



# Změna pH při ředění roztoku

## Pomůcky

Čidlo kyselosti Vernier GDX-PH, 3 kádinky, ocejchovaná injekční stříkačka nebo pipeta, stříkačka, destilovaná voda, hydroxid sodný, ochranné pomůcky (plášť, rukavice, brýle).

## Teorie

Ionty  $\text{H}_3\text{O}^+$  a  $\text{OH}^-$  se díky samovolné disociaci vody vyskytují v roztocích společně s neutrálními molekulami vody. V čisté vodě tyto ionty vznikají či zanikají vždy jako pár, proto jsou jejich koncentrace shodné a závisí pouze na míře disociace vody, která roste s teplotou. Při 25 °C je relativní látková koncentrace iontů  $\text{H}_3\text{O}^+$  (resp.  $\text{OH}^-$ )  $10^{-7}$ .

Hodnota pH je definována jako *záporně vzatý dekadický logaritmus aktivity iontů  $\text{H}_3\text{O}^+$* . Při nepříliš velkých koncentracích je aktivita iontů (tedy jejich projevení navenek) přímo úměrná koncentraci těchto iontů (jsou-li koncentrace vyšší, aktivita díky vzájemným interakcím mezi ionty klesá). Pro čistou vodu při 25 °C je  $\text{pH} = 7$ . S teplotou se pH mění – například při 10 °C je  $\text{pH} = 7,27$  a při 40 °C je  $\text{pH} = 6,77$ .


Součin koncentrací iontů  $\text{H}_3\text{O}^+$  a  $\text{OH}^-$  (tzv. iontový součin vody) se zachovává i poté, co koncentraci jednoho iontu ovlivníme přidáním jiné chemické látky (například kyseliny sírové nebo hydroxidu sodného). Pokud tedy 10× zvýšíme koncentraci  $\text{OH}^-$ , sníží se v důsledku toho 10× koncentrace  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Pokud převažují ionty  $\text{H}_3\text{O}^+$  ( $\text{pH} < 7$ ), roztok je kyselý. Převažují-li ionty  $\text{OH}^-$  ( $\text{pH} > 7$ ), roztok je zásaditý.

Pro měření nejprve připravíme roztok NaOH, ve kterém budou převažovat ionty  $\text{OH}^-$ , bude tedy zásaditý. Následně provedeme desetinásobné zředění roztoku. Koncentrace iontů  $\text{OH}^-$  desetkrát poklesne, čemuž při zachování iontového součinu vody odpovídá desetinásobný nárůst koncentrace iontů  $\text{H}_3\text{O}^+$  a po zlogaritmování tedy jednotková odchylka od původního pH.

Takto jednoduchý výpočet nelze uplatnit pro tzv. slabé kyseliny (resp. zásady), protože jsou v roztoku disociovány jen zčásti. Neplatí pro ně, že při desetinásobném zředění poklesne koncentrace iontů  $\text{H}_3\text{O}^+$  (resp.  $\text{OH}^-$ ) desetkrát, protože látka na zředění zareaguje ochotněji disociací a snížení koncentrace iontů tedy částečně vyrovná.

## Příprava měření

1. Vyjměte čidlo GDX-PH ze skladovacího roztoku (odšroubujte víčko, čidlo vytáhněte). Otevřenou nádobku odložte na bezpečné místo tak, aby se skladovací roztok během experimentu nevyliil. Čidlo opláchněte destilovanou vodou.
2. Spustte aplikaci Graphical Analysis a připojte čidlo (**návod**).

3. Klikněte na tlačítko  vpravo nahoře a zvolte *Okamžitá hodnota*.



4. Nasypte přibližně 0,1 g NaOH do 100 ml destilované vody a vyčkejte, až se zcela rozpustí. Po důkladném promíchání vložte pH čidlo. Až se měřená hodnota ustálí, zaznamenejte si ji. Pro tento experiment je vhodné počáteční pH mezi 12 a 13.
5. Injekční stříkačkou nebo ocejchovanou pipetou odeberte 10 ml roztoku do čisté kádinky a dolijte do ní 90 ml destilované vody, abyste původní roztok zředili v poměru 1:9 (tj. na desetinovou koncentraci). Po důkladném promíchání vzniklého roztoku a po pečlivém opláchnutí čidla destilovanou vodou opět změřte pH.
6. Krok 5 ještě jednou zopakujte. Budete při něm používat již jednou zředěný roztok.

### Ukázka naměřených dat

roztok	naměřené pH
nezředěný roztok NaOH	12,6
roztok po prvním ředění 1:9 (na 1/10 původní koncentrace)	11,6
roztok po druhém ředění 1:9 (na 1/100 původní koncentrace)	10,5

### Závěr

Naměřená data ukazují, že při zředění roztoku na desetinovou koncentraci se změní hodnota pH asi o 1. Při ředění zásady pH o 1 klesne, při ředění kyseliny by o 1 vzrostlo.

### Poznámky

- Je důležité, aby nedocházelo ke kontaminaci roztoků předchozími vzorky. Používejte čisté kádinky a čisté čidlo, stříkačku či pipetu před každým použitím důkladně omyjte destilovanou vodou, případně vysušte savým papírem.
- Při poklesu pH pod 10 je měření velice citlivé na nepřesnosti ředění a případnou nečistotu vzorků. Proto doporučujeme ředit původní roztok nejvýše 2× po sobě.
- Nepřekračujte počáteční pH 13. Pro velmi koncentrované roztoky již neplatí přímá úměrnost mezi aktivitou a koncentrací iontů  $\text{H}_3\text{O}^+$ .
- Používejte vždy silné kyseliny a zásady, u kterých probíhá úplná disociace.
- Čidlo je před měřením nutné opláchnout od skladovacího roztoku.
- Dojde-li k vylití skladovacího roztoku, doplňte jej ze zásobní láhve. Nemáte-li náhradní skladovací roztok, kontaktujte nás na [info@edufor.cz](mailto:info@edufor.cz).