

Syntetické acidobazické indikátory

Acidobazické indikátory (z latiny *indicare*, ukazovat, od *index*, ukazováček, ukazatel směru) jsou organická barviva, která mění v roztoku barvu v závislosti na jeho pH, tedy na koncentraci oxoniových iontů. Je důležité si uvědomit, že funkční oblast indikátorů se liší, že každý indikátor má jiný barevný přechod, během kterého nastává pozorovaná změna např. methyloranž pH = 3,1–4,5, methylčerveň pH = 4,4–6,3, fenolftalein pH = 8,2–10, thymolftalein pH = 9,3–10,5. Pufr (z německého *puffer*, nárazník, ústojný roztok či tlumivý roztok) je konjugovaný pár kyseliny nebo zásady a jejich soli, který je schopný udržovat v jistém rozmezí stabilní pH po přidání kyseliny či zásady do systému.

Zbarvení acidobazických indikátorů v kyselinách a zásadách

Pomůcky: zkumavky

Chemikálie: kyselina chlorovodíková (w = 0,2), hydroxid sodný (w = 0,2), voda, methyloranž, methylčerveň, fenolftalein, thymolftalein, lakmus, Tashiro indikátor.

Postup:

- Připravíme si šest trojic zkumavek, které naplníme postupně do poloviny objemu kyselinou, zásadou a destilovanou vodou.
- Ke každé z dané trojice zkumavek přikápneme stejný indikátor, pozorujeme a výsledky zapíšeme do tabulky.

Tabulka:

Látky	Indikátory					
	methyloranž	methylčerveň	fenolftalein	thymolftalein	Tashiro indikátor	lakmus
HCl						
voda						
NaOH						

Chemická duha

Pomůcky: sada odměrných válců, odměrná baňka (1 dm³), zkumavky, analytické váhy

Chemikálie: hydroxid sodný, kyselina sírová, glycerol, voda, ethanol, fenolftalein, thymolftalein, p-nitrofenol.

Příprava roztoků:

- **Roztok A:** 250 cm³ kyseliny sírové ($c = 0,05 \text{ mol/dm}^3$) smícháme s 250 cm³ 95 % ethanolu.
- **Roztok B:** 10 cm³ kyseliny sírové ($c = 1,8 \text{ mol/dm}^3$) smícháme s 20 cm³ glycerolu.
- **Roztok C:** 0,48 g hydroxidu sodného rozpustíme ve vodě a zředíme na objem 1 dm³.
- **Roztok D:** 0,8 g hydroxidu sodného rozpustíme ve vodě a doplníme na objem 1 dm³.
- **Indikátory:** barevné změny uskutečníme smícháním indikátorů podle tabulky (čísla v tabulce jsou násobky jednotkových objemů příslušných indikátorů:

Tabulka:

Barva	fenolftalein	thymolftalein	p-nitrofenol
fialová	5	5	-
modrá	-	10	-
zelená	-	5	5
žlutá	-	-	10
oranžová	0,5	-	15
červená	8	-	2

Postup:

- Před demonstrací nanese se několik kapek jednotlivých indikátorů do zkumavek.
- Zkumavky seřadíme do stojanu v pořadí barev duhy od červené po fialovou.
- Zkumavky naplníme asi do 1/3 roztokem A a přidáme pár kapek roztoku C.
- Při demonstraci přidáváme k roztokům roztok D v takovém množství, aby se roztoky začaly zbarvovat.
- Přidáme několik kapek roztoku B – roztoky se začnou odbarvovat.
- Opětovné zbarvení roztoku dosáhneme přidáním roztoku D.

Určení pH barevného přechodu indikátorů

Pomůcky: 20 zkumavek, 2 stojany, 9 zásobních lahví s roztoky o pH = 3 až 11, 4 kádinky 50 ml, 1 větší kádinka popsaná „ODPAD“, odměrný válec 10 ml, tlusté brčko, nůžky, skleněná tyčinka, 2 kapátka, univerzální indikátorové papírky, stříčka s vodou, stříčka s ethanol, lihový fix, bílý papír, ubrousky.

Chemikálie: fenolftalein (FF), methylčerven (MČ), ethanol, destilovaná voda, roztoky o pH 3 až 11.

Příprava roztoků methylčerveně a fenolftaleinu

- Brčko nůžkami šikmo přestříháme v polovině délky. Získáme tak dvě improvizované chemické „kopistky“.
- Lihovým fixem popíšeme dvě 50 ml kádinky „MČ“ a „FF“.
- Do obou kádinek odměříme pomocí odměrného válce 10 ml ethanolu.
- Nabereme na špičku zastříženého brčka MČ a nasypeme ji do příslušné kádinky s ethanolem. Brčkem směs zamícháme tak, aby se látka rozpustila. Pozorujeme barvu vzniklého roztoku a zapíšeme ji do pracovního listu.
- Na špičku druhého brčka nabere FF a nasypeme ji do druhé kádinky s ethanolem. Opět zamícháme směs brčkem tak, aby se rozpustila.
- Další dvě 50 ml kádinky popíšeme „MČ + H₂O“ a „FF + H₂O“ a odlijeme do nich vždy polovinu připraveného ethanolového roztoku indikátoru. Do obou kádinek přidáme 5 ml vody z kohoutku, nikoli vody destilované a roztoky promícháme. *Destilovaná voda má díky rozpuštěnému oxidu uhličitému pH nižší než sedm, voda tekoucí z kohoutku má pH 7. Po přilítí destilované vody k ethanolovému roztoku methylčervení nedojde k žádné změně barevnosti, po přilítí vody z kohoutku se změní barva z červené na žlutou.*
- Vodou naředěné roztoky MČ a FF uchováme pro další část úlohy. Ethanolové roztoky vylijeme jako odpad.

