



60. ročník

2023/2024

KRAJSKÉ KOLO

Kategorie B

Praktická část – Zadání

40 bodů, 120 minut



PRAKTICKÁ ČÁST

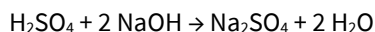
40 BODŮ

Úloha 1 Stanovení kyseliny sírové a fosforečné ve směsi

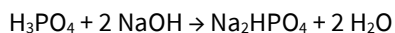
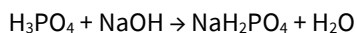
40 bodů

Směs kyseliny sírové (H_2SO_4 , $M = 98,08 \text{ g mol}^{-1}$) a fosforečné (H_3PO_4 , $M = 98,00 \text{ g mol}^{-1}$) v různých poměrech se používá v galvanovnách na ošetření silně korodujících povrchů. Složení těchto směsí je nutné kontrolovat a měnit podle aktuálního využití.

Ke stanovení kyseliny sírové a fosforečné ve směsi se využívá jejich acidobazického chování. Kyselina sírová se jako silná kyselina neutralizuje prakticky úplně do druhého stupně:



Neutralizace kyseliny fosforečné může ve vodných roztocích hydroxidem sodným probíhat prakticky pouze do druhého stupně. Při neutralizaci do prvního stupně vzniká kyselý dihydrogenfosforečnan sodný, při neutralizaci do stupně druhého slabě bazický hydrogenfosforečnan sodný:



Vhodnou volbou indikátoru tak lze stanovit obě kyseliny vedle sebe ve dvou alikvotních podílech.

V této úloze provedete:

- Stanovení celkového obsahu kyseliny sírové a fosforečné ve směsi na indikátor fenolftalein.
- Stanovení celkového obsahu kyseliny sírové a fosforečné ve směsi na indikátor methyloranž.



Pomůcky

- lihový fix na popisování skla
- papírové utěrky
- stojan, držák a svorka
- odměrná baňka 100 ml se zátkou
- byreta 25 ml
- pipeta nedělená 10 ml
- pipetovací balonek či pipetovací nástavec
- kádinka 100 ml (3×)
- kádinka 250 ml (2×)
- odměrný válec 100 ml
- plastové kapátko (2×)
- malá nálevka na doplňování byrety
- nálevka hladká filtrační
- kruhové výseky filtračního papíru
- titrační baňka 250 ml (3×)
- stříčka s destilovanou vodou

Chemikálie

- směsný vzorek kyseliny sírové a fosforečné v zásobní lahvičce
- hydroxid sodný 0,1M odměrný roztok (přesná koncentrace bude sdělena organizátory)
- indikátor fenolftalein 0,1% roztok v ethanolu
- indikátor methyloaranž 0,1% vodný roztok
- destilovaná voda



Pracovní postup

Příprava zředěného vzorku kyselin

- V zásobní lahvičce označené vaším startovním číslem je koncentrovaný vzorek směsi kyseliny fosforečné a sírové.
- Do odměrné baňky o objemu 100,0 ml si nalijte kolem 50 ml destilované vody.
- Následně do odměrné baňky odpipetujte 10,00 ml koncentrovaného vzorku směsi kyselin a řádně promíchejte.
- Směs v odměrné baňce doplňte destilovanou vodou po rysku a řádně homogenizujte.

Stanovení celkového obsahu kyseliny sírové a fosforečné alkalimetry na indikátor fenolftalein

- Byretu si naplňte odměrným roztokem hydroxidu sodného.
- Do titrační baňky si odpipetujte 10,00 ml zředěného vzorku obou kyselin a zředte jej přibližně 50 ml destilované vody.
- Ke směsi v titrační baňce přidejte 3 kapky indikátoru fenolftalein a dobře promíchejte.
- Takto upravenou směs v titrační baňce titrujte odměrným roztokem hydroxidu sodného z byrety oproti bílému pozadí z bezbarvé do prvního trvalého nádechu růžovofialové barvy, která je stálá aspoň po dobu 30 vteřin.
- Spotřebu odměrného roztoku hydroxidu sodného si zaznamenejte.
- Titraci proveďte nejméně 3×.

Stanovení celkového obsahu kyseliny sírové a fosforečné alkalimetry na indikátor methylooranž

- Do titrační baňky si odpipetujte 10,00 ml zředěného vzorku obou kyselin a zředte jej přibližně 50 ml destilované vody.
- Ke směsi v titrační baňce přidejte 4 kapky indikátoru methylooranž a dobře promíchejte.
- Takto připravenou směs v titrační baňce titrujte odměrným roztokem hydroxidu sodného z byrety proti bílému pozadí z růžovočerveného do světle oranžového zbarvení bez odstínu růžové.
- Spotřebu odměrného roztoku hydroxidu sodného si zaznamenejte.
- Titraci proveďte nejméně 3×.

