

PŘÍPRAVA ROZTOKŮ

Obecný postup při přípravě roztoků o dané koncentraci

Navážka musí být kvantitativně přenesena do rozpouštědla (nejčastěji do vody), které zaujímá asi ½ objemu baňky. Navážená látka se opatrně sklepe do nálevky, která je zasunutá do hrdla odměrné baňky, poté se spláchne vodou. Potom se vodou do nálevky opláchne váženka a nakonec i samotná nálevka. Rozpouštění se urychlí mícháním obsahu odměrné baňky krouživým pohybem (nelze použít tyčinku nebo míchadlo). Teprve po úplném rozpuštění navážky a vyrovnání teploty baňky s okolím lze baňku doplnit po rysku vodou, poslední kapky se přidávají pipetou. Baňka se pak uzavře suchou zátkou a obsah se důkladně promíchá (několikerým obrácením dnem vzhůru a zpět). Při obrácení baňky se musí zátky v hrdle baňky přidržovat palcem.

Základní vztahy používané při přípravě roztoků

- hmotnostní koncentrace látky B $\rho_B = m_B / V$ (g/l)
- látková koncentrace (molarita) látky B $c_B = n_B / V$ (mol/l)
- hmotnostní zlomek (procenta) látky B $w_B = m_B / m$ ($w_B (\%) = 100 m_B / m$)

Při přípravě zředěných vodných roztoků ($w_B \leq 5 \%$) se velmi často odvážené množství látky rozpustí ve vodě a objem roztoku se doplní na objem 100 ml nebo příslušný násobek (při laboratorní teplotě hustota vody a výsledného roztoku ≈ 1 g/ml). Složení roztoků pak odpovídá tzv. h m o t n o s t n ě - o b j e m o v ý m p r o c e n t ů m (tzv. gramprocentům), která udávají počet gramů rozpuštěné látky ve 100 ml roztoku, např. 0,9 g NaCl/100 ml roztoku se označí jako 0,9 % (w/v).

- zředování roztoků $c_1 V_1 = c_2 V_2$
 $w_1 m_1 = w_2 m_2$
- směšování roztoků $c_1 V_1 + c_2 V_2 = c_3 (V_1 + V_2)$ platí za předpokladu aditivnosti objemů
 $w_1 m_1 + w_2 m_2 = w_3 (m_1 + m_2)$
- číslo zředění (zředovací faktor) $D = \frac{V_{\text{konečný}}}{V_{\text{původní}}} = \frac{c_{\text{původní}}}{c_{\text{konečný}}}$

Často se ředění roztoků udává pomocí **zředovacího poměru 1 : D**, který vyjadřuje, v jakém objemovém poměru jsou vůči sobě původní a konečný roztok ($V_{\text{původní}} : V_{\text{konečný}}$) – jedná se tedy o převrácenou hodnotu čísla zředění D . Roztok zředěný v poměru 1 : D, je totéž co D -krát zředěný roztok, tj. roztok připravený z 1 objemového dílu původního roztoku a $(D-1)$ dílů rozpouštědla.

Příklad: 5krát zředěný roztok se připraví naředěním původního roztoku v poměru 1 : 5, tzn. smícháním 1 objemového dílu původního roztoku a 4 objemových dílů rozpouštědla. Pokud má být konečný objem naředěného roztoku např. 200 ml, vezme se pro jeho přípravu $1/5 \times 200 = 40$ ml původního roztoku a $4/5 \times 200 = 160$ ml vody.

PRAKTICKÁ ČÁST

Úkol 3.1 Příprava roztoků o dané koncentraci

Materiál: Krystalický $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (modrá skalice). Odměrné baňky 50 ml a 25 ml, nálevky, 2 ks 10ml zkumavek, zátky, kádinka 50–100 ml, dělené pipety 5 a 10 ml, pipetovací nástavec, nastavitelné pipety 100–1000 μl , špičky. Předvážky, váženky, kopistka, tyčinky, plastové pipetky, stříčka, popisovač.

