvolňuje toxický plyn při styku s kyselinami.  
**Zvláštní ustanovení: POZOR:** nepoužívejte společně s jinými prostředky a barevnými kovy. Může uvolňovat nebezpečný plyn chlor.

UN 1719, Třída 8  
Obalová skupina II  
**Hmotnost: 1 kg**

**Pouze pro komerční využití.**

chemický vzoreček (složení), název, vzhled, vlastnosti, koncentrace, výrobce  
údaje o nebezpečnosti, popř. první pomoc

# Etiketa a údaje na ní:

**PENTA**  
IČ: 101 40 751

VÝROBA A PRODEJ ČISTÝCH, FARMACEUTICKÝCH A SPECIÁLNÍCH CHEMIKálií

Obchodní divize Praha  
Podivě 1  
102 27 PRAHA 10

Výrobní divize Chudim  
areál Agrop.s.s.  
537 61 CHUDIM

**CHLORAMPHENICOLUM**

**ČL 2002**

$C_{11}H_{11}Cl_2N_2O_5$   $M_r$  323,13

CAS 56-75-7

Atest: 0188/0803/517

Šarže: DY01261

Expiry: 032008

Plněno: 250803

100 g

8 595142 211913

R 45: Může vyvolat rakovinu  
R 42/43: Může vyvolat senzibilizaci při vdýchávání a při styku s kůží  
S 53: Zamezte expozici - před použitím si obzvláště speciální instrukce  
S 36/37: Používejte vhodný ochranný oděv a ochranné rukavice  
S 45: V případě nehody, nebo recitíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno, ukažte toto označení)

Zkoušky na pyrogeny vyhovují ČL 2002  
Nepochází z pleťvákavců  
Obal GL 72 Obal odevzdejte ve sběrně nebezpečného odpadu!

**TOXICKÝ**

11

14

20

21

10

9

15

13

# Etiketa a údaje na ní:

Vlastnosti chemikálie a bezpečnost práce:

R – věty, S – věty

H – věty, P – věty

KCN : R věta 26/27/28-32, S věta (1/2-)7-28-29-45

R26.....velmi jedovatá při vdechování

R27.....velmi jedovatá při styku s kůží

R28.....velmi jedovatá při požití

S 1.....uchovávejte uzamčené

S 2.....uchovávejte mimo

dosah dětí

S45.....v případě úrazu nebo

necítíte-li se dobře, ihned vyhledejte lékařskou pomoc

S30.....k tomuto výrobku nikdy nepřidávejte vodu



„staré“ symboly do 31.5.2017



symboly podle CLP nařízení

## Krátce o bezpečnosti práce v chemické/biologické laboratoři



Co se v laboratoři nesmí (anebo spíš „nemělo“; v každém případě to nemá být vidět (a slyšet))



Naopak v laboratoři se musí udržovat pořádek a je nutno dodržovat předepsané pracovní postupy a pokyny



POZOR  
RADIOAKTIVNÍ  
ŽÁŘENÍ



POZOR  
ŽÍRAVINA



POZOR  
TLAKOVÉ  
LÁHVE I



NEBEZPEČÍ  
POPÁLENÍ



POZOR  
JED



NEBEZPEČÍ  
VÝBUCHU

V laboratoři se také nemá zdržovat nikdo,  
kdo tam nepracuje či nemá tam co dělat



# Příprava roztoků

- Rozpuštěním sloučeniny ve vodě vznikají roztoky. Pro přesnou přípravu roztoků je třeba pamatovat na dvě věci:

1/ přesné vážení látky

2/ přesné odměrné sklo

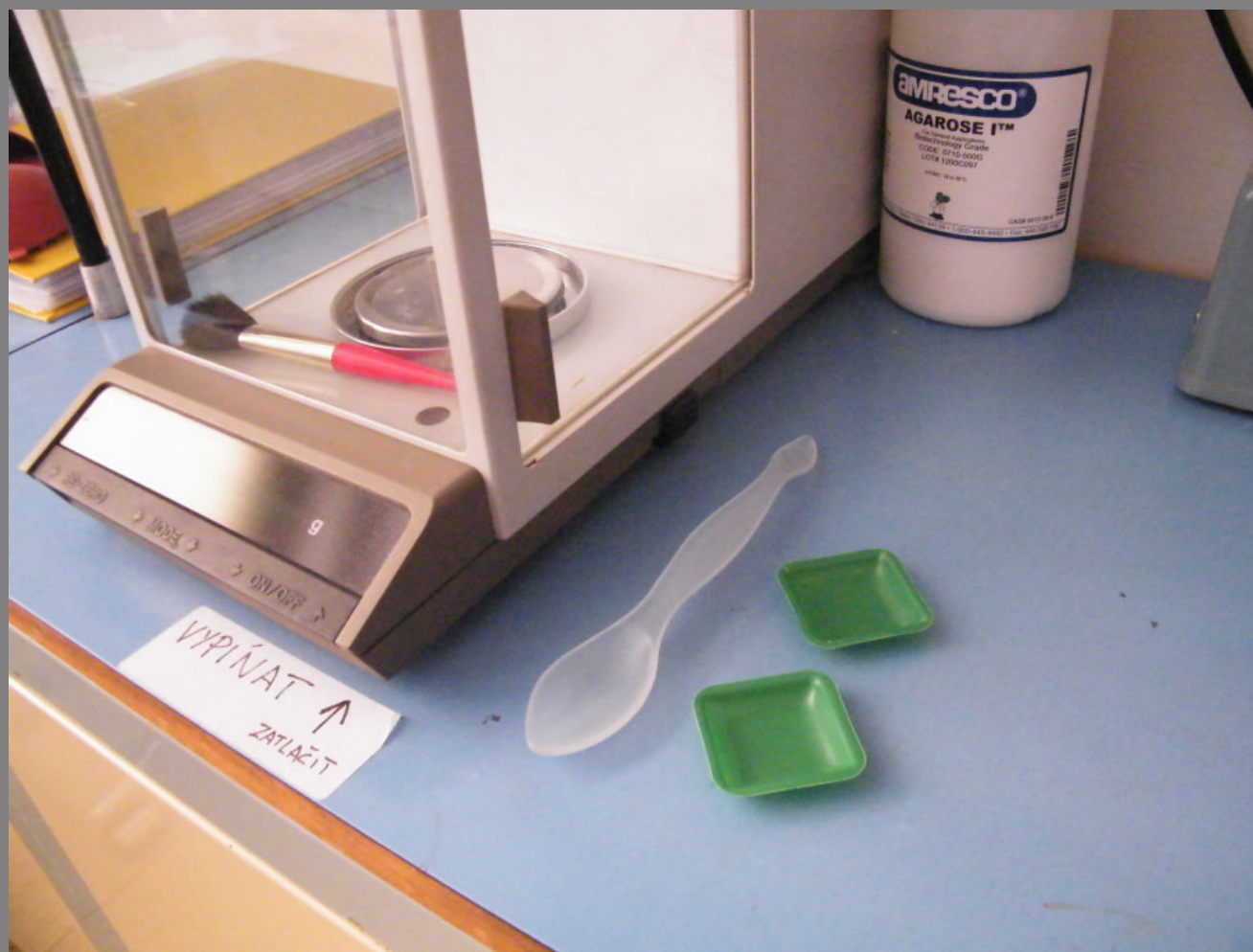
# Váhy a předvážky (setiny g)



# Analytické váhy (setiny mg)



# Analytické váhy (setiny mg)



# Analytické váhy (mikrogramy)



U všech druhů analytických vah je nutná každotýdenní kalibrace podle pokynů výrobce a pravidelná údržba (mj. čištění misky vah a prostoru pod ní). Váhy musí být umístěny na stabilní vodorovné podložce. Ideální je těžký žulový blok.