Příprava pufrů o pH = 3 až 11

K přípravě roztoků je použit Brittonův-Robinsonův pufr, který je roztokem:

- Kyseliny borité (H₃BO₃, c = 0,04 mol.dm⁻³)
- Kyseliny fosforečné (H₃PO₄, c = 0,04 mol.dm⁻³)
- Kyseliny octové (CH₃COOH, c = 0,04 mol.dm⁻³)

Na požadované pH se tento roztok upravíme přidávkem roztoku hydroxidu sodného o koncentraci 0,2 mol.dm⁻³. V tabulce jsou uvedena množství roztoku hydroxidu sodného, které je potřeba přidat ke 100 ml roztoku kyselin pro dosažení požadovaného pH.

Tabulka:

pH	3	4	5	6	7	8	9	10	11
V _{NaOH} [ml]	18,3	24,2	34,8	41,9	52,5	60,3	68,1	78,0	83,4

Pro 1 žáka bude potřeba přibližně 20 ml každého z roztoků o pH 3 až 11 (výška sloupce roztoku ve zkumavce 3 cm odpovídá přibližně 5 ml, každý roztok bude v úloze použit dvakrát, stejné množství je počítáno i na vypláchnutí kádinky a zkumavky).

Konkrétní příklad postupu přípravy roztoků pufrů:

Do litrové odměrné baňky nasypeme 2,48 g kyseliny trihydrogenborité, odpipetujeme 2,7 ml 85 % roztoku kyseliny fosforečné, 2,3 ml 99% roztoku kyseliny octové a doplníme destilovanou vodou po rysku. Do druhé litrové odměrné baňky nasypeme 8,00 g NaOH a doplníme destilovanou vodou po rysku. Následně do kádinky (250 ml) odměříme pomocí odměrného válce 100 ml roztoku kyselin a z 50 ml byrety přidáme podle tabulky viz výše tolik roztoku NaOH $c = 0,2 \text{ mol.dm}^{-3}$, aby výsledný roztok měl požadované pH (pro $\text{pH} = 7$ i více nutno přidávat roztok NaOH nadvakrát). Z kádinky přelijeme roztok do zásobní láhve, kádinku vždy vypláchneme malým množstvím zásobního roztoku kyselin a pokračujeme přípravou dalšího roztoku o jiném pH.

Vyplachování kádinky a zkumavek při nalévání roztoků

Při přelévání roztoků ze zásobních láhví do zkumavek použijeme jednu kádinku, kterou je potřeba vždy vypláchnout malým množstvím roztoku o daném pH předtím, než z ní roztok nalijeme do zkumavky, aby nedošlo ke kontaminaci předchozím vzorkem. Taktéž je vhodné daným roztokem vypláchnout i zkumavku.

Určení pH barevného přechodu MČ a FF

- Do 9 zkumavek v 1. stojanu a 9 zkumavek ve 2. stojanu nalijeme roztoky o $\text{pH} = 3$ až 11.
- Do každé zkumavky v 1. stojanu přikápneme 5 kapek MČ a do každé zkumavky ve 2. stojanu přikápneme 3 kapky FF.
- Obsah zkumavek krouživým pohybem zamícháme.
- Pozorujeme barvu vzniklých roztoků a zapíšeme, porovnááme barvu sousedních zkumavek proti listu bílého papíru.

Výsledky – porovnání barvy indikátorů v roztocích o $\text{pH} = 3$ až 11

- a. MČ, $\text{pH} = 4$ – růžovo fialová barva, $\text{pH} = 5$ – červená barva, $\text{pH} = 6$ – žlutá barva, je potřeba přikápnout k jednotlivým roztokům větší množství ve srovnání s FF.
- b. FF, $\text{pH} = 7$ – bezbarvý roztok, $\text{pH} = 8$ – téměř bezbarvý roztok s nádechem do růžova, $\text{pH} = 9$ – růžovo-fialová barva s mírně odlišným odstínem než v případě roztoku s $\text{pH} = 10$ – růžovo fialová barva.

Tabulka:

pH	methyľčerveň	fenolftalein			
3					

4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

Kvalitativní analýza – acidimetrie

Pomůcky: stojan, svorka, držák na byretu, byreta, kádinky.

Chemikálie: roztok kyseliny chlorovodíkové ($c = 0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$), roztok hydroxidu sodného ($c = 0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$), univerzální indikátor (v 500 cm^3 ethanolu se rozpustí 0,5 g tymolové modré, 0,1 g fenolftaleinu, 0,2 g metylčerveně a 0,3 g bromtymolové modře).

Postup:

- Do kádinky odpipetujeme 10 cm^3 vodného roztoku hydroxidu sodného.
- Přidáme 10 kapek univerzálního indikátoru a promíchejte.
- Byretu naplníme roztokem kyseliny chlorovodíkové. Při přípravě byrety na titrování dodržujeme všechny zásady správného plnění.
- Z připravené byrety přikapáváme hydroxid sodný do kádinky.
- Po každém přidání kyseliny směs dobře tyčinkou promícháme, určíme pH roztoku podle tabulky.
- Titraci opakujeme třikrát a z průměrných hodnot všech tří měření sestojíme titrační křivku závislosti pH na změně objemu.
- Doplňme tabulku a zapíšeme rovnici reakce.

Tabulka:

pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Barevný přechod	višňověčervená	červenorůžová	červenooranžová	oranžová	žlutooranžová	žlutá	žlutozelená	zelená	modrozelená	fialová
V(NaOH) [ml]										

Rovnice:**Graf:**