Provedení:

a) Příprava 50 ml zásobního roztoku modré skalice

- Navažte přesně 6,2 g modré skalice.
 - Navážku modré skalice kvantitativně přeneste z váženky do kádinky, váženku opláchněte malým množstvím demi-vody a navážku rozpustíte v cca 50 ml demi-vody.
 - Jakmile je veškerá modrá skalice rozpuštěna, kvantitativně ji s použitím nálevky přeneste do odměrné baňky.
 - Nálevku několikrát opláchněte malým množstvím demi-vody.
 - Doplňte baňku demi-vodou po rysku (po kapkách použitím plastové Pasteurky).
 - Baňku uzavřete zátkou a obsah promíchejte jejím převrácením.
- ✎ 1. Vypočítejte hmotnostní a látkovou koncentraci připraveného zásobního roztoku;
 $M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,69$.

b) Příprava 25 ml roztoku pentahydrátu síranu měďnatého o koncentraci 200 mmol/l ředěním

- ✎ 2. Nejdříve vypočítejte, jaký objem zásobního roztoku obsahuje stejné látkové množství analytu jako 25 ml roztoku o koncentraci 200 mmol/l.
- Do 25ml odměrné baňky odpipetujte pomocí skleněné pipety vypočtený objem zásobního roztoku pro přípravu 25 ml roztoku o koncentraci 200 mmol/l. Nepipetujte ze zásobní lahve.
 - Doplňte baňku demi-vodou po rysku (po kapkách použitím plastové pipetky).
 - Baňku uzavřete zátkou a obsah promíchejte jejím převrácením.
- ✎ 3. Kolikrát a v jakém zředovacím poměru byl zásobní roztok modré skalice zředěn?
- ✎ 4. Vypočítejte látkovou a hmotnostní koncentraci roztoku, který vznikne smícháním 5 ml zásobního roztoku modré skalice a 45 ml vody.
- ✎ 5. V jakém objemu vody (uvažujte hustotu vody 1 g/cm^3) rozpustíte danou navážku modré skalice, abyste připravili přesně 5% roztok?
- ✎ 6. Jaký objem zásobního roztoku a vody je zapotřebí k přípravě 5 ml 50krát zředěného roztoku. Jaká bude hmotnostní a látková koncentrace tohoto roztoku?

7. Jaké množství modré skalice je třeba navážít pro přípravu 500 ml roztoku, který bude obsahovat 2 % (w/v) a) síranu měďnatého; b) modré skalice?

c) Příprava roztoků modré skalice o dané koncentraci ředěním zásobního roztoku

- Do první zkumavky odměřte 1 ml zásobního roztoku modré skalice. Přidejte takové množství vody, aby výsledná koncentrace roztoku ve zkumavce byla přesně 0,1 mol/l.
 - Do druhé zkumavky odměřte 640 μ l zásobního roztoku modré skalice a 960 μ l vody.
 - Zkumavky uzavřete zátkou a obsah promíchejte jejich převrácením.
8. Vypočítejte: a) hmotnostní koncentraci modré skalice v roztoku v 1. zkumavce;
b) látkovou i hmotnostní koncentraci modré skalice v roztoku ve 2. zkumavce,
 $M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,69$
9. Kolikrát byl zásobní roztok modré skalice v první a druhé zkumavce zředěn?
10. Vypočítejte hmotnostní a látkovou koncentraci modré skalice v roztoku, který vznikne smícháním 4 ml roztoku z první zkumavky a 2 ml roztoku z druhé zkumavky.

Úkol 3.2 Fotometrické ověření koncentrace

Při průchodu elektromagnetického záření z oblasti ultrafialové nebo viditelné části spektra měřeným roztokem dochází k jeho absorpci, tj. k poklesu jeho energie. Velikost absorpce záření závisí na vlnové délce záření, na koncentraci absorbující látky v roztoku a na tloušťce měřené vrstvy.

Absorbance roztoku je při dané vlnové délce záření přímo úměrná látkové koncentraci rozpuštěné absorbující látky (Lambertův-Beerův zákon): $A = \varepsilon_\lambda c l$, kde ε_λ je molární absorpční koeficient ($\text{l mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$), c je látková koncentrace (mol/l) a l tloušťka měřené vrstvy (cm).

Daný vztah platí pouze pro monochromatické záření a pro zředěné homogenní roztoky.

