

PRAKTICKÁ MATURITA Z CHEMIE NA GYMNÁZIU

PETR KOLOROS

Gymnázium Pierra de Coubertina Tábor

Klíčová slova: nová maturita z chemie, experimentální dovednosti

Úvod

Je určitě škoda, že se na gymnáziích nematuruje prakticky v laboratoři, když už je chemie experimentální věda. Právě tento aspekt je sice vždy zdůrazňován, ale v učitelském terénu se tato praxe nekoná. Přitom není třeba vymýšlet nějaká náročná témata, stačí upravit běžné laboratorní práce, které už žáci absolvovali, do podoby, která se nechá dobře hodnotit body včetně doplňujících otázek. Je to i spravedlivé vůči žákům, kteří pozorně absolvovali laboratorní cvičení. Praxe ukazuje, že je velký rozdíl mezi klasickým cvičením, kdy žáci pracují v lepším případě po dvojicích, a samostatnou práci při maturitní zkoušce. Zde se ukáže, do jaké míry žák zvládl nejen teorii, ale i běžnou laboratorní techniku. Je pravda, že když je žák veden návodem krok za krokem, absolvuje úspěšně i témata, která neabsolvoval během výuky a záleží tedy i na způsobu zadání. Ve škole se běžně opisují výsledky, to se však nechá ošetřit způsobem zadání a dozorem dvou vyučujících. Tato maturitní zkouška je doplněna písemným testem v novém termínu, který je hodnocen **šedesáti procenty** výsledné známky z maturitní zkoušky.

Příkladem námětu pro maturitní zkoušky může být zadání z učebnice autorů Kolář, Kodíček: Chemie (chemie organická a biochemie) II pro gymnázia, str. 41/P 15: Porovnejte pH vodných roztoků organických kyselin.

- Připravte si vodné roztoky organických kyselin o koncentraci $c = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$.
- Univerzálním pH-papírkem zjistěte pH těchto roztoků.
- Zjištěné hodnoty zapište a porovnejte.

Experimentální část

Laboratorní práce (dvě vyučovací hodiny)

Toto laboratorní cvičení vyžaduje domácí přípravu. Žáci pracují ve dvou nebo vícečlenných skupinách. Kyslíkaté deriváty uhlovodíků. Karboxylové kyseliny. *Karboxylové kyseliny patří mezi významné přírodní i syntetické látky. Jejich kyselost, pokud jsou rozpustné ve vodě, je závislá na hodnotě jejich disociační konstanty.*

Úkol: Stanovte pH vodných roztoků uvedených karboxylových kyselin o koncentraci $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$

Pomůcky: digitální váhy s citlivostí 0,01 g, pH-metr s přesností 0,01 pH, navažovací lodička, skleněná váženka s víčkem, kónická baňka, odměrná baňka 50 ml, laboratorní lžička, kádinka 50 ml nebo malá zkumavka (na měření pH), stříčka s destilovanou vodou, chemické tabulky.

Chemikálie: kyselina mravenčí (methanová), kyselina octová (ethanová), kyselina chloroctová (2-chlorethanová), kyselina trichloroctová (2,2,2-trichlorethanová). Kalibrační roztoky pro pH-metr.

Postup: připravte 50 ml vodného roztoku uvedených organických kyselin o koncentraci $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$. Uveďte potřebné výpočty. Odlijte vždy připravený roztok každé kyseliny do malé zkumavky nebo kádinky. Proveďte kalibraci pH-metru a změřte pH, jehož hodnoty zapište do tabulky a porovnejte je.

Doplňující úkoly:

- Porovnejte jednotlivé kyseliny včetně vzorců a popište jejich vlastnosti. S pomocí učebnice na str. 41, 115, 116 a 117 zdůvodněte rozdíly v kyselosti.
- Doplňte nutnou vlastnost vybraných kyselin pro měření pH v této práci.

Kyselina	pH	Vzorec
mravenčí		
octová		
chloroctová		
trichloroctová		
mléčná		

V této podobě ji mohou žáci absolvovat v průběhu studia.

Úkol, pomůcky, chemikálie a postup jsou v maturitním textu stejné a liší se jen o jednu kyselinu a doplňujícími úkoly, které navazují na již absolvovanou laboratorní práci v průběhu školního roku.

Maturitní zadání (150 minut)

(Co je vytištěno kurzívou, je hodnoceno a vyplňuje žák)
Žáci pracují samostatně.

Kyslíkaté deriváty uhlovodíků. Karboxylové kyseliny. Karboxylové kyseliny patří mezi významné přírodní i syntetické látky. Provedeme-li rozbor struktury v souvislosti se stavbou molekuly a substitučními efekty některých skupin, můžeme odhadnout příčiny rozdílů v hodnotách pH. Úkol: Stanovte pH vodných roztoků uvedených karboxylových kyselin o koncentraci $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$. Pomůcky: digitální váhy s citlivostí 0,01 g, pH-metr s přesností 0,01 pH, navažovací lodička, skleněná váženka s víčkem, kónická baňka, odměrná baňka 50 ml, laboratorní lžička, kádinka 50 ml nebo malá zkumavka (na měření pH), stříčka s destilovanou vodou, chemické tabulky.

Chemikálie: kyselina mravenčí (ethanová), kyselina octová (ethanová), kyselina chloroctová (2-chlorethanová), kyselina trichloroctová (2,2,2, trichlorethanová), kyselina mléčná (2-hydroxypropanová), kalibrační roztoky pro pH-metr.

Postup: připravte 50 ml vodného roztoku uvedených organických kyselin o koncentraci 0,1 mol dm⁻³. Uveďte potřebné výpočty. Odlijte vždy připravený roztok každé kyseliny do malé zkumavky nebo kádinky. Proveďte kalibraci pH-metru a změřte pH, jehož hodnoty zapište do tabulky a porovnejte je.

Žáci doplní prázdnou tabulku změřeným údajem o pH*, který by se neměl lišit od vypočítaného (doplní vyučující) více jak 10×. Za každý údaj o pH získá 6 bodů, za každý vzorec 1 bod, celkem tedy **35 bodů** za tabulku.

Kyselina	pH vypočítané*	pH změřené	Vzorec
mravenčí	2,34		HCOOH
octová	2,88		CH ₃ COOH
chloroctová	1,92		CH ₂ ClCOOH
trichloroctová	0,84		CCl ₃ COOH
mléčná	2,42		CH ₂ CH(OH)COOH

Doplňující úkoly:

- Doplňte vzorce všech měřených kyselin a uveďte základní údaje z tabulek pro výpočet. (**5 + 5 bodů**)
- Doplňte: Karboxylová kyselina je tím silnější, čím snadněji *uvolňuje proton*.....z karboxylové skupiny. To též závisí na struktuře *uhlovodíkového zbytku*....., na který je vázána funkční skupina. Kvantitativně se to v tabulkách vyjadřuje jako *disociační konstanta*.....
6 bodů
- Vyjádřete slovy zápis: R-COOH + H₂O → RCOO⁻ + H₃O⁺.....
Karboxylové kyseliny ve vodných roztocích disociují na karboxylátový anion a oxoniový kation
2 body
- Z tohoto zápisu odvoďte výraz pro rovnovážnou konstantu (konstantu kyselosti) K_A
 $K_A = (RCOO^-) \cdot (H_3O^+) / (RCOOH)$
- Vyjádřete slovy tento zápis: pK_A = -log K_A
2 body
Disociační konstanta kyseliny je rovna zápornému logaritmu koncentrace iontů.
- Diskutujte efekty substituentů
S rostoucí délkou alkylového řetězce se zvyšuje kladný indukční efekt, který snižuje kladný parciální náboj na uhlíkovém atomu karboxylové skupiny. Výsledkem je že se snižuje síla kyselin (kyselina mravenčí a octová). Naopak substituenty se záporným indukčním efektem zvyšují sílu příslušných kyselin (kyselina chloroctová a trichloroctová). Zvláštním případem je kyselina mléčná, kde se uplatňuje též vliv hydroxyskupiny.
10 bodů

Celkem tedy **30 bodů**.