# Příprava roztoků

2/ odměrné sklo:

Odměrné sklo **je vždy kalibrováno na určitou teplotu** (zpravidla v Evropě 20°C, v USA 25°C) a musí se použít i voda, resp. odměřované roztoky odpovídající teploty.

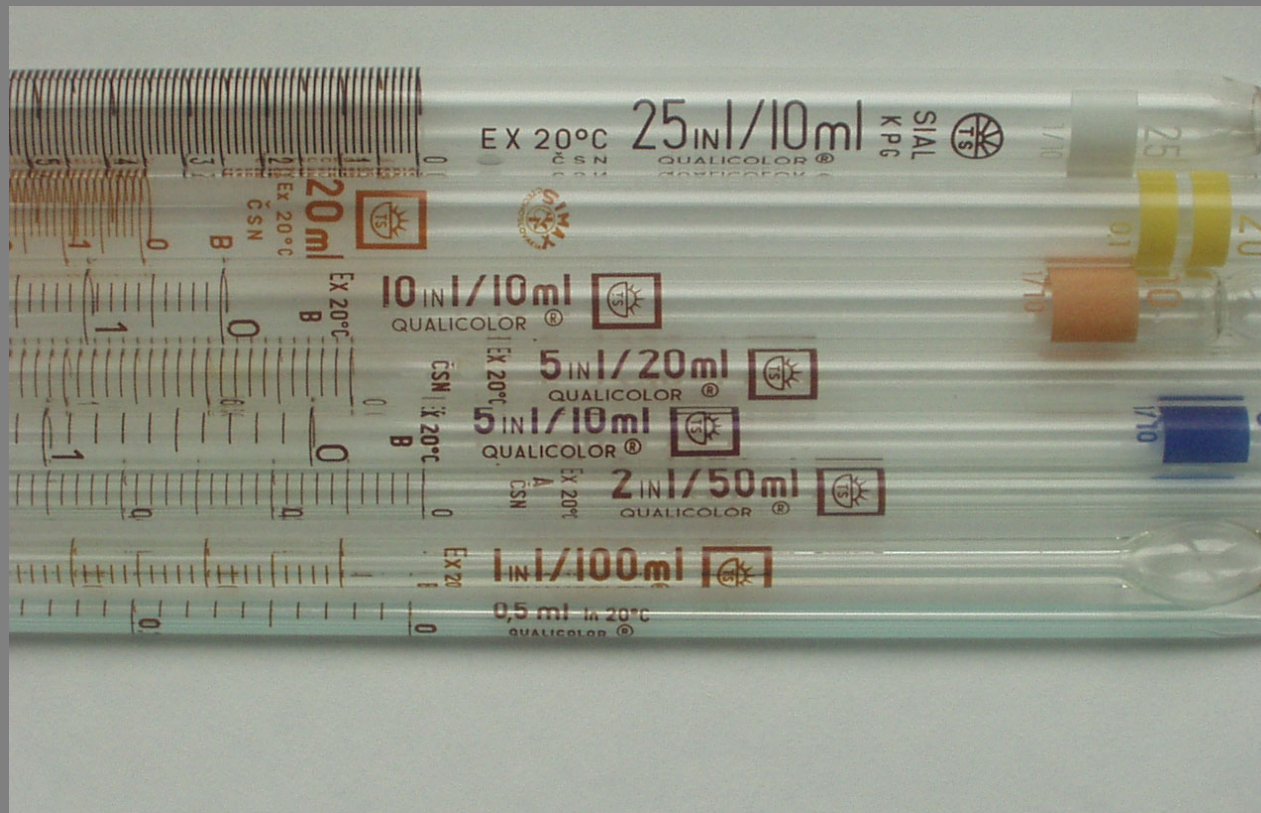
# Přesnost přípravy roztoků

- Je třeba si uvědomit, že přesnost přípravy roztoků v „analytickém odměrném skle“ je asi 10-50 x vyšší než při použití odměrných válců.
- V praxi se malé objemy ( $\mu\text{l}$  – ml) odměřují automatickými pipetami s vyměnitelnými plastikovými špičkami.

# Odměrné sklo



# Odměrné sklo



Vždy jsou přesnější „nedělené“ pipety

Proč asi mezi dřívější pravidla práce v laboratoři patřilo „nesmí se používat rtěnka“?

# Automatické pipety



# Automatické pipety



# Automatické pipety



Důležitá poznámka: **záměna laboratorního skla za plastik nemá žádný vliv** na probíhající experiment (dole UPLC analýza vitamínu D v séru; porovnání vzorků připravovaných ve skle a v plastiku)

Replacing Glass with Plastic in Analytics: Comparison of UPLC Spectra of Samples Processed in Glass and Eppendorf Conical Tubes 25 mL