Koncentraci analyzované látky c_x lze vypočítat:

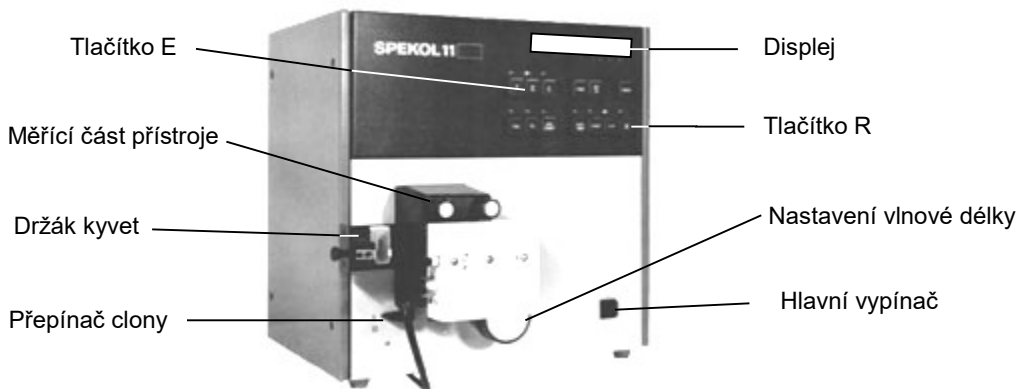
- a) pokud známe absorpční molární koeficient rozpuštěné látky za daných podmínek v přímo z výše uvedeného vztahu;
- b) ze změřených absorbancí analyzovaného vzorku A_x a kalibračního roztoku A_{st} o známé koncentraci analytu (standardu) c_{st} , kdy platí $c_x/c_{st} = A_x/A_{st}$. Po úpravě koncentrace analytu v neznámém vzorku je: $c_x = c_{st} \cdot A_x/A_{st}$.

Materiál: Spektrofotometr.

Provedení:

- Změřte absorbance zásobního roztoku, 200 mmol/l roztoku i obou zředěných roztoků ve zkumavkách proti demi-vodě při vlnové délce 620 nm.
- Na spektrofotometru nastavte otočným knoflíkem vlnovou délku 620 nm.
- Nastavte mód měření na absorbanci stisknutím tlačítka **E** (zelená dioda svítí nad tlačítkem).
- Vložte kyvetu naplněnou do cca $\frac{1}{2}$ objemu demi-vodou do držáku a opatrně zasuňte do přístroje.

- Nastavte absorbanci na nulu stisknutím tlačítka **R** (čekaňte, dokud se neobjeví na displeji nuly).
- Postupně vložte kyvety naplněné do cca $\frac{1}{2}$ objemu měřeným roztokem do druhé pozice v držáku a opatrně zasuňte do měřicí části přístroje.
- Odečtěte hodnotu absorbance roztoku na displeji – doplňte do tabulky níže.
- Po skončení měření vypláchněte kyvety demi-vodou a uveďte pracovní místo do pořádku.



- ✗ 11. Z hodnoty absorbance zásobního roztoku síranu měďnatého a jeho látkové koncentrace vypočítejte molární absorpční koeficient ϵ_{620} (tloušťka kyvety je $l = 1$ cm).
- ✗ 12. S využitím vypočtené hodnoty ϵ_{620} a naměřených absorbancí připravených roztoků vypočtete dle Lambertova-Beerova zákona látkové koncentrace daných roztoků.
- ✗ 13. Srovnejte takto vypočtené hodnoty koncentrací daných roztoků s koncentracemi použitými v úkolu 3.1b a 3.1c (tj. 0,2 mol/l; 0,1 mol/l; vypočtená hodnota ve 2. zkumavce). Vysvětlete možné příčiny případných rozdílů (vezměte v úvahu nepřesnosti při přípravě roztoku a výpočtu a rozhodněte, které se na rozdíl podílely).
- ✗ 14. O kolik procent se liší koncentrace připravených roztoků od koncentrací vypočtených (relativní chyba)?
- ✗ 15. Doplňte tabulku:

Roztok modré skalice	Zředění	Požadovaná/připravená koncentrace		A_{620}	Koncentrace vypočtená z absorbance (mol/l)	Relativní chyba (%)
		(g/l)	(mol/l)			
Zásobní (úkol 3.1a)	1				_____	_____
Zředěný (úkol 3.1b)			0,2			
1. zkumavka (úkol 3.1c)			0,1			
2. zkumavka (úkol 3.1c)						

