

49. ročník
2012/2013

ŠKOLNÍ KOLO
kategorie B

ŘEŠENÍ KONTROLNÍHO TESTU ŠKOLNÍHO KOLA

KONTROLNÍ TEST ŠKOLNÍHO KOLA (60 BODŮ)

ANORGANICKÁ CHEMIE

30 BODŮ

Úloha 1 Titrační křivka hydrochloridu glycinu

9 bodů

K neutralizaci jednotlivých disociačních stupňů glycinia dojde při přidavku takového látkového množství NaOH, které odpovídá látkovému množství $(\text{H}_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H})\text{Cl}^-$.

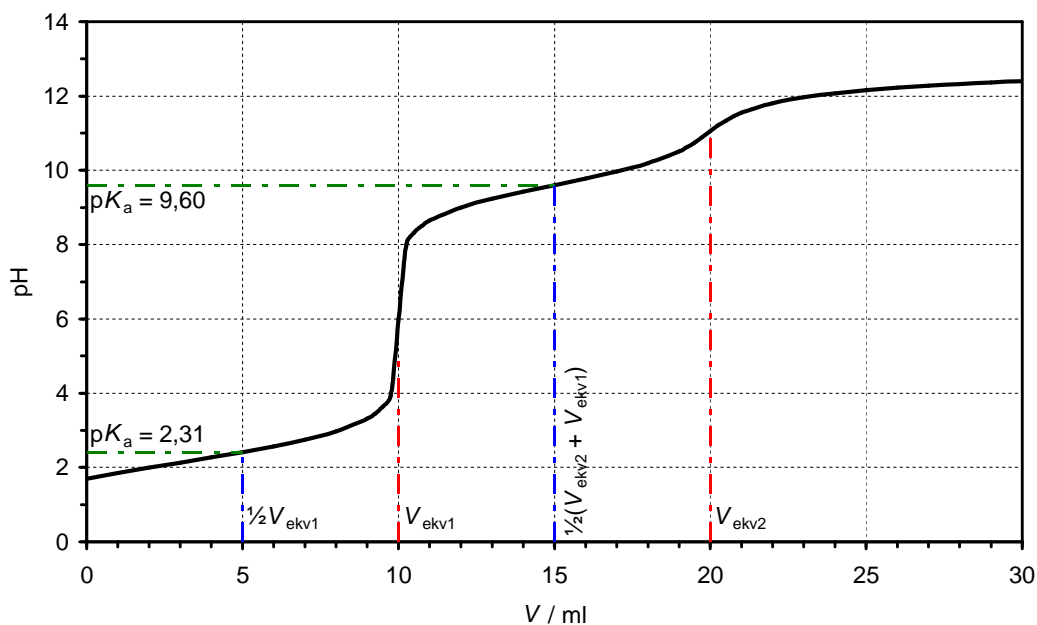
$$n((\text{H}_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H})\text{Cl}^-) = 0,001 \text{ mol} = n(\text{NaOH})$$

$$n(\text{NaOH}) = V(\text{NaOH}) \cdot c(\text{NaOH})$$

$$\text{odtud } V(\text{NaOH}) = 0,001 \text{ mol} / 0,100 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,010 \text{ dm}^{-3} = 10 \text{ ml}$$

Spotřeby titračního činidla ke zneutralizování jednotlivých disociačních stupňů – karboxylové kyseliny (V_{ekv1}) a protonizované aminoskupiny (V_{ekv2}) – tedy budou 10 a 20 ml (červené čáry).

Platí, že $\text{p}K_a = \text{pH}$ v polovině spotřeby objemu mezi jednotlivými ekvivalencemi, tj. při $\frac{1}{2}V_{\text{ekv}}$ (modré čáry). V těchto bodech tedy titrační křivka prochází hodnotou $\text{pH} = \text{p}K_a$ (zelené čáry).



Titrační křivka hydrochloridu glycinu

za správně vypočtené body ekvivalence 2 body, za správné označení $\text{p}K_a$ 2 body,
za rozumný tvar titrační křivky 1 bod
celkem 5 bodů

1. Na začátku titrace je glycin převážně ve formě $\text{H}_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$.

1 bod

2. V prvním bodě ekvivalence došlo k neutralizaci karboxylové kyseliny, glycin je tedy přítomen existuje v podobě zwitteriontu, $\text{H}_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{CO}_2^-$.