**Vyhodnocení a otázky** (vypracujte do pracovního listu)

- 1) Do tabulky v pracovním listu uveďte jednotlivé spotřeby odměrného roztoku hydroxidu sodného při titraci celkového obsahu obou kyselin ve vzorku na indikátor fenolftalein a запиšte přijatou hodnotu spotřeby.
- 2) Do tabulky v pracovním listu uveďte jednotlivé spotřeby odměrného roztoku hydroxidu sodného při titraci celkového obsahu obou kyselin ve vzorku na indikátor methylovanž a запиšte přijatou hodnotu spotřeby.
- 3) Vypočítejte látkové množství kyseliny sírové a kyseliny fosforečné v titrační baňce. Uveďte všechny úvahy týkající se látkové bilance!
- 4) Vypočítejte hmotnostní koncentraci kyseliny sírové a kyseliny fosforečné v původním koncentrovaném vzorku obou kyselin v jednotkách g dm^{-3} .
- 5) Vypočítejte, jak byste připravili 1 dm^3 směsi obsahující co nejkoncentrovanější směs kyseliny sírové a fosforečné tak, aby jejich molární poměr ve směsi byl 1:1. Máte k dispozici koncentrovanou kyselinu sírovou (96 % hm., hustota $1,83 \text{ g cm}^{-3}$) a koncentrovanou kyselinu fosforečnou (85 % hm., hustota $1,71 \text{ g cm}^{-3}$). Objemovou kontrakci zanedbejte.
- 6) Uveďte aspoň jeden další indikátor, který by se dal použít pro (a) první stanovení místo fenolftaleinu, (b) druhé stanovení místo methylovanže. Váš výběr zdůvodněte.
- 7) Napište chemické rovnice popisující reakce zředěné kyseliny sírové s (a) kovovým zinkem, (b) kovovým hliníkem.
- 8) Obě kyseliny, jak fosforečná, tak sírová, mají poměrně vysokou viskozitu (tzn. špatně tečou, jsou vazké). Pokuste se na základě jejich struktury vysvětlit toto chování.

**PRACOVNÍ LIST****40 BODŮ****Úloha 1 Stanovení kyseliny sírové a fosforečné ve směsi****40 bodů**

- 1) Uveďte jednotlivé spotřeby odměrného roztoku hydroxidu sodného při titraci celkového obsahu obou kyselin ve vzorku na indikátor fenolftalein a zapište přijatou hodnotu spotřeby.

Spotřeby odměrného roztoku hydroxidu sodného na indikátor fenolftalein:

V_1 (NaOH) / ml	V_2 (NaOH) / ml	V_3 (NaOH) / ml	V_4 (NaOH) / ml	$V_{\text{přijata}}$ (NaOH) / ml

body:

- 2) Uveďte jednotlivé spotřeby odměrného roztoku hydroxidu sodného při titraci celkového obsahu obou kyselin ve vzorku na indikátor methyloranž a zapište přijatou hodnotu spotřeby.

Spotřeby odměrného roztoku hydroxidu sodného na indikátor methyloranž:

V_1 (NaOH) / ml	V_2 (NaOH) / ml	V_3 (NaOH) / ml	V_4 (NaOH) / ml	$V_{\text{přijata}}$ (NaOH) / ml

body:

- 3) Vypočítejte látkové množství kyseliny sírové a kyseliny fosforečné v titrační baňce. Uveďte všechny úvahy týkající se látkové bilance!

Výpočty:

$n(\text{H}_2\text{SO}_4) =$

$n(\text{H}_3\text{PO}_4) =$

body:

- 4) Vypočítejte hmotnostní koncentraci kyseliny sírové a kyseliny fosforečné v původním koncentrovaném vzorku obou kyselin v jednotkách g dm^{-3} .

Výpočty:

$$c_m(\text{H}_2\text{SO}_4) =$$

$$c_m(\text{H}_3\text{PO}_4) =$$

--

body:

- 5) Vypočítejte, jak byste připravili 1 dm³ směsi obsahující co nejkonzentrovanější směs kyseliny sírové a fosforečné tak, aby jejich molární poměr ve směsi byl 1:1. Máte k dispozici koncentrovanou kyselinu sírovou (96 % hm., hustota 1,83 g cm⁻³) a koncentrovanou kyselinu fosforečnou (85 % hm., hustota 1,71 g cm⁻³). Objemovou kontrakci zanedbejte.

Výpočty:



$V(\text{H}_2\text{SO}_4, \text{konc.}) =$

$V(\text{H}_3\text{PO}_4, \text{konc.}) =$

body:

6) Uveďte aspoň jeden další indikátor, který by se dal použít pro (a) první stanovení místo fenolftaleinu, (b) druhé stanovení místo methyloranži. Váš výběr zdůvodněte.

Vhodný indikátor místo fenolftaleinu:

Vhodný indikátor místo methyloranži:

Zdůvodnění výběrů:

body:

7) Napište chemické rovnice popisující reakce zředěné kyseliny sírové s (a) kovovým zinkem, (b) kovovým hliníkem.

Rovnice reakce zředěné kyseliny sírové s kovovým zinkem:

Rovnice reakce zředěné kyseliny sírové s kovovým hliníkem:

--

body:

- 8) **Obě kyseliny, jak fosforečná, tak sírová, mají poměrně vysokou viskozitu (tzn. špatně tečou, jsou vazké). Pokuste se na základě jejich struktury vysvětlit toto chování.**

Vysvětlení:

body: