



61. ročník

2024/2025

ŠKOLNÍ KOLO

Kategorie A

Praktická část – Řešení

PRAKTICKÁ ČÁST**20 BODŮ****Úloha 1 Spatlal to pořádně spatlal****6 bodů**

1) Správně vyplněná tabulka:

Rozpouštědlo	Laboratorní teplota		Po zahřátí		Po zchlazení	
	Bílá látka	Modrá látka	Bílá látka	Modrá látka	Bílá látka	Modrá látka
voda	ne	ano	ne	ano	ne	ano
ethanol	ne	ne	ano	ne	ne	ne
toluen	ano	ne	ano	ne	ano	ne
hexan	ano	ne	ano	ne	ano	ne
heptan	ano	ne	ano	ne	ano	ne
aceton	ano	ne	ano	ne	ano	ne
ethyl-acetát	ano	ne	ano	ne	ano	ne
methanol	ano	ano	ano	ano	ano	ano

za každé správně doplněné ano/ne 0,10 bodu

celkem 3,00 bodu

2) První rozpouštědlo: voda

Vysvětlení: Jedná se o jediné rozpouštědlo, ve kterém je za pokojové teploty rozpustná modrá látka a není rozpustná bílá.

Druhé rozpouštědlo: ethanol

Vysvětlení: K úspěšné rekrystalizaci je potřeba, aby se látka dokázala v přiměřeném množství rozpouštědla za horka rozpustit a po ochlazení nikoli. Bílá látka je mimo vody za horka rozpustná ve všech rozpouštědlech, ovšem po ochlazení se nejméně rozpouští v ethanolu.

za každé správně zvolené rozpouštědlo 0,10 bodu

za každé správné vysvětlení 0,15 bodu

celkem 0,50 bodu3) Bílá látka je spíše **nepolární** povahy.

Zdůvodnění: Bílá látka se nerozpouští v polárním rozpouštědle – vodě, snadno se rozpouští v nepolárních rozpouštědlech.

Modrá látka je spíše **polární** povahy.

Zdůvodnění: Modrá látka se nerozpouští v nepolárních rozpouštědlech, rozpouští se v hodně polárním rozpouštědle – vodě.

za každou správně určenou polaritu 0,10 bodu

za každé správné zdůvodnění 0,15 bodu

celkem 0,50 bodu

4) Výtěžek:

$m \geq 0,50$ g	$m < 0,50$ g
1,50 bodu	0 bodů

body za výtěžek dle tabulky

bílý produkt bez stop modrého zbarvení (hodnoceno vizuálně) 0,35 bodu

celkem 1,85 bodu

5) Rozpouštědlo by se dalo odpařit, např. zahříváním, dlouhodobým stáním, vysrážením pomocí srážedla nebo pomocí rotační vakuové odparky.

za jakoukoli správnou a zároveň rozumnou odpověď 0,15 bodu

celkem 0,15 bodu

Úloha 2 A tohle je co?

5 bodů

- 1) Popis změny: Dojde k zakalení a zbledání.

Vysvětlení: Neznámá látka je nerozpustná či minimálně rozpustná v ethanolu. Po přidání tohoto rozpouštědla do vodného roztoku této látky se sníží rozpustnost látky v rozpouštědle a dojde k jejímu vyloučení.

za uvedení změny barvy 0,15 bodu
za uvedení zákalu 0,15 bodu
za jakékoli správné vysvětlení 0,20 bodu

celkem 0,50 bodu

- 2) Hmotnost vyloučené látky:

$m \geq 5,50 \text{ g}$	$3,00 \text{ g} < m < 5,50 \text{ g}$	$m \leq 3,00 \text{ g}$
3 body	$[1,2 \cdot (m-3)]$ bodů	0 bodů

body se uvádějí se zaokrouhlením s přesností na 0,10 bodu

celkem 3,00 bodu

- 3) Vzorový výpočet pro 6,60 g vyloučené látky:

Pokud se vyloučilo 6,60 g, znamená to, že zbytek z 15,0 g navážky zůstal rozpuštěný:

$$m(\text{rozpuštěno}) = m(\text{navážka}) - m(\text{vyloučeno}) = 15,0 \text{ g} - 6,60 \text{ g} = 8,4 \text{ g}$$

Hmotnost vody, ve které byla látka rozpuštěná:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho(\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{ ml} \cdot 1 \text{ g cm}^{-3} = 100 \text{ g}$$

Rozpustnost neznámé látky při 5 °C tedy odpovídá 8,4 g na 100 g vody. Dle grafu je neznámou látkou síran draselný.

*jakýkoliv správný postup vedoucí ke správnému numerickému výsledku rozpustnosti 1,25 bodu
při neuvedení přepočtu objemu vody na hmotnost odečíst 0,25 bodu (celkový počet bodů nemůže být záporný)
správně určená chemikálie z grafu dle numerického výsledku (nemusí nutně být síran draselný) 0,25 bodu*

celkem 1,50 bodu

Úloha 3 Odpadkový koš

9 bodů

- 1) Hodnocení přesnosti spotřeby odměrného roztoku manganistanu draselného:

Přesnost stanovení se hodnotí na základě odchylky ΔV spočtené jako rozdíl mezi spotřebou stanovenou účastníky $V(\text{stud})$ a referenční spotřebou $V(\text{org})$.

$$\Delta V = |V(\text{stud}) - V(\text{org})|$$

$\Delta V \leq 0,2 \text{ ml}$	$0,2 \text{ ml} \leq \Delta V \leq 1,2 \text{ ml}$	$1,2 \text{ ml} \leq \Delta V$
2,5 bodu	$(3 - 2,5 \cdot \Delta V)$ bodů	0 bodů

body se uvádějí se zaokrouhlením s přesností na 0,10 bodu
za přesnost stanovení maximálně 2,50 bodu

celkem 2,50 bodu

- 2) Výpočty:

Pro látkovou bilanci mezi odměrným roztokem manganistanu draselného a peroxidu vodíku v titrační baňce platí:

$$n_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{5}{2} \cdot n_{\text{KMnO}_4}$$

Látkové množství peroxidu vodíku v titrační baňce je:

$$n_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{5}{2} \cdot c_{\text{KMnO}_4} \cdot V_{\text{KMnO}_4, \text{přijatá}}$$

Látkové množství peroxidu vodíku v odměrné baňce tedy je:

$$n_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{5}{2} \cdot c_{\text{KMnO}_4} \cdot V_{\text{KMnO}_4, \text{přijatá}} \cdot \frac{V_{\text{baňka}}}{V_{\text{pipetáž}}} \rightarrow n_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{5}{2} \cdot c_{\text{KMnO}_4} \cdot V_{\text{KMnO}_4, \text{přijatá}} \cdot 10$$

za správnou stechiometrii titrace 0,20 bodu
za výpočet látkového množství v titrační baňce 0,25 bodu
za správné zohlednění poměru pipetáže a odměrné baňky 0,25 bodu
jakýkoliv jiný správný postup vedoucí ke správnému numerickému výsledku hodnotit plným počtem bodů

celkem 0,70 bodu

- 3) Hodnocení přesnosti spotřeby odměrného roztoku hydroxidu sodného:

Přesnost stanovení se hodnotí na základě odchylky ΔV spočtené jako rozdíl mezi spotřebou stanovenou účastníky $V(\text{stud})$ a referenční spotřebou $V(\text{org})$.

$$\Delta V = |V(\text{stud}) - V(\text{org})|$$

$\Delta V \leq 0,2 \text{ ml}$	$0,2 \text{ ml} \leq \Delta V \leq 1,2 \text{ ml}$	$1,2 \text{ ml} \leq \Delta V$
2,5 bodu	$(3 - 2,5 \cdot \Delta V)$ bodů	0 bodů

body se uvádějí se zaokrouhlením s přesností na 0,10 bodu
za přesnost stanovení maximálně 2,50 bodu

celkem 2,50 bodu

- 4) Výpočty:

Pro látkovou bilanci mezi odměrným roztokem hydroxidu sodného a kyselinou sírovou v titrační baňce platí:

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{1}{2} \cdot n_{\text{NaOH}}$$

Látkové množství kyseliny sírové v titrační baňce je:

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{1}{2} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH,přijátá}}$$

Látkové množství kyseliny sírové v odměrné baňce tedy je:

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{1}{2} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH,přijátá}} \cdot \frac{V_{\text{baňka}}}{V_{\text{pipetáž}}} \rightarrow n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{1}{2} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH,přijátá}} \cdot 10$$

za správnou stechiometrii titrace 0,20 bodu
za výpočet látkového množství v titrační baňce 0,25 bodu
za správné zohlednění poměru pipetáž a odměrné baňky 0,25 bodu
jakýkoliv jiný správný postup vedoucí ke správnému numerickému výsledku hodnotit plným počtem bodů

celkem 0,70 bodu

5) Výpočty:

Pro látkovou bilanci mezi peroxidem vodíku, kyselinou sírovou a kyselinou peroxosírovou ve vzorku platí:

$$n_{\text{H}_2\text{O}_2} = n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = n_{\text{H}_2\text{SO}_5}$$

Je třeba si určit limitní reagent, kterým by měl být peroxid vodíku. Látkové množství kyseliny peroxosírové ve vzorku 1 ml tedy je:

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_5} = n_{\text{H}_2\text{O}_2}$$

Koncentrace kyseliny peroxosírové ve vzorku 1 ml z odpadkového koše tedy je:

$$c_{\text{H}_2\text{SO}_5,\text{odpad}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}_2}}{V_{\text{vzorek}}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}_2}}{0,001 \text{ dm}^3}$$

za správné určení limitního reagentu 0,40 bodu
za určení stechiometrie reakce 0,15 bodu
za výpočet koncentrace ve vzorku 0,25 bodu
za numericky správný výsledek včetně jednotek 0,15 bodu
jakýkoliv jiný správný postup vedoucí ke správnému numerickému výsledku hodnotit plným počtem bodů

celkem 0,95 bodu

6) Výpočty

Pro látkovou bilanci mezi peroxidem vodíku, kyselinou sírovou a kyselinou peroxosírovou ve vzorku platí:

$$n_{\text{H}_2\text{O}_2} = n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = n_{\text{H}_2\text{SO}_5} \rightarrow c_{\text{H}_2\text{O}_2} = c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = c_{\text{H}_2\text{SO}_5}$$

Hmotnost čisté kyseliny sírové:

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = c_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot V_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = c_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot 5 \text{ dm}^3 \cdot 98,079 \text{ g mol}^{-1}$$

Hmotnost 96% kyseliny sírové:

$$m_{96\% \text{ H}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{0,96}$$

Objem 96% kyseliny sírové:

$$V_{96\% \text{ H}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{96\% \text{ H}_2\text{SO}_4}}{\rho_{96\% \text{ H}_2\text{SO}_4}} = \frac{m_{96\% \text{ H}_2\text{SO}_4}}{1,84 \text{ g cm}^{-3}}$$

Hmotnost čistého peroxidu vodíku:

$$m_{\text{H}_2\text{O}_2} = c_{\text{H}_2\text{O}_2} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}_2} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}_2} = c_{\text{H}_2\text{O}_2} \cdot 5 \text{ dm}^3 \cdot 34,015 \text{ g mol}^{-1}$$

Hmotnost 30% peroxidu vodíku:

$$m_{30\% \text{ H}_2\text{O}_2} = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}_2}}{0,30}$$

Objem 30% peroxidu vodíku:

$$V_{30\% \text{ H}_2\text{O}_2} = \frac{m_{30\% \text{ H}_2\text{O}_2}}{\rho_{30\% \text{ H}_2\text{O}_2}} = \frac{m_{30\% \text{ H}_2\text{O}_2}}{1,11 \text{ g cm}^{-3}}$$

za správnou stechiometrii reakce 0,15 bodu

za výpočet hmotnosti čisté kyseliny sírové 0,15 bodu

za výpočet hmotnosti koncentrované kyseliny sírové 0,15 bodu

za výpočet objemu koncentrované kyseliny sírové 0,15 bodu

za výpočet hmotnosti čistého peroxidu vodíku 0,15 bodu

za výpočet hmotnosti koncentrovaného peroxidu vodíku 0,15 bodu

za výpočet objemu koncentrovaného peroxidu vodíku 0,15 bodu

za numericky správné výsledky včetně jednotek 0,15 bodu

jakýkoliv jiný správný postup vedoucí ke správnému numerickému výsledku hodnotit plným počtem bodů

celkem 1,20 bodu

- 7) Výběr: kyselina sírová do peroxidu vodíku.

Zdůvodnění: Kyselina sírová při ředění uvolňuje velké množství tepla. Pokud by se nalil peroxid vodíku o nižší hustotě do kyseliny sírové o větší hustotě, došlo by k převrstvení a zředovací teplo by se uvolnilo pouze na fázovém rozhraní. Kvůli tomu hrozí velké riziko varu směsi a jejího vystříknutí. V případě postupu lití kyseliny sírové do peroxidu vodíku dojde k jejímu postupnému klesání ke dnu na základě hustoty a tím i k promísení a uvolnění zředovacího tepla do celého objemu roztoku.

za rozhodnutí 0,15 bodu

za zdůvodnění 0,15 bodu

celkem 0,30 bodu

- 8) Vysvětlení: „Piraňa“ je jiný název používaný pro kyselinu peroxosírovou nebo směs kyseliny sírové s peroxidem vodíku. Tato směs velice ochotně oxiduje a rozpouští organickou hmotu. Podle rychlosti, s jakou je schopna hmotu likvidovat, se jí přezdívá po dravé rybě pirani.

za odpověď, že se jedná o jiný název pro uvedenou kyselinu či směs 0,15 bodu

celkem 0,15 bodu