

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

62. ročník, školský rok 2025/2026

Kategória B

Školské kolo

RIEŠENIE A HODNOTENIE

praktická časť

RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 62. ročník – školský rok 2025/2026

Školské kolo – praktická časť

Pavel Májek

Maximálne 40 bodov

Experimentálna úloha A (3 b)

indikátor	názov kyseliny				
Pokus 1	chlorovodíková	sírová	fosforečná		
	pT	pT	pT ₁	pT ₂	pT ₃
metyloranž	+	+	+	-	-
metylčerveň	+	+	+	-	-
brómtymolová modrá	+	+	-	-	-
fenolftaleín	+	+	-	+	-
Pokus 2	mliečna	šťaveľová	hydrogénftalan draselný		
	pT	pT ₁	pT ₂	pT	
metyloranž	-	-	-	-	
metylčerveň	+	-	+	-	
brómtymolová modrá	+	-	+	+	
fenolftaleín	+	-	+	+	
Pokus 3	jablčná	vínna	citrónová		
	pT ₁	pT ₂	pT ₁	pT ₂	pT ₃
metyloranž	-	-	-	-	-
metylčerveň	-	-	-	-	-
brómtymolová modrá	-	+	-	-	+
fenolftaleín	-	+	-	-	+

Experimentálna úloha B:

Štandardizácia odmerného roztoku NaOH (25 b)

Príprava 100 cm³ 0,05 mol dm⁻³ štandardného roztoku kyseliny etándiovej (Ox):

kyselina etándiová ($M(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 126,0654 \text{ g mol}^{-1}$)

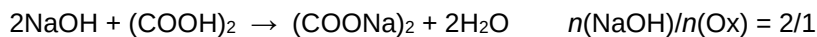
$$m(\text{Ox}) = c(\text{Ox}) \cdot V(\text{Ox}) \cdot M(\text{Ox}) = 0,05 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,1 \text{ dm}^3 \cdot 126,0654 \text{ g mol}^{-1} = 0,6303 \text{ g Ox}$$

návažok: 0,6375 g dihydrátu Ox sa rozpustil a doplnil na 100 cm³,

$$\text{koncentrácia štandardu: } c(\text{Ox}) = \frac{m(\text{Ox})}{M(\text{Ox} \cdot 2\text{H}_2\text{O}) \cdot V_{\text{roztoku}}}$$

$$c(\text{Ox}) = 0,6375 \text{ g} / (126,0654 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,10 \text{ dm}^3) = 5,057 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

Štandardizácia odmerného roztoku NaOH:



$$c(\text{NaOH}) = 2 \cdot c(\text{Ox}) \cdot V(\text{Ox})/V(\text{NaOH})$$

na štandardizáciu sa pipetovalo 15,0 cm³ štandardného roztoku (COOH)₂,

priemerná spotreba NaOH: 15,1 cm³

$$c(\text{NaOH}) = 2 \cdot 5,057 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 15,0 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 / 15,1 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 0,1005 \text{ mol dm}^{-3}$$

bodovanie:

1 b: výpočet $m(\text{Ox})$; váženie Ox; príprava roztoku Ox; výpočet koncentrácie $c(\text{COOH})_2$; každá titrácia 6x; výpočet $c(\text{NaOH})$; max. 11 bodov;

max 14 b. relatívna chyba stanovenia koncentrácie NaOH, výsledok štandardizácie – chyba v %:
(i ; $i+1 > = 14 - i$ bodov, $i = 0$; 13.

Riešenie úlohy 1 (2,5 b)

Titračná krivka acidobázických titrácií je závislosť zmeny pH od zmeny titračného stupňa, alebo objemu titračného činidla známej koncentrácie. Z titračnej krivky možno: posúdiť reálnosť uskutočnenia titrácie, nájsť optimálny výber podmienok titrácie a koncentráciu titrantu, zvoliť vhodný indikátor a určiť chybu stanovenia.

Bod ekvivalencie (stechiometrický bod) je stav, keď pridané látkové množstvo činidla je práve chemicky ekvivalentné látkovému množstvu stanovovanej látky. Dosiahnutie bodu ekvivalencie predstavuje teoretický *koncový bod* titrácie.

Koncový bod titrácie je bod, v ktorom sa ukončila titrácia. Na indikáciu koncového bodu titrácie sa používajú rôzne indikátory a techniky ako: zmena farby vizuálneho indikátora, zmena vodivosti, absorpcie alebo potenciálu.

Acidobázický vizuálny indikátor je slabá kyselina alebo zásada, prípadne jej soľ, kde v roztoku disociovaná a nedisociovaná forma (konjugovaný pár) majú iné sfarbenie, ktoré závisí od pH roztoku.

Riešenie úlohy 2 (2,5 b)

Funkčná oblasť vizuálneho indikátora je rozmedzie pH, ktoré umožňuje pozorovať farebnú zmenu indikátora. Pri titracii volíme indikátor tak, aby pH v okolí bodu ekvivalencie na titračnej krivke (pH_T) bolo vo funkčnej oblasti indikátora. Na titráciu je vhodný taký acidobázický indikátor, ktorého farebná zmena je v rozmedzí dvoch jednotiek pH.

Funkčná oblasť indikátora: $\text{pH} = \text{pK}_{\text{ind}} \pm 1$

Riešenie úlohy 3 (3 b)

NaOH nie je štandardnou látkou. Tuhý NaOH ale i jeho roztok sú na vzduchu nestále – absorbujú zo vzduchu vodu a CO₂, preto nemožno z tuhého NaOH pripraviť roztok presnej koncentrácie a jeho koncentrácia sa mení, ak nie je roztok NaOH chránený inertnou atmosférou.

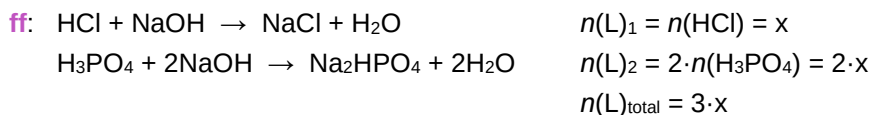
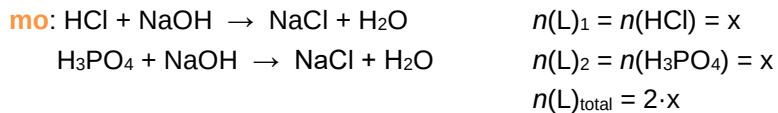
Riešenie úlohy 4 (4 b)

objem ekvimolárnej zmesi vzorky HCl + H₃PO₄ (HCl + PA) na analýzu: V = 10 cm³

a) spotreba na indikátor metylová oranžová (mo): 20 cm³ 0,02 mol dm³ NaOH (L)

b) spotreba na indikátor fenolftaleín (ff): 45 cm³ 0,01 mol dm³ NaOH (L)

reakcie stanovenia:



a) mo: $n(\text{L})_{\text{total}} = 2 \cdot x = 0,02 \text{ mol dm}^3 \cdot 20 \text{ cm}^3 = 0,4 \text{ mmol}$
 $x = 0,2 \text{ mmol}$
 $c(\text{HCl}) = c(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,2 \text{ mmol} / 10 \text{ cm}^3 = 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$

b) ff: $n(\text{L})_{\text{total}} = 3 \cdot x = 0,01 \text{ mol dm}^3 \cdot 45 \text{ cm}^3 = 0,45 \text{ mmol}$
 $x = 0,15 \text{ mmol}$
 $c(\text{HCl}) = c(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,15 \text{ mmol} / 10 \text{ cm}^3 = 0,015 \text{ mol dm}^{-3}$