

Jak se mění pH při ředění roztoku

Pavel Böhm

Výstup RVP: žák měří vybrané veličiny vhodnými metodami, zpracuje a vyhodnotí výsledky měření

Klíčová slova: pH, logaritmické funkce

Laboratorní práce

Doba na přípravu:

10 min

Doba na provedení:

45 min

Obtížnost:

střední

- Úkol**
1. Nejprve ředěním koncentrované HCl vytvořte roztok s pH okolo 2,0.
 2. Kyselinu desetkrát zředíte, tedy k jednomu dílu kyseliny přidejte 9 dílů destilované vody. Opět změřte pH.
 3. Postup v předchozím kroku ještě jednou zopakujte, změřte tedy pH u stokrát zředěné kyseliny oproti původnímu vzorku s pH 2.
 4. Odhadněte na základě výpočtu s logaritmy, jak se změní pH, když kyselinu zředíme na 25 % původní hodnoty molární koncentrace. Výpočet ověřte měřením.

Pomůcky Koncentrovaná HCl, kádinka, odměrný válec, stříčka s destilovanou vodou, míchadlo nebo magnetická míchačka, pH senzor Vernier

Teoretický úvod Veličina pH je záporně vzatý dekadický logaritmus **aktivity** oxoniových iontů. Přestože se jedná o aktivitu, nikoliv koncentraci, v určitém „rozumném intervalu“ je aktivita úměrná koncentraci. U slabých kyselin je tento interval příliš malý, budeme proto používat silnou kyselinu, například snadno dostupnou HCl.

Pro hodnoty pH zhruba 1 a menší se již výrazně projevují komplikované interakce mezi ionty, díky čemuž úměrnost mezi koncentrací a aktivitou neplatí. Pro pH okolo 4,5 a výše se zase začínají výrazně projevovat příměsi, které v roztoku téměř vždy jsou obsaženy – nečistoty, rozpuštěný oxid uhličitý difundující ze vzduchu apod. Pro pH blízké 7 již stačí nepatrné množství iontů k výrazné změně hodnoty.

V intervalu zhruba 2 až 4 by dle definice pH a s ohledem na výše uvedené mělo platit, že desetinásobné zředění kyseliny vede k vzrůstu pH o 1.



Vypracování

vzorek	pH
počáteční koncentrace	
ředění 0,1	
ředění 0,01	
ředění 0,25 – odhad pH	
ředění 0,25 – naměřeno	

Závěr Jaký je vztah mezi koncentrací a pH? Kdy tento vztah můžeme použít?

Jak se mění pH při ředění roztoku

Pavel Böhm

Lze zdůraznit přesah do matematiky, případně tuto aktivitu přímo zařadit do výuky logaritmů v matematice.

Aktivitu lze provádět buď demonstračním způsobem v hodině chemie či matematiky, nebo ji mohou provádět žáci samostatně – vedlejším efektem je pak upevnění měřicích dovedností.

Měření lze pojmut jako ověřovací (víme, co má vyjít, ověříme to), nebo badatelské (necháme žáky, aby na vztah mezi pH a koncentrací přišli sami).

Při ověřování jsem měření nejprve prováděl velmi pečlivě s použitím kalibrovaných pipet a podobně, poté jsem ale zkusil i „halabala“ odměřování s obyčejným odměrným válcem – a také to vycházelo velice pěkně (s odchylkou pH cca 0,1 až 0,2 od očekávaných hodnot).

Vypracování

vzorek	pH
počáteční koncentrace	2,0
ředění 0,1	2,9
ředění 0,01	4,0
ředění 0,25 – odhad pH	2,6
ředění 0,25 – naměřeno	2,7

Závěr Jaký je vztah mezi koncentrací a pH? Kdy tento vztah můžeme použít?

Pokud je poměr nové a původní koncentrace x , pak rozdíl původního a nového pH je $\log(x)$.

Pokud tedy například nový vzorek je 4× zředěný (jeho koncentrace je 1/4 oproti původnímu vzorku), pak rozdíl pH je $-\log(0,25) = -0,6$. Původní vzorek má tedy pH o 0,6 menší.

Úměrnost mezi aktivitou a koncentrací pro malá pH přestává platit. Pro vyšší pH zase začínají hrát významnou roli i drobné odchylky v koncentraci iontů (nepřesnost měření při přípravě vzorků, nechtěné příměsi apod.).