



**55. ročník**

**2018/2019**

**ŠKOLNÍ KOLO**

**Kategorie A**

**ZADÁNÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI (40 BODŮ)**

**PRAKTICKÁ ČÁST****40 BODŮ****Autor****Mgr. Filip Smrčka***Masarykova univerzita, Brno***prof. RNDr. Přemysl Lubal, Ph.D.***Masarykova univerzita, Brno***Recenze****RNDr. Jakub Hraníček, Ph.D.***Univerzita Karlova, Praha***RNDr. Václav Soukup***Masarykovo gymnázium Plzeň*

Praktická část letošního ročníku kategorie A bude věnována analytické problematice dusíkatých sloučenin. Vyzkoušíte si nejen kvalitativní analýzu významných dusíkatých sloučenin, ale také využití acidobazických a oxidačně-redukčních titrací pro jejich kvantitativní stanovení. Setkáte se i s jednoduchou syntézou, a proto se zaměřte na praktickou stránku provádění experimentů jako je krystalizace a filtrace za sníženého tlaku. Věnujte samozřejmě pozornost i správné laboratorní praxi, jako je například zacházení s odměrným sklem.

V doporučené literatuře se zaměřte na pojmy „kvalitativní stanovení“, „acidobazické titrace“ a „manganometrie“, s důrazem na pochopení jednotlivých stanovení, správného provedení a vyhodnocení experimentu ve spojení s výpočty týkajícími se výsledků analýzy.

**Doporučená literatura**

- 1) BERKA, Antonín, Ladislav FELTL a Ivan NĚMEC. Příručka k praktiku z kvantitativní analytické chemie. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1985., str. 76, 79–81
- 2) HORÁKOVÁ, Marta, Peter LISCHKE a Alexander GRÜNWALD. Chemické a fyzikální metody analýzy vod. 2. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1989, str. 211–218
- 3) SOMMER, Lumír. Základy analytické chemie. I. Vyd. 1. Brno: VUTIUM, 1998. 199 s. ISBN 80-214-1300-X., str. 84–102
- 4) M. Bartoš, J. Šrámková, V. Staněk, F. Renger, J. Kalous: Analytická chemie I, Univerzita Pardubice 2004, dostupné na: <http://meloun.upce.cz/docs/analchem1/skripta.pdf>, str. 78–80, 182–183
- 5) M. Bartoš, I. Švancara, J. Šrámková: Laboratorní cvičení z analytické chemie I., Univerzita Pardubice 2004, dostupné na: [http://www.chemici.borec.cz/txt/anal\\_lab.pdf](http://www.chemici.borec.cz/txt/anal_lab.pdf), str. 7–40, 51, 58–60
- 6) PŘÍHODA, Jiří, Miloš ČERNÍK, Slávka JANKŮ a Jaromír LITERÁK. Laboratorní technika. Příručka pro začínajícího chemika. 1. vydání. Brno: Masarykova univerzita, 2012. 221 s. ISBN 978-80-210-5820-0., str 74–80



## Úloha 1 Alkalimetrické stanovení amoniaku

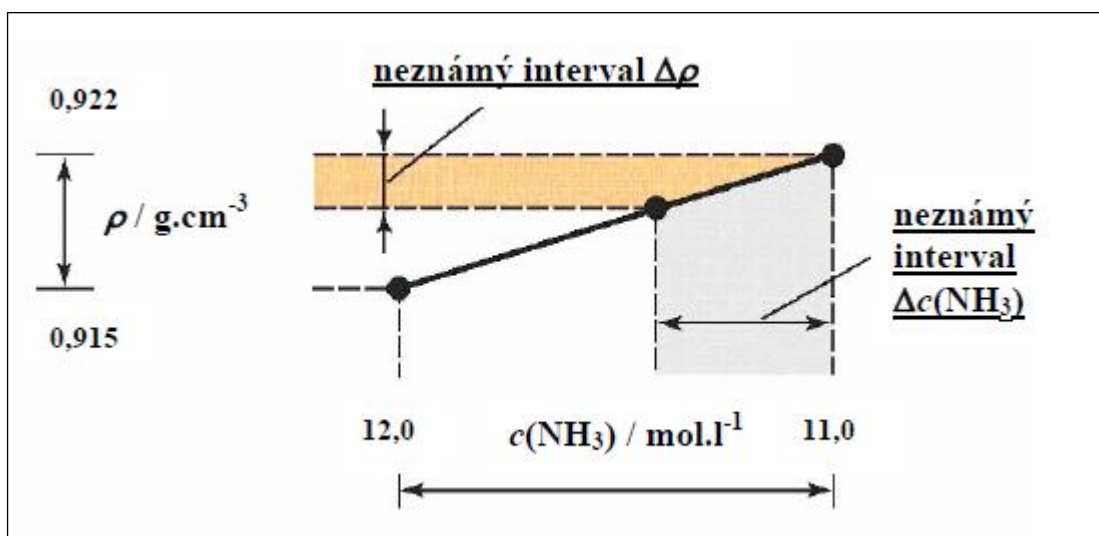
30 bodů

Amoniak jako slabá báze se titruje nepřímou metodou. Stanovovaný amoniak se pipetuje do odměřeného nadbytku HCl a přebytek kyseliny se pak stanoví zpětnou titrací odměrným roztokem NaOH na methylovaně. Hledané látkové množství,  $n(\text{NH}_3)$ , je tedy dáno rozdílem látkových množství ( $n(\text{HCl}) - n(\text{NaOH})$ ).

Kvůli fyzikálně-chemickým vlastnostem amoniaku se vzorek neváží, ale pipetuje. Pro výpočet hustoty našeho vzorku amoniaku se využívá matematická operace zvaná *lineární interpolace*. Na základě podobností trojúhelníků platí, že

$$\frac{\Delta\rho}{\Delta c} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{c_2 - c_1} \quad (1)$$

Pokud naše zjištěná koncentrace  $c(\text{NH}_3)$  leží např. v intervalu 11,0–12,0 mol l<sup>-1</sup>, můžeme si po dosažení experimentálně zjištěné koncentrace a dalších veličin z *Tabulky 1* do rovnice (1) zjistit přibližnou hustotu vzorku dle následujícího schématu 1:

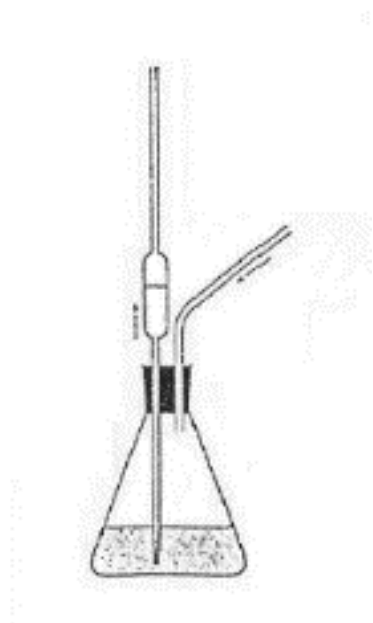


**Schéma 1:** Zjištění hustoty vzorku pomocí lineární interpolace

**Tabulka 1:** Tabelované hodnoty hustot roztoků amoniaku o různé koncentraci

$c(\text{NH}_3) / \text{mol l}^{-1}$	$\rho / \text{g cm}^{-3}$
8,0	0,941
9,0	0,935
10,0	0,928
11,0	0,922
12,0	0,915
13,0	0,909
14,0	0,903
15,0	0,896

Během přípravy vzorku je nutné zamezit těkání  $\text{NH}_3$  na minimum, proto se pipetuje roztok  $\text{NH}_3$  přetlakem pomocí balónku. Roztok k pipetování se nachází v nádobce uzavřené zátkou, kterou prochází pipeta a trubička na foukání. Foukáním v nádobce se vytvoří přetlak, který vytlačí pipetovaný roztok do pipety. Vystoupí-li roztok v pipetě až nad značku, pipeta se uzavře ukazováčkem, uvolní se zátka v hrdle nádoby a další postup je shodný s běžným pipetováním (viz Obrázek 1). Foukání provádějte z důvodu bezpečnosti zásadně bezpečnostním balónkem či nástavcem určeném k pipetování.

**Obrázek 1:** Aparatura pro přetlakové pipetování pomocí balónku



**Úkol:**

Určete hmotnostní zlomek vzorku roztoku amoniaku.

**Pomůcky:**

- odměrná baňka 100 ml (vzorek),
- byreta 25 ml,
- stojan s držákem na uchycení byrety,
- pipeta 10 ml,
- 3 titrační baňky 250 ml,
- Erlenmeyerova baňka 250 ml se zátkou mající dva otvory,
- skleněná trubička,
- pipetovací nástavec/pipetovací balonek,
- nálevka,
- stříčka,
- ochranné brýle.

**Chemikálie:**

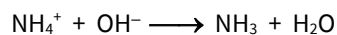
- 0,1 M roztok NaOH (správná koncentrace bude uvedena),
- 0,1 M roztok HCl (správná koncentrace bude uvedena),
- 0,1% roztok methylované, (methyloranže),
- destilovaná voda.

**Pracovní postup:**

- Do titračních baněk napipetujte 20,00 ml 0,1M HCl a do roztoku přidejte kapku 0,1% methylované.
- 10,00 ml vzorku amoniaku napipetujte do jednotlivých titračních baněk a roztok v baňkách zředte 20 ml destilované vody.
- Přebytek kyseliny titrujte 0,1M roztokem NaOH do žlutého zbarvení indikátoru.
- Stanovení proveďte minimálně třikrát a vypočtete hmotnostní zlomek amoniaku v analyzovaném vzorku.
- Také vypočtete hmotnostní zlomek původního vzorku amoniaku, který byl pro Vás z bezpečnostních důvodů stonásobně zředěn. Pro výpočet hustoty koncentrovaného roztoku amoniaku (viz Tabulka 1) použijte lineární interpolaci uvedenou v úvodu.

**Úloha 2      Kvalitativní důkaz  $\text{NH}_4^+$  s pH indikací****10 bodů**

Zahříváním roztoku vzorku obsahující ionty  $\text{NH}_4^+$  po zalkalizování uniká plyný  $\text{NH}_3$ , který lze dokázat indikačním papírkem. Děj lze vyjádřit následující rovnicí:

**Úkol:**

Před Vámi je 6 vzorků. Dokažte, ve kterých z nich je přítomná amonná sůl.

**Pomůcky:**

- 6 zkumavek obsahující vzorky,
- porcelánový kelímek,
- filtrační papír,
- nůžky,
- indikátorový pH papírek,
- stříčka s destilovanou vodou,
- ochranné brýle,
- plastová kapátka,
- kádinka 50 ml.

**Chemikálie:**

- 20% NaOH.

**Pracovní postup**

- Do porcelánového kelímku nadávkujte 3 kapky vzorku a 3 kapky roztoku NaOH.
- Kelímek přikryjte kouskem filtračního papíru a na něj umístěte ovlhčený pH papírek.
- Na základě analýzy rozhodněte, ve kterém ze vzorků je přítomna amonná sůl.

--

## PRACOVNÍ LIST

### Úloha 1 Alkalimetrické stanovení amoniaku

**30 bodů**

1) Spotřeby odměrného 0,1M NaOH:

$V_1$ / ml	$V_2$ / ml	$V_3$ / ml	Průměrná spotřeba / ml

2) Výpočet hmotnostního zlomku ( $w$ ) vzorku amoniaku:

Výpočet:

Stanovený hmotnostní zlomek vzorku amoniaku: ..... %

Stanovený hmotnostní zlomek vzorku koncentrovaného amoniaku: ..... %

**body:**

3) Zdůvodněte, proč se amoniak stanovuje zpětnou titrací.

Zdůvodnění:

**body:**

--

- 4) Jaký objem