

Repetitorium chemie II. (2014)



Připomenutí základních věcí
z obecné chemie
ale tentokrát hlavně z laboratorní praxe
(měření, vážení, počítání)

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:

SIGMA-ALDRICH
FINE CHEMICALS

ALDRICH

SUPELCO

HiChem



for the requests
you deserve

Wako

PROLABO

Fluka | Röschel-Haefliger

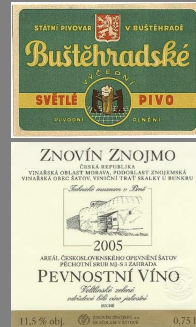
SIGMA

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

EXPLOSIA

ZENTIVA

Etiketa a údaje na ní:

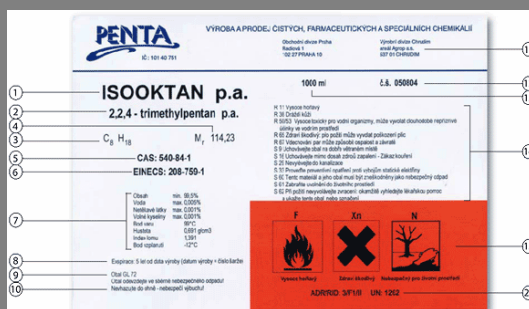


Etiketa a údaje na ní:

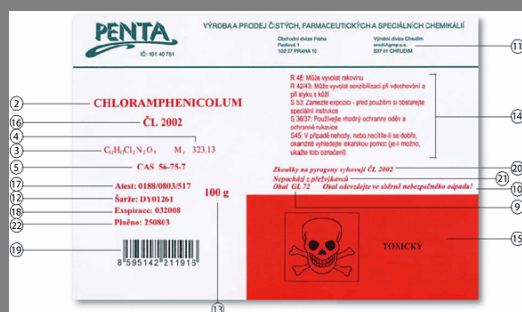


chemický vzoreček (složení), název, vzhled, vlastnosti, koncentrace, výrobce
údaje o nebezpečnosti, popř. první pomoc

Etiketa a údaje na ní:



Etiketa a údaje na ní:



Etiketa a údaje na ní:

Vlastnosti chemikálie a bezpečnost práce:

R – věty, S – věty

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

R26.....velmi jedovatá při vdechování S 1.....uchovávejte uzamčené
R27.....velmi jedovatá při styku s kůží S 2.....uchovávejte mimo dosah dětí
R28.....velmi jedovatá při požití S45.....v případě úrazu nebo necítíte-li se dobře, ihned vyhledejte lékařskou pomoc

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

10/72

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

Předvážky (setiny g)



Analytické váhy (setiny mg)



Analytické váhy (setiny mg)



Analytické váhy (mikrogramy)



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 odpovídající teploty.

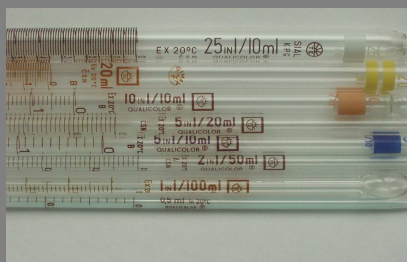
Přesnost přípravy roztoků

- 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 (μl – ml) odměřují automatickými pipetami s vyměnitelnými plastovými špičkami.

Odměrné sklo



Odměrné sklo



Vždy jsou přesnější „nedělené“ pipety

Automatické pipety



Automatické pipety



Automatické pipety



Příprava roztoků

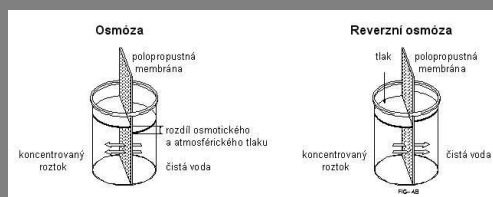
- Voda destilovaná a deionizovaná
- Vodivost: Siemens (S, $1/\Omega$)
- Specifická vodivost: $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
- $0,5 \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ KCl $74 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
- Destilovaná voda.....cca $10 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
- Deionizovaná voda.....cca $1 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$

22/72

Příprava roztoků

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

Reverzní osmóza je založena na využití 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 nádobí: sterilní zkumavky



Běžné nádobí: sterilní zkumavky



Běžné nádobí: stříčky



Běžné nádobí: „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.
- Rozpuštění 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 CO_2) –78°C
- Kapalný dusík (N_2) –196°C

Chlazení v laboratoři:



Chlazení v laboratoři:



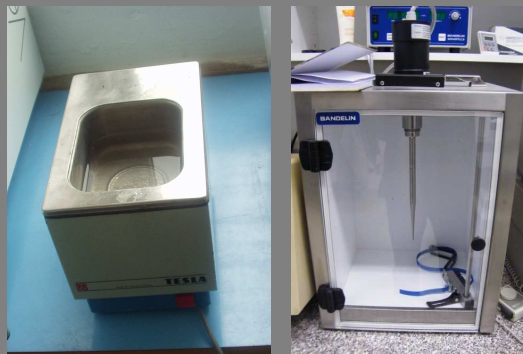
Chlazení v laboratoři



Měření teploty



Ultrazvuková lázeň a sonda



Ultrazvuková lázeň



39/72

Koncentrace: moly

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



moli v kabátě x moly v litru

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. $286,153/100 = 2,86153$ g

Příklad 2.

- Kolik gramů chloridu zinečnatého (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

Něco o Avogadrově konstantě

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

(tj. atomů, jde-li o prvky, molekul, jde-li o sloučeniny, trakařů, jde-li o trakaře, hasičů, jde-li o hasiče 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 milionem“ resp. „partes per billionem“ tj. „jeden z milionu“ resp. „jeden z bilionu“.

45/72

Příklad 3:

- 4 mg Cd nalezené v 1 kg biologického materiálu (např. v půdě) lze vyjádřit jako 4 ppm Cd
- 4 µg 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.

Vyjádřování koncentrace v procentech

- Zhusta se (v chemii a farmacii) používají roztoky, označované jako procentní. Např. 30% peroxid vodíku (tj. silně žravý 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.

40/60

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.

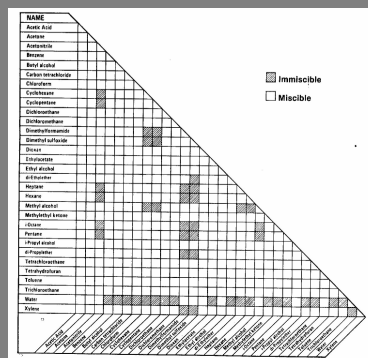
Rozpustnost látek

- 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

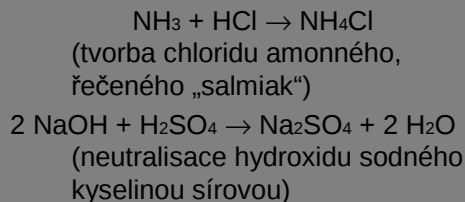
- Praktická laboratorní odbočka: Na tomto principu funguje krystalisace látek:
- připravíte horký nasycený roztok látky (anorganické či organické - nízkomolekulární) a necháte jej přes noc schládnout resp. krystalisovat v lednici či v mrazáku.

Mísitelnost kapalin



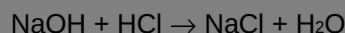
Stechiometrie: výpočty z rovnic

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



Stechiometrie: výpočty z rovnic

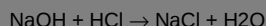
- Zápis neutralizační reakce:



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 4.](#)
- Máte zneutralisovat 10 ml 1M NaOH. K dispozici máte 5M HCl a 5mM HCl. Jaká bude spotřeba obou roztoků?

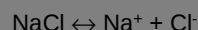


z rovnice popisující děj je patrné, že

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

Dissociace roztoků

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



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

Stechiometrie: výpočty z rovnic

dissociační konstanta k

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

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

Kyselé, neutrální a alkalická reakce roztoků: pH

- Voda sama o sobě, tj. bez přítomnosti dalších látek, disociuje na protony (H^+) a hydroxylové anionty (OH^-):



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

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

- 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)

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

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°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

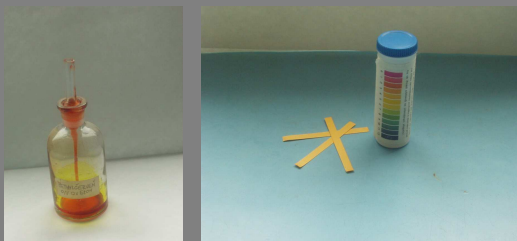
- Pro praktické použití byla S.P.Sørensenem (1909) definována veličina zvaná pH, a to jako záporný dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů:

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

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

Měření pH

- Roztoky indikátorů, papírky s indikátory
- Elektronické pH metry



Měření pH



- Elektronické pH metry

Měření pH



- Elektronické pH metry

Měření pH

- Elektronické pH metry



Měření pH



běžná elektroda;



mikroelektroda

Měření pH



iontově selektivní elektrody



dotyková



vpichová

Měření pH



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
Moc	5-7
Mléko	6.5-7
Krev	7.4
Mořská voda	8.1-10
Čpavková voda	11.5
1M NaOH	14.0

70/72

Praktická stupnice pH

Kyselé vinan draselný (nasycený při 25°C).....	3,557
Kyselé ftalát draselný (0.05 M)	4,008
KH ₂ PO ₄ (0.008695 M) + Na ₂ 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)