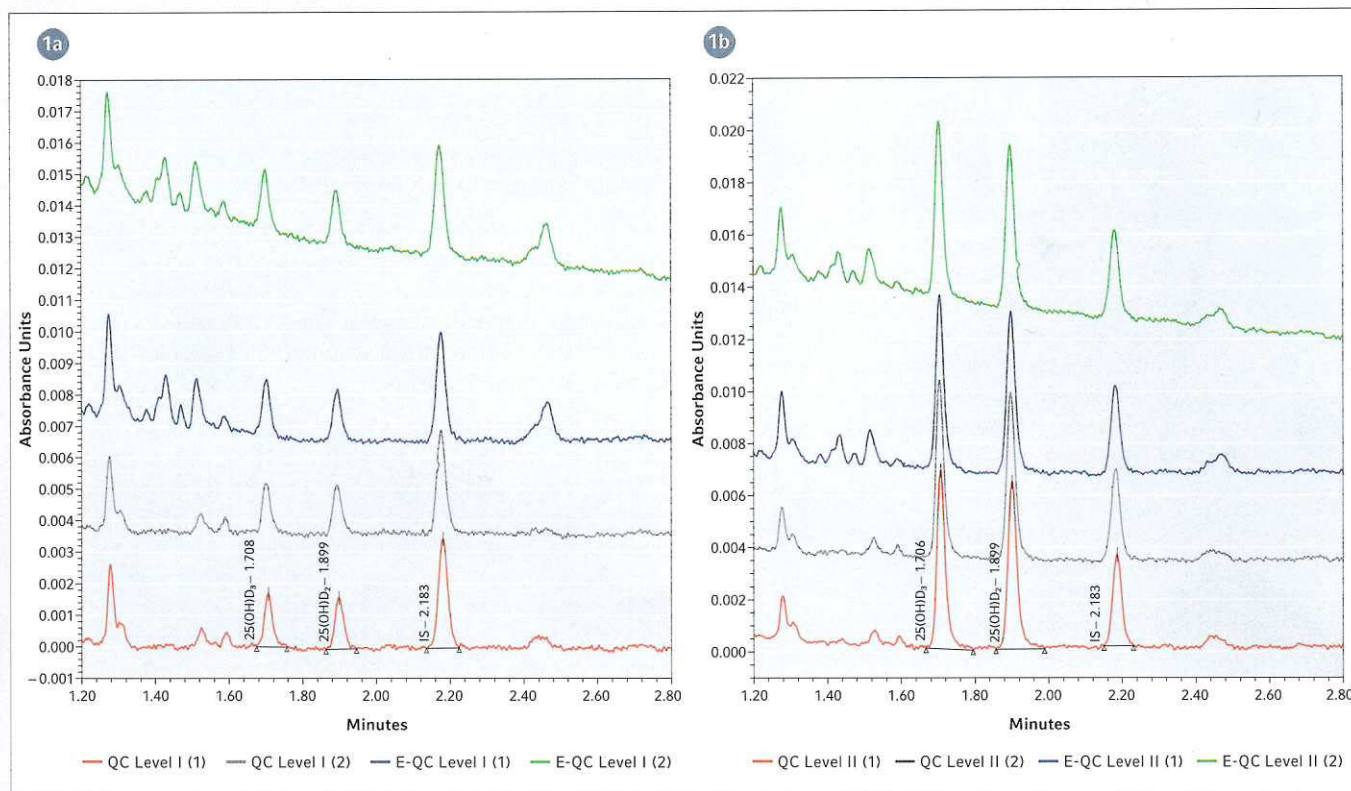


Fig. 1: UPLC-UV spectra of 25-hydroxyvitamin D<sub>2</sub> and 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub> in human serum obtained using borosilicate glass (QC, red and grey curves) and polypropylene Eppendorf Conical Tubes 25 mL (E-QC blue and green curves). Two levels of detection are shown: Fig. 1a: low (Level I) and Fig. 1b: high (Level II). Each acquisition was performed in duplicates (spectra 1 and 2).

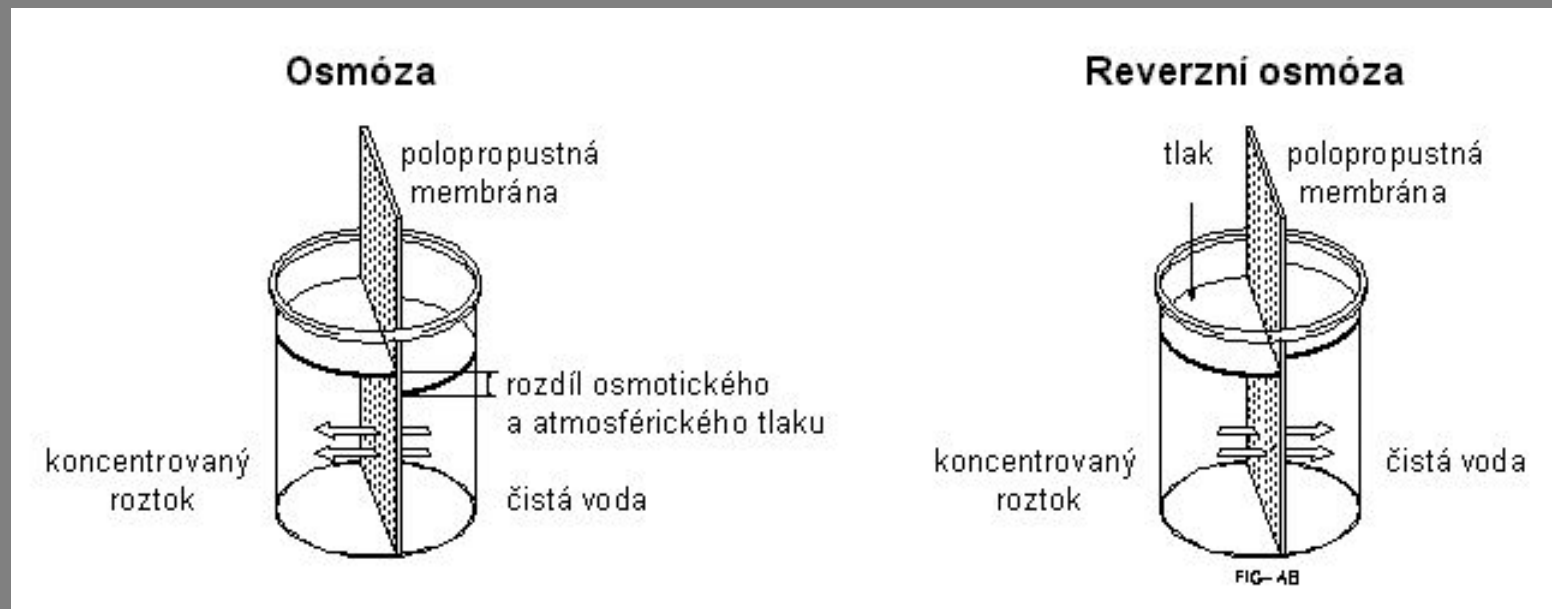
# Příprava roztoků

- Voda destilovaná a deionizovaná
- Vodivost: Siemens (S,  $1/\Omega$ )
- Specifická vodivost:  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
- $0,5 \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$  KCl .....  $74 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
- Destilovaná voda.....cca  $10 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
- Deionizovaná voda.....cca  $1 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$

# Příprava roztoků

Voda destilovaná se připraví destilací, voda deionizovaná: filtrace, RO, ionexy

Reverzní osmóza je založena na využívání jevu zvaného osmóza, který je známý z přírody. Jestliže jsou dva roztoky s rozdílnou koncentrací látek v nich rozpuštěných odděleny polopropustnou membránou, pak molekuly čisté vody začnou přes tuto membránu přecházet z roztoku méně koncentrovaného do roztoku koncentrovanějšího, dokud se koncentrace roztoků na obou stranách membrány nevyrovná



Když na koncentrovaný roztok působíme tlakem vyšším než je osmotický tlak, pak voda proudí opačným směrem a z koncentrovaného roztoku prochází čistá voda na druhou stranu membrány, zatímco rozpuštěné látky s molekulovou hmotností vyšší než 200 jsou odváděny do odpadu.

# Příprava roztoků

Reverzní osmóza (výroba deionizované vody):



# Běžné nádobí: „ependorfka“



# Běžné nádobí: „ependorfka“



# Běžné nádoby: sterilní zkumavky



# Běžné nádobí: sterilní zkumavky



# Běžné nádoby: stříčky



# Běžné nádoby: „pyrexka“



# Jak je důležitý vozík!



# Rozpouštěcí teplo

- Při rozpouštění dochází často k vývoji tepla nebo naopak k jeho spotřebování. Vývoj tepla je obecně známý v případě ředění koncentrovaných kyselin nebo při přípravě koncentrovaných roztoků hydroxidů.
- Rozpouštění  $\text{CaCl}_2$  ..... ohřívání roztoku  
rozpouštění  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ..... ochlazování
- Krystalizační teplo

# Sušárny a pece



Rozsah do cca 200 – 250 °C



až do 1 500 °C

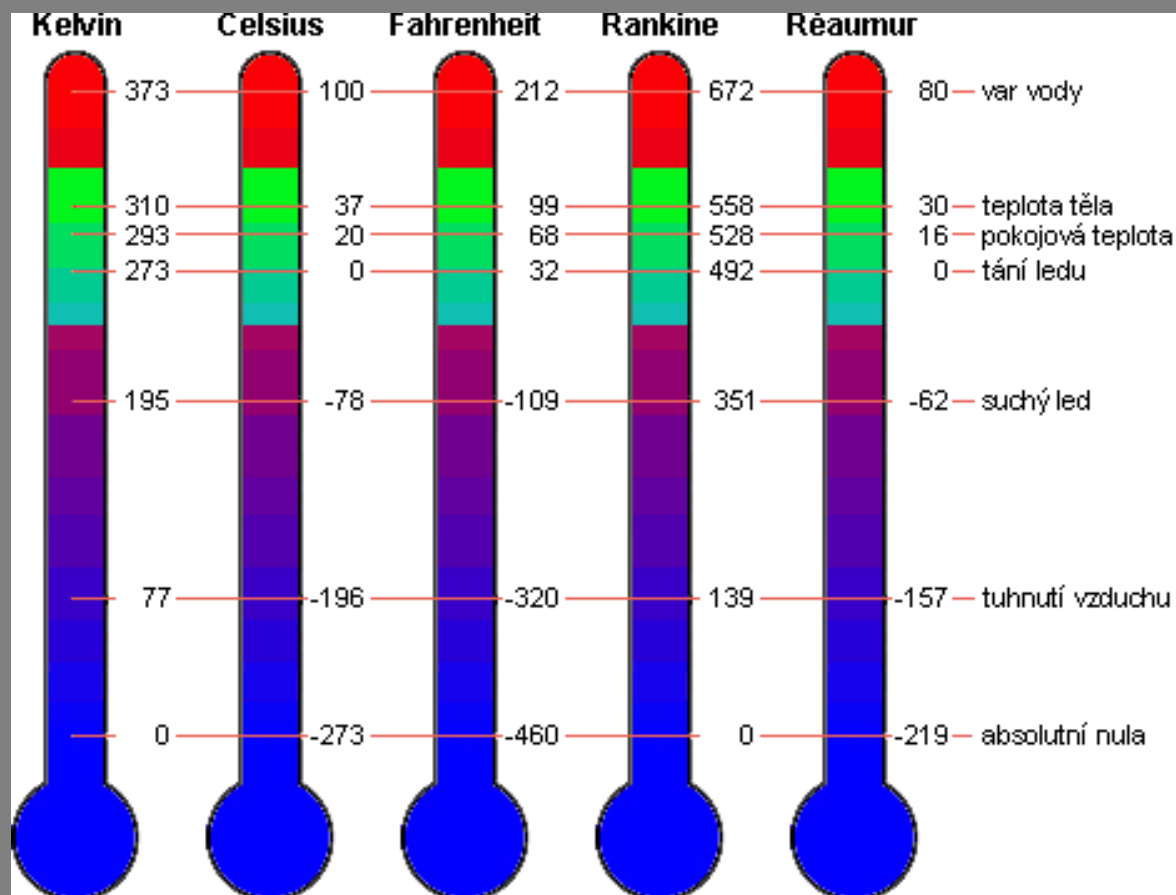
# Chlazení v laboratoři

- Rozpuštěním 75 dílů dusičnanu sodného bezvodého ve 100 dílech vody klesne teplota asi o 18 °C.
- Rozpuštěním 150 dílů KSCN ve 100 dílech vody asi o 30 °C. Ještě většího efektu se dosáhne použitím tlučeného ledu nebo sněhu.
- Suchý led (pevný  $\text{CO}_2$ )  $-78^\circ\text{C}$
- Kapalný dusík ( $\text{N}_2$ )  $-196^\circ\text{C}$

## Freezing mixtures

| Components         |           |                              | Achievable temperature [°C] |
|--------------------|-----------|------------------------------|-----------------------------|
| 100 g water        | + 100 g   | ice                          | 0                           |
| 100 g water        | + 29.9 g  | ammonium chloride            | — 3                         |
| 100 g water        | + 75.4 g  | sodium nitrate               | — 5                         |
| 100 g ice          | + 28.2 g  | barium chloride              | — 7                         |
| 100 g water        | + 35.1 g  | sodium chloride              | — 10                        |
| 100 g water        | + 244.8 g | calcium chloride hexahydrate | — 12                        |
| 100 g water        | + 132.6 g | ammonium thiocyanate         | — 16                        |
| 100 g ice          | + 61.3 g  | ammonium sulfate             | — 19                        |
| 100 g ice          | + 29.9 g  | sodium chloride              | — 21                        |
| 100 g ice          | + 81.8 g  | calcium chloride hexahydrate | — 22                        |
| 100 g ice          | + 63.9 g  | sodium bromide               | — 28                        |
| 100 g ice          | + 28.2 g  | magnesium chloride           | — 33                        |
| 100 g powdered ice | + 92.3 g  | 66.1% sulfuric acid          | — 37                        |
| 100 g ice          | + 122.2 g | calcium chloride hexahydrate | — 40                        |
| 100 g ice          | + 143.9 g | calcium chloride hexahydrate | — 55                        |
| alcohol            | + —       | carbon dioxide (solid)       | — 72                        |
| chloroform         | + —       | carbon dioxide (solid)       | — 77                        |
| acetone            | + —       | carbon dioxide (solid)       | — 86                        |
| ether              | + —       | carbon dioxide (solid)       | — 100                       |

# Teplotní stupnice



$$^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273$$

Celsius

Kelvin

wikiHow

# Chlazení v laboratoři:



# Chlazení v laboratoři:



Sir **James Dewar** (20. září 1842, Kincardine – 27. března 1923, Londýn) byl skotský chemik a fyzik, vynálezce termosky. Narodil se v rodině hostinského. Vytvořil skleněnou nádobu s dvojitými stěnami, mezi nimiž vyčerpал vzduch a otvor zatavil. Věděl, že díky vakuu zamezí ztrátám tepla vedením a prouděním. Vyrobil tak termosku – Dewarovu nádobu.

# Chlazení v laboratoři:



# Chlazení v laboratoři



# Měření teploty



# Ultrazvuková lázeň a sonda



# Ultrazvuková lázeň



# Koncentrace: molarita

V biologii se používají téměř výhradně molarity (tj. koncentrace vyjádřená v molech látky na litr) – mol/L resp. jeho díly či násobky.