7. Výpočty:

Kyselina mravenčí HCOOH, M = 46,03 g/mol, kapalina, ρ = 1,186 g/cm³, w = 0,85, V_{kys.} = c · M · V/w · ρ = 0,1 · 46,03 · 0,05/0,85 · 1,22 = 0,22 ml doplnit v odměrné baňce do 50 ml vodou nebo m = ρ · V = 1,186 · 0,22 = 0,26 g do váženky zředit pomocí stříčky vodou, pak přelít do odměrné baňky a doplnit do 50 ml vodou.

Kyselina octová CH₃COOH M = 60,05 g/mol, kapalina, ρ = 1,049 g/cm³

V_{kys.} = 0,1 · 60,053 · 0,05/0,98 · 1,055 = 0,29 ml nebo m = 1,049 · 0,29 = 0,30 g

Kyselina chloroctová CH₂ClCOOH, M = 94,50 g/mol, pevná látka

m = c · V · M = 0,1 · 0,05 · 94,50 = 0,47 g rozpustit v menším množství vody, přelít do odměrné baňky 50 ml a doplnit pod rysku vodou.

Kyselina trichloroctová CCl₃COOH, M = 163,39 g/mol, pevná látka

m = 0,1 · 0,05 · 163,39 = 0,82 g

Kyselina mléčná CH₃CH(OH)COOH, M = 90,08 g/mol, pevná látka

M = 0,1 · 0,05 · 90,08 = 0,45 g

Za každý výpočet 5 bodů, celkem tedy **25 bodů**.

Žák může tedy získat **90 bodů** za písemné zpracování (za doplnění tabulky 35 bodů; za doplňující úkoly 30 bodů; za výpočty 25 bodů) a **10 bodů** za laboratorní techniku. Toto hodnocení provádí dozor, který sráží body např. za nesprávný postup při přípravě roztoků nebo měření pH.

Tato praktická část je hodnocena **čtyřiceti procenty** výsledné známky z maturitní zkoušky.

Výsledky a diskuse

Uvedené téma laboratorní práce absolvovala ve dvou letech asi stovka studentů třetího ročníku gymnázia v rámci povinného studia. Jejich úspěšnost se podle kvalifikovaného odhadu pohybovala mezi šedesáti až osmdesáti procenty procenty ze sta možných. V původním zadání byly změny např. zařazením otevřených otázek, jako je „popište vlastnosti jednotlivých kyselin“. I když žáci zpracovávali téma doma s pomocí učebnice a internetu, svého úkolu se zhostili velmi dobře.

Závěr

Praktická zkouška z chemie v profilové části maturity má maximální bodové hodnocení 100 bodů a hranici úspěšnosti 41 bodů. Její zadání, průběh a hodnocení dvěma vyučujícími je třeba doladit podle aktuálních podmínek na daném gymnáziu.

Tento typ maturitní zkoušky by měl přispět ke zlepšení přístupu k chemii jako experimentální vědě.

LITERATURA

1. Kolář K., Kodíček M., Pospíšil J.: *Chemie (organická a biochemie) II pro gymnázia*. SPN, Praha 2005.
2. Sirotek V., Karlíček J.: *Chemické výpočty a názvoslovi anorganických látek*. ZČU, Plzeň 1997.
3. Koloros P.: *Praktická maturita z chemie jako všeobecně vzdělávacího předmětu*. Mezinárodní konference o výuce chemie a XI. Regionálního IOSTE symposia pro Střední a Východní Evropu. Sborník. UHK, Hradec Králové 2014.