1 bod

3. Při $\text{pH} = 9,6 = \text{p}K_a$ je glycin přítomen v podobě $\text{H}_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{CO}_2^-$ a $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CO}_2^-$ v poměru 1:1. 1 bod

4. Při $\text{pH} = 12,7$ (při pH významně vyšším než je hodnota druhého $\text{p}K_a$) je glycin zcela deprotonovaný, tj. v podobě $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CO}_2^-$. 1 bod

Úloha 2 Síla kyselin

13 bodů

1. Proti atomu vodíku vázanému k uhlíku v molekule kyseliny mravenčí má atom uhlíku vázaný ke karboxylové skupině v ostatních kyselinách větší $+I$ efekt, čímž dodá elektronovou hustotu a způsobí obtížnější odštěpování protonu z karboxylové skupiny. S narůstající délkou řetězce se tento $+I$ efekt mírně zvýší, ale již se nejedná o nijak zásadní vliv.

za smysluplné vysvětlení 1 bod

2. Je očekávána hodnota větší než 4,8 (tj. správná odpověď iii), neboť oproti kyselině propionové jsou na α -uhlíku v molekule vázány další dvě methylové skupiny s $+I$ efektem, díky čemuž dojde ke zvýšení elektronové hustoty na karboxylové skupině a odštěpení protonu bude obtížnější. Hodnota $\text{p}K_a$ kyseliny pivalové je 5,03.

za správné označení správné odpovědi 2 body, za smysluplné vysvětlení 1 bod; celkem 3 body

3.

a)

kyselina:	HI	HIO	HIO ₃
$\text{p}K_a$:	-10	10,9	0,8

HI patří k nejsilnějším anorganickým kyselinám. Zbylé dvě kyseliny jsou seřazeny podle počtu terminálních atomů kyslíku v molekule.

za správné přiřazení 2 body

b)

kyselina	H ₂ SO ₄	H ₂ SO ₃	HSO ₃ ⁻
$\text{p}K_a$:	-3,0	+1,9	7,2

Kyselina sírová má nejvíce terminálních atomů kyslíku v molekule – je z uvedené trojice nejsilnější. Kyselina siřičitá je ve skutečnosti silnou kyselinou (ale nestálou, a rozkládá se za vývoje oxidu siřičitého, takže se lidé obvykle mylně domnívají, že je to kyselina slabá). Nejvyšší $\text{p}K_a$ má hydrogensířičitanový anion, neboť odtržení protonu z částice, která nese záporný náboj, je z elektrostatického hlediska nejobtížnější.

za správné přiřazení 2 body

4.

protonizovaná
báze:

	NH ₄ ⁺	MeNH ₃ ⁺	Et ₂ NH ₂ ⁺
$\text{p}K_a$:	9,3	10,5	11,1

S přibývajícím kladným indukčním efektem alkylových skupin se bazicita aminů obecně zvyšuje v pořadí amoniak < primární amin < sekundární amin. Pozor, terciární aminy nejsou nej-

silnější bázi. Nastává u nich sice nejvyšší +I efekt, ale protonizace je již bráněna stericky – alkyly v okolí atomu dusíku již zabírají velkou část prostoru. Proto je bazicita terciárních aminů obecně nižší než sekundárních aminů.

za správné přiřazení 2 body

5.

kyselina	pK_a
kyselina 4-aminobutanová	4,23 a 10,43
kyselina 3-aminopropanová (β -alanin)	3,60 a 10,19
kyselina 2-aminopropanová (α -alanin)	2,35 a 9,69

První hodnota pK_a odpovídá disociaci karboxylové kyseliny. Tato skupina je tím kyselejší, čím více se uplatňuje $-I$ efekt elektronegativního atomu dusíku, tj. čím blíže je navázána aminoskupina. Druhá hodnota pK_a odpovídá protonizované aminoskupině – opět je tím nižší, čím blíže je elektrony odtahující karboxylová skupina.

za správné přiřazení 2 body, za smysluplné vysvětlení 1 bod; celkem 3 body

Úloha 3 Trocha výpočtů...

8 bodů

Nejprve je třeba určit, v jakém poměru jsou látky smíchány:

$$n(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = 0,100 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,030 \text{ dm}^{-3} = 0,0030 \text{ mol}$$

Množství silné zásady vypočte následovně:

$$n(\text{OH}^-) = 2n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 2 \cdot c(\text{Ba}(\text{OH})_2) \cdot V(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 2 \cdot 0,050 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,050 \text{ dm}^{-3} = 0,0050 \text{ mol}$$

Po smíchání roztoků zůstává nadbytek hydroxidových iontů, který činí:

$$n(\text{OH}^-) = 0,0050 \text{ mol} - 0,0030 \text{ mol} = 0,0020 \text{ mol}$$

Konečný objem směsi je – při zanedbání změn objemu:

$$V = 30 \text{ ml} + 50 \text{ ml} = 80 \text{ ml},$$

a tudíž, koncentrace iontů OH^- činí:

$$c(\text{OH}^-) = 0,0020 \text{ mol} / 0,080 \text{ dm}^{-3} = 0,025 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3},$$

a tedy:

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 + \log(0,025) = 12,4$$

za úvahy o látkových množstvích 2 body, za správný výpočet látkových množství 2 body, za správný výpočet koncentrace nadbytečné báze 2 body, za výpočet správné hodnoty pH 2 body
celkem 8 bodů

ORGANICKÁ CHEMIE

30 BODŮ

Úloha 1 Výroky

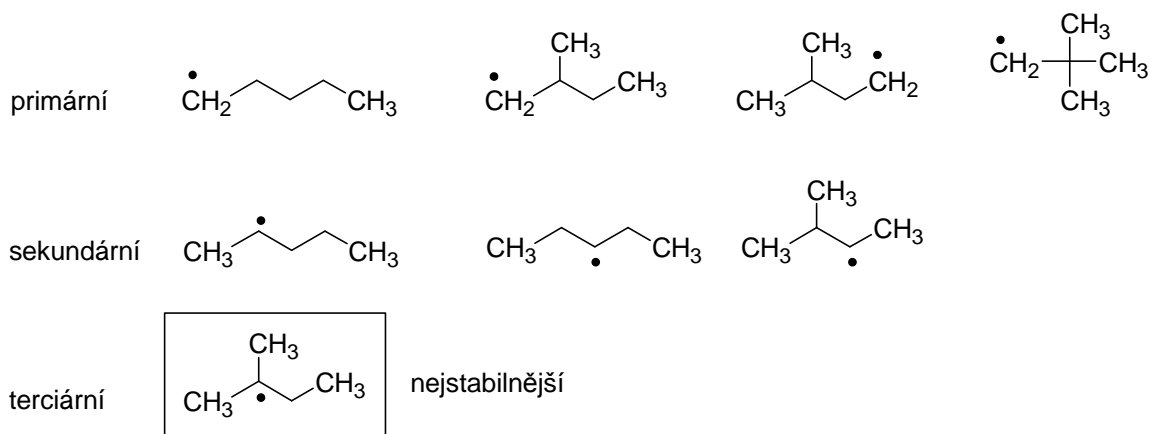
5 bodů

1. Symetrické štěpení vazby se nazývá **homolýza**.
2. Vznik vazby elektronově symetrickým způsobem, kdy každý reaktant poskytne jeden elektron, se nazývá **koligace**.
3. Radikál je částice, která obsahuje **lichý** počet valenčních elektronů.
4. Propagace probíhá jako **řetězová** reakce.
5. Při tvorbě vazby se energie **uvolňuje**.

za každou správnou odpověď 1 bod; celkem 5 bodů

Úloha 2 Izomery

10 bodů

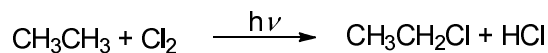


1 bod za každý vzorec, 1 bod za rozdělení do skupin, 1 bod za nejstabilnější radikál celkem 10 bodů

Úloha 3 Vedlejší produkty při radikálových halogenacích

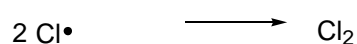
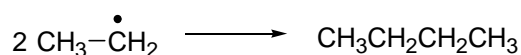
15 bodů

1.



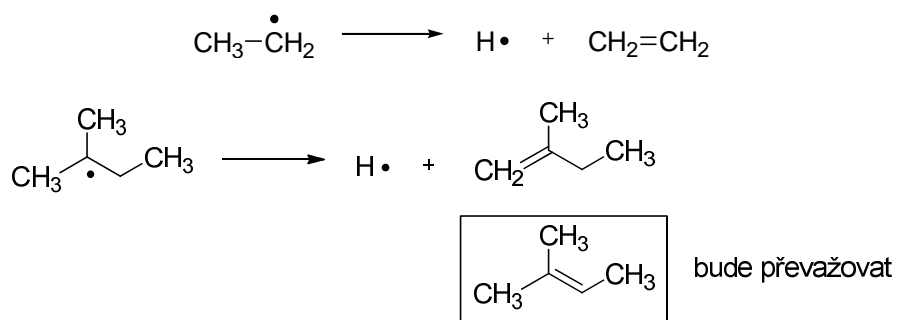
1 bod

2.



2 body

3.



Preferenčně vzniká více substituovaný alken.

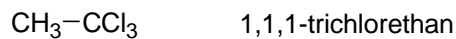
1 bod za vznik ethenu, 1 bod za každý 2-methylbuten, 1 bod za určení převládajícího produktu celkem 4 body

4.



1 bod za každý vzorec, 1 bod za každý název; celkem 4 body

5.



1 bod za každý vzorec, 1 bod za každý název; celkem 4 body