1 M roztoku obsahuje množství látky v gramech, odpovídající její molekulové hmotnosti



$$\text{MOLARITY!}$$
$$\text{Molarity} = \frac{\text{Number of Moles}}{\text{Liters of Solution}}$$

~or~

$$M = n/V = \frac{\text{Number of Moles}}{\text{Volume}}$$

## Příklad 1.

- Kolik gramů uhličitanu sodného (dekahydrátu) je třeba pro přípravu 10 ml 1M roztoku?
- Molekulová hmotnost uhličitanu sodného („krystalová soda“,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) je 286,153
- 1M roztok obsahuje 1 mol (v gramech) látky v 1 litru
- Tedy do 1 litru odvážíme 286,153 g
- a do 10 ml stokrát méně, tj.  $286,153/100 = 2,86153 \text{ g}$

## Příklad 2.

- Kolik gramů chloridu zinečnatého ( $\text{ZnCl}_2$  MW 136,294) je třeba pro přípravu 25 ml 0,4 M roztoku?
- 1M roztok obsahuje 136,294 g v 1 litru
- 0,4M roztok obsahuje  $136,294 \times 0,4 = 54,5176$  g v 1 litru
- Ve 25 ml tedy bude  $54,5176 \times 0,025 = 1,36294$  g

### Příklad 3.

- Kolik gramů chloridu stříbrného ( $\text{AgCl}$ , MW 143,32) je třeba pro přípravu 25 ml 2 M roztoku?
- 1M roztok obsahuje 143,32 g v 1 litru
- 2M roztok obsahuje  $143,32 \text{ g} \times 2 = 286,64 \text{ g}$  v 1 litru
- Ve 25 ml tedy bude  $286,64 \times 0,025 = 7,166 \text{ g}$

## Příklad 3.

- Kolik gramů chloridu stříbrného ( $\text{AgCl}$ , MW 143,32) je třeba pro přípravu 25 ml 2 M roztoku?
- 1M roztok obsahuje 143,32 g v 1 litru
- 2M roztok obsahuje  $143,32 \text{ g} \times 2 = 286,64 \text{ g}$  v 1 litru
- Ve 25 ml tedy bude  $286,64 \times 0,025 = 7,166 \text{ g}$
- Půjde to ale doopravdy?

## Příklad 3.

- Kolik gramů chloridu stříbrného ( $\text{AgCl}$ , MW 143,32) je třeba pro přípravu 25 ml 2 M roztoku?
- 1M roztok obsahuje 143,32 g v 1 litru
- 2M roztok obsahuje  $143,32 \text{ g} \times 2 = 286,64 \text{ g}$  v 1 litru
- Ve 25 ml tedy bude  $286,64 \times 0,025 = 7,166 \text{ g}$
- Půjde to ale doopravdy? Pročpak ne?
- Rozpustnost  $\text{AgCl}$  je podle tabulek 0,000 89 g/L

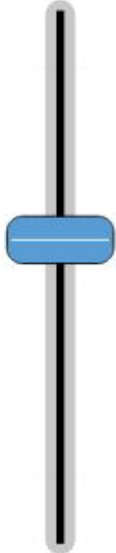
## Příklad 3.

- Kolik gramů chloridu stříbrného ( $\text{AgCl}$ , MW 143,32) je třeba pro přípravu 25 ml 2 M roztoku?
- 1M roztok obsahuje 143,32 g v 1 litru
- 2M roztok obsahuje  $143,32 \text{ g} \times 2 = 286,64 \text{ g}$  v 1 litru
- Ve 25 ml tedy bude  $286,64 \times 0,025 = 7,166 \text{ g}$
- Půjde to ale doopravdy? Pročpak ne?
- Rozpustnost  $\text{AgCl}$  je podle tabulek 0,000 89 g/L
- Bir örneğe bir göz atın:

**Çözünen  
Miktarı**

(mol)

çok



hiç

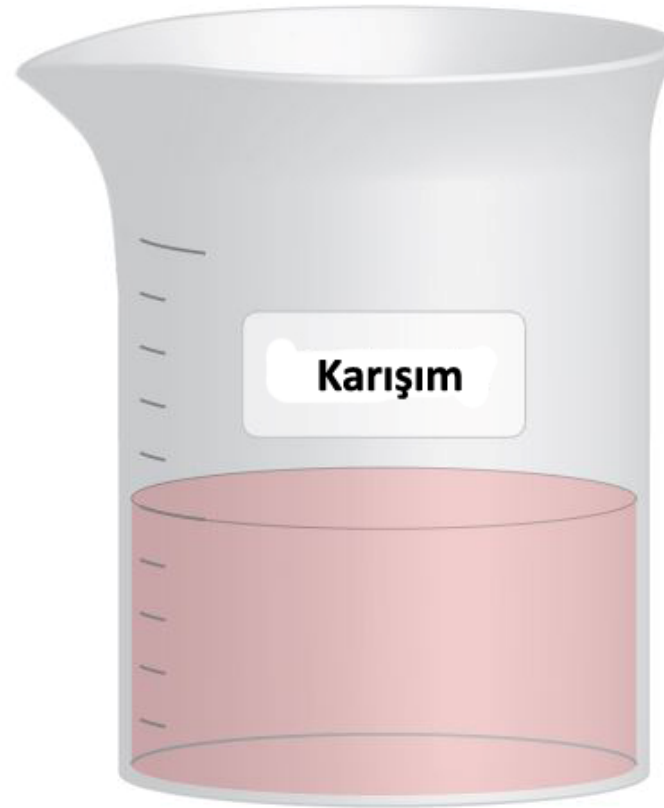
**Çözelti  
Hacmi**

(Litre)

dolu



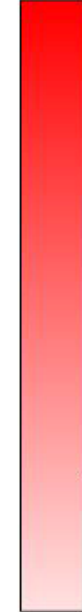
az



**Çözelti  
Yoğunluğu**

(Molarite)

yüksek



sıfır

☐ Değerleri göster

Çözünen: ■ Karışım



[http://phet.colorado.edu/sims/html/molarity/latest/molarity\\_en.html](http://phet.colorado.edu/sims/html/molarity/latest/molarity_en.html)

# Něco o Avogadrově konstantě

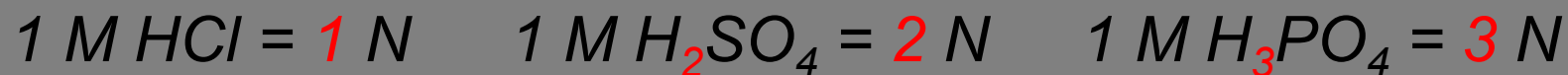
- Připomínka k molům, jakožto základní SI jednotce látkového množství: jeden mol čehokoliv obsahuje **Avogadrovo číslo** ( $6.0228 \times 10^{23}$ ) základních jednotek uvažované látky.

(tj. atomů, jde-li o prvky, molekul, jde-li o sloučeniny, *trakařů*, jde-li o *trakaře*, *sportovců*, jde-li o *sportovce* atd...)

# Normalita

- V analytické chemii (a velmi výjimečně v biologii) se někdy setkáváme s pojmem normalita a jednotkou *val*

1 *val* je látkové množství reagující látky, které při daném chemickém pochodu právě reaguje s 1 molem vodíku.



# Co je ppm a ppb

- V ekotoxikologii, toxikologii, farmakologii se setkáváme s jednotkami ppm resp. ppb.

*Nejde o jednotky SI soustavy, nicméně mají svůj význam. Znamenají totiž „partes per milionen“ resp. „partes per bilionen“ tj. „jeden z milionu“ resp. „jeden z bilionu“.*

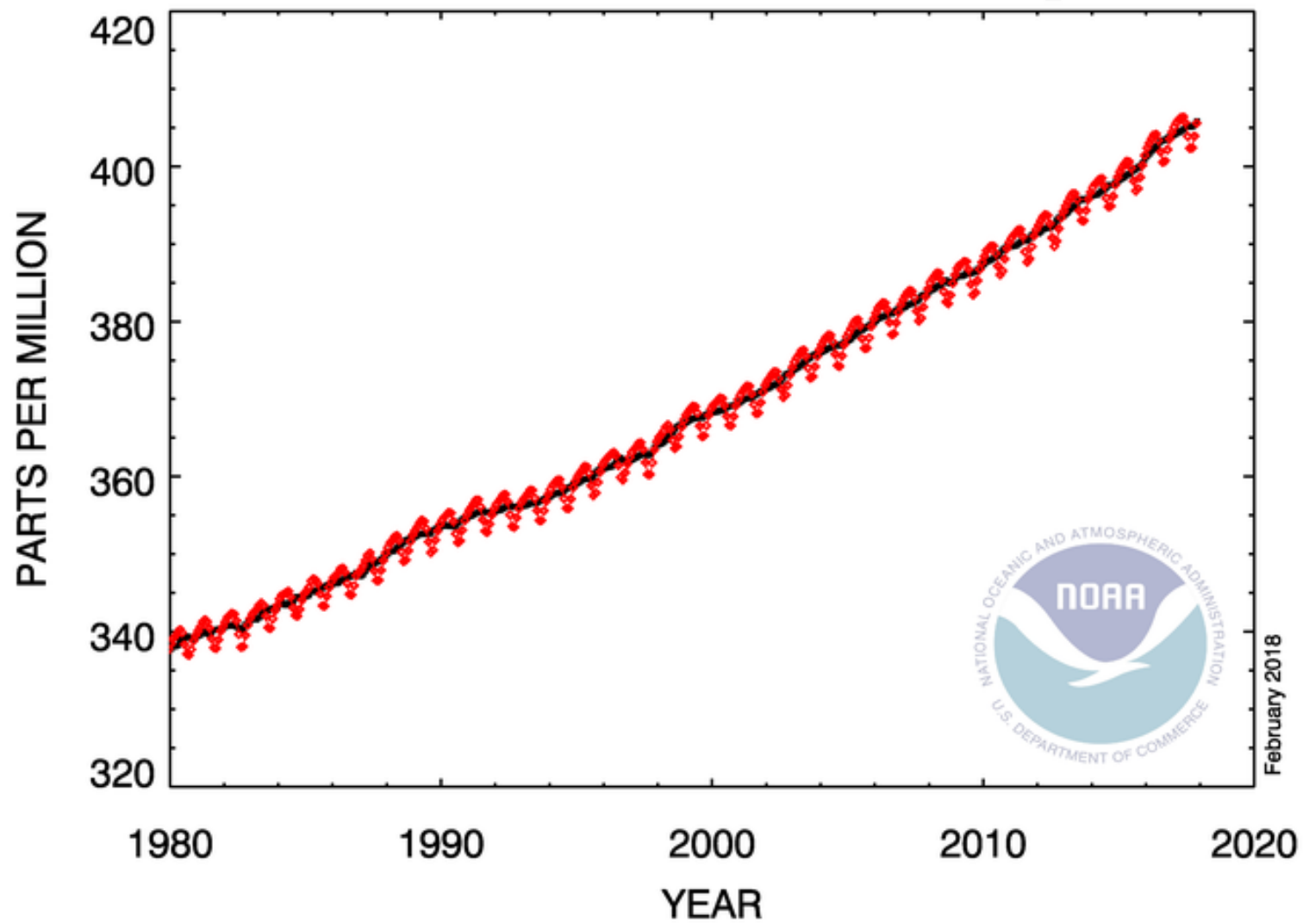
## Příklad 3:

- 4 mg Cd nalezené v 1 kg biologického materiálu (např. v půdě) lze vyjádřit jako 4 ppm Cd
- 4  $\mu\text{g}$  Pb nalezené v 1 kg dubového listí lze vyjádřit jako 4 ppb Pb.
- Řekneme, že půda obsahuje 4 ppm kadmia a dubové listí 4 ppb olova.

## Další výhoda jednotek ppm a ppb

- Uvažte, že 1 litr vody váží 1 kg (víme, co je to hustota). Jednotky ppm i ppb lze proto použít i pro udávání koncentrace látek v roztocích.
- Používají se i pro udávání koncentrací látek ve vzduchu resp. v libovolné matrici.

## GLOBAL MONTHLY MEAN CO<sub>2</sub>



# Vyjadřování koncentrace v procentech

- Zhusta se (v chemii a farmacii) používají roztoky, označované jako procentní. Např. 30% peroxid vodíku (tj. silně žíravý koncentrovaný roztok), 2% peroxid vodíku (běžně v lékárně), 24% čpavková voda (tj. roztok hydroxidu amonného) apod.

# Váhová procenta

- Váhová procenta označují množství látky v g ve 100 g finálního roztoku.
- Tj. odvážíme-li 50 g soli do 50 g vody, dostaneme 100 g 50% roztoku (w/w).  
Pozor: nejde o výsledný roztok o objemu 100 ml!
- Váhová procenta se používají zřídka.

## *Objemová procenta I.*

- Rozpustíme-li ale 50 g soli v minimálním objemu vody a doplníme-li pak vodou do objemu 100 ml, dostaneme 100 ml 50% roztoku (w/v).
- Jde o nejběžnější vyjádření koncentrace roztoků vzniklých rozpuštěním **pevné látky** ve vodě.

## *Objemová procenta II.*

- Smísíme-li 50 ml methanolu a 50 ml vody (zanedbáváme v tomto případě objemové změny), dostaneme 100 ml 50% methanolu (v/v).
- Jde o nejběžnější vyjádření koncentrace roztoků vzniklých rozpuštěním **kapalné látky** ve vodě.

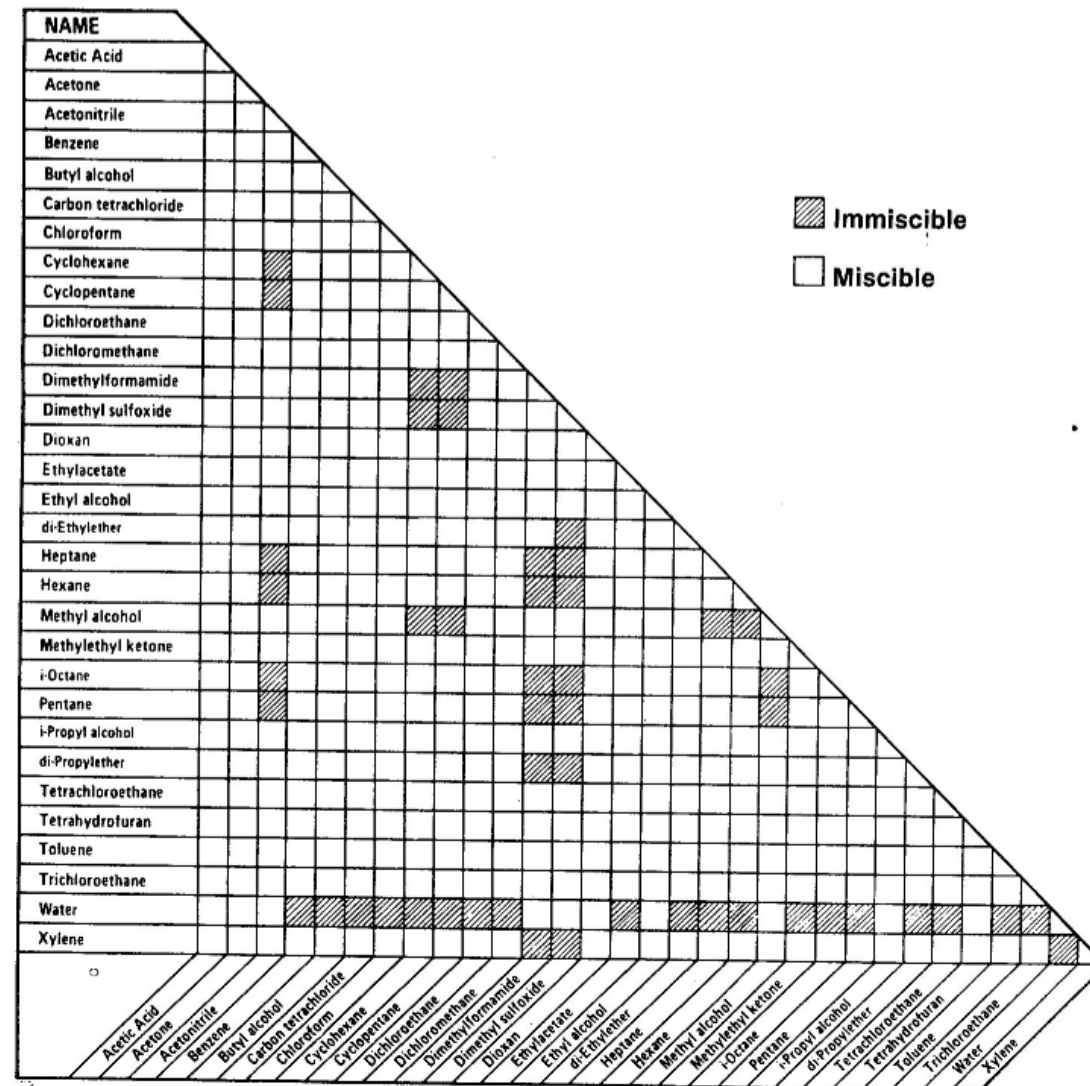
# Rozpustnost látek

- Tabulky rozpustnosti:
- Například nelze připravit 2 M roztok  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , protože k jeho přípravě by bylo třeba rozpustit 488.56 g do 1000 ml, avšak při 20°C se rozpouští pouze 446.8 g/L.

# *Krystalisace látek*

- Praktická laboratorní odbočka: Na tomto principu funguje krystalisace látek:
- připravíte horký nasycený roztok látky (anorganické či organické - nízkomolekulární) a necháte jej přes noc schládnout resp. krystalisovat v lednici či v mrazáku.

# Mísitelnost kapalin

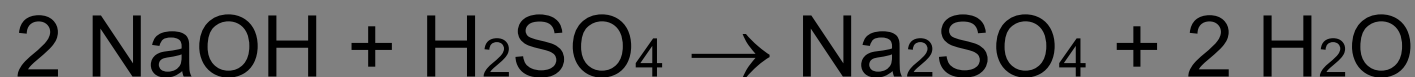


# *Stechiometrie: výpočty z rovnic*

- Připomínka ze střední školy: chemické rovnice zapisují chemické reakce. např.



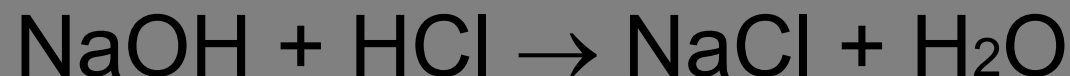
(tvorba chloridu amonného,  
řečeného „salmiak“)



(neutralisace hydroxidu sodného  
kyselinou sírovou)

# *Stechiometrie: výpočty z rovnic*

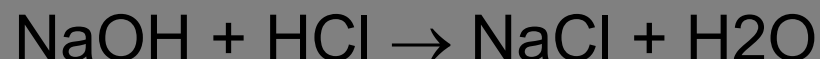
- Zápis neutralizační reakce:



zároveň ale znamená, že jeden mol hydroxidu sodného reagoval s jedním molem kyseliny chlorovodíkové za vzniku jednoho molu chloridu sodného a jednoho molu vody.

# *Stechiometrie: výpočty z rovnic*

- Příklad
- Máte zneutralisovat 10 ml 1M NaOH. K dispozici máte 5M HCl a 5mM HCl. Jaká bude spotřeba obou roztoků?



z rovnice popisující děj je patrné, že

- 1 mol NaOH reaguje s 1 molem HCl, neboli (trojčlenka!):
- budeme potřebovat 2 ml 5M HCl, rep. 2000 ml 5mM HCl.

# *Dissociace roztoků*

- V roztocích chemických sloučenin dochází velmi často k jejich dissociaci na jednotlivé ionty:



- Reálně to znamená, že roztok chloridu sodného téměř neobsahuje molekuly chloridu sodného jako takového, nýbrž (hydratované) kationty ( = kladně nabité ionty) sodíku a anionty ( = záporně nabité ionty) chloru.

# *Stechiometrie: výpočty z rovnic*

dissociační konstanta  $k$

$$k = c[\text{Na}] \cdot c[\text{Cl}] / c[\text{NaCl}]$$

Pozor: Dissociační konstanta popisuje  
dissociaci na volné ionty, nemá ale nic  
společného s rozpustností látky!

# *Kyselá, neutrální a alkalická reakce roztoků: pH*

- Voda sama o sobě, tj. bez přítomnosti dalších látek, dissociuje na protony ( $\text{H}^+$ ) a hydroxylové anionty ( $\text{OH}^-$ ):



- Jde o rovnovážný děj, který lze opět kvantitativně popsat rovnicí

$$k = \frac{c[\text{H}^+].c[\text{OH}^-]}{c[\text{H}_2\text{O}]}$$

- kde  $k$  je rovnovážná konstanta. Protože koncentrace nedisociovaných molekul vody je v podstatě konstantní a mnohem větší, než koncentrace obou vzniklých složek, zahrnuje se do konstanty (iontový součin vody)

$$k = c[\text{H}^+].c[\text{OH}^-]$$

# *Kyselá, neutrální a alkalická reakce roztoků: pH*

- tato konstanta (iontový součin vody) byla přesnými elektrochemickými technikami změřena.
- Její velikost je  $10^{-13.9965}$  při  $25^{\circ}\text{C}$ . Za standardních podmínek je tedy /po zaokrouhlení/ její hodnota  $10^{-14}$  a koncentrace vodíkových iontů tím pádem  $10^{-7}$ .

# *Kyselá, neutrální a alkalická reakce roztoků: pH*

- Pro praktické použití byla S.P.Sørensenem (1909) definována veličina zvaná pH, a to jako záporný dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

- V kyselých roztocích je  $\text{pH} < 7$  a v zásaditých je  $\text{pH} > 7$ , v neutrálních je přesně 7.

### Cvičení

15) chceme připravit 190g 10% roztoku  
? m (g) 38% HCl + ? m (g) H<sub>2</sub>O musíme použít  
[50g HCl]

16) jak naředíme 300g 40% roztoku na roztok  
20% ?  
[1+1 = 300g H<sub>2</sub>O]

17) 20g 10% roztoku NaOH → 20% roztok  
? m (g) NaOH musíme přidat  
[2,5g NaOH]

18) jak připravíme 250ml 0,1M HCl z 1M HCl  
[25ml 1M HCl]

20) 10M NaOH byl naředěn 1: 20, ? finální  
koncentrace  
[0,5M]

21) 1000mg/l glukózy bylo naředěno 1: 10 a pak  
ještě 1 : 2 ? finální koncentrace  
[50mg/l]

22) ? kolikrát bylo naředěno sérum po smíchání:  
200 µl séra  
500 µl fyziologického roztoku  
300 µl činidla  
[1 : 5]

### Výpočty pH

$$pH = - \log a(H_3O^+)$$

$$a = \gamma \times c$$

a = aktivita

$\gamma$  = aktivitní koeficient (0-1)

c = molární koncentrace (mol /L)

zředěné (mM) roztoky:  $\gamma \approx 1 \Rightarrow a = c$

$$pH = - \log c(H_3O^+)$$

$c(H_3O^+) = [H_3O^+] = \text{molární koncentrace}$

### Disociace vody:



$$K_{dis} = \frac{[H_3O^+] \times [OH^-]}{[H_2O]^2}$$

$$K_{dis} \times [H_2O]^2 = [H_3O^+] \times [OH^-]$$

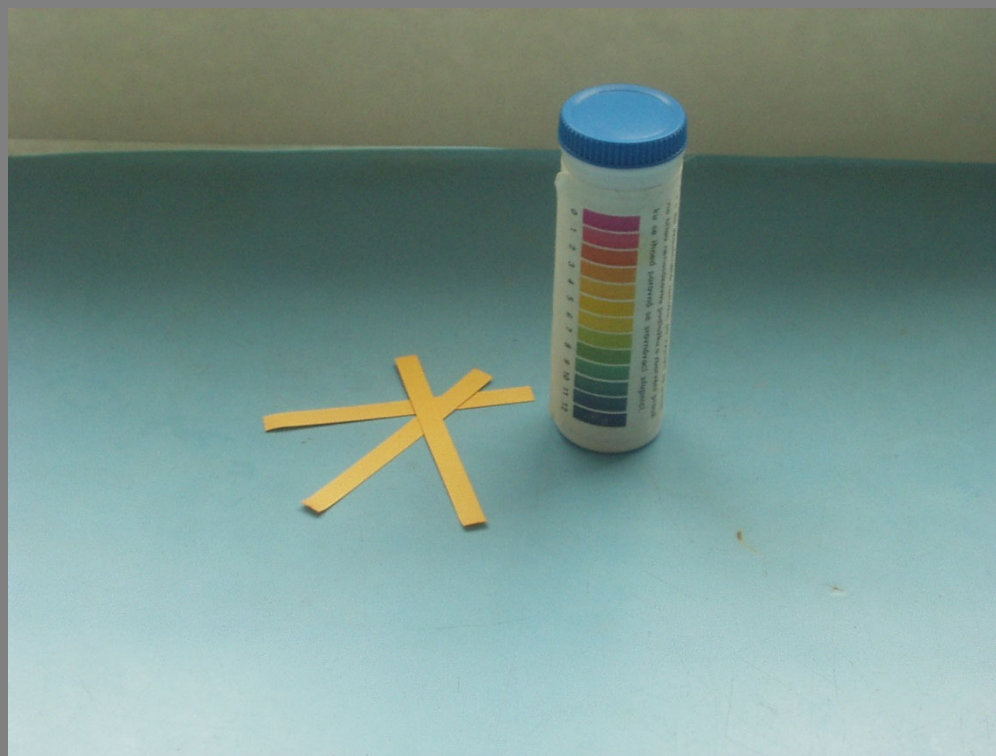
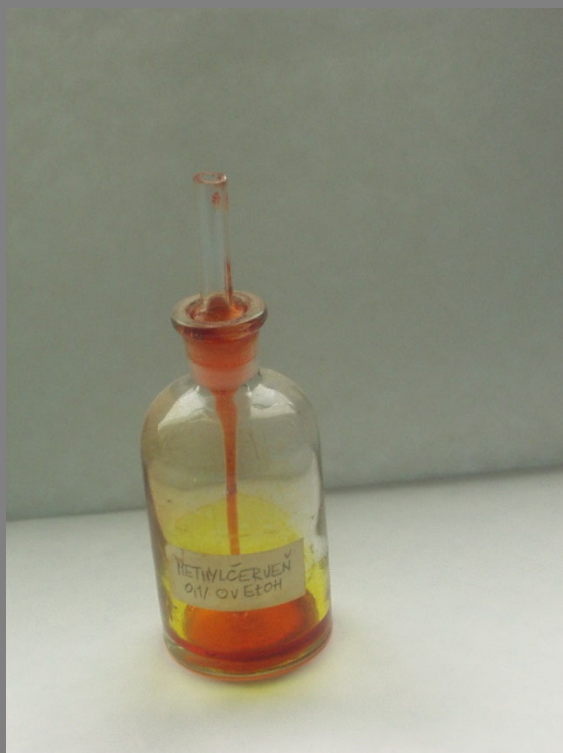
$K_{dis} \times [H_2O]^2 \equiv \text{konstantní, neboť } [H_2O] \text{ je mnohokrát}$   
vyšší než  $[H_3O^+]$  nebo  $[OH^-]$

$K_w = \text{konstanta} = \text{iontový součin vody}$

$$K_w = [H_3O^+] \times [OH^-]$$

# *Měření pH*

- Roztoky indikátorů, papírky s indikátory
- Elektronické pH metry



# Měření pH



Kalibrační pufry k pH-metrům  
pH 4,01 pH 7,00 a pH 10,00

# Měření pH



běžná elektroda;

mikroelektroda



Elektrodu („pH metr“) je nutné pravidelně kalibrovat, mělo by se každý den ráno.

# *Měření pH*



Ionově selektivní elektrody



dotyková



vpichová

# *Příklady pH*

|                 |         |
|-----------------|---------|
| 1M HCl          | 0.0     |
| 0.1M HCl        | 1.0     |
| Žaludeční šťáva | 1.4     |
| Vinný ocet      | 2.3     |
| Kofola/CocaCola | 2.5-2.9 |
| Káva            | 5.0     |
| Moč             | 5-7     |
| Mléko           | 6.5-7   |
| Krev            | 7.4     |
| Mořská voda     | 8.1-10  |
| Čpavková voda   | 11.5    |
| 1M NaOH         | 14.0    |

# *Praktická stupnice pH*

Kyselý vínan draselný (nasycený  
při 25°C).....3,557

Kyselý ftalát draselný (0.05 M)  
.....4,008

$\text{KH}_2\text{PO}_4$  (0.008695 M) +  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (0.03043 M)  
.....7,413

Tetraboritan sodný (0.01 M)  
.....9,180

Tento materiál je určen pouze pro výuku studentů.

This presentation has been scheduled for educational purposes only.

Pokud má někdo dojem, že použité obrázky (jiné než moje vlastní) jsou kryty copyrightem, necht' mi dá vědět.

If somebody believes, that pictures or figures in this presentation are covered by copyright, please let me know.

Jiří Gabriel ([gabriel@biomed.cas.cz](mailto:gabriel@biomed.cas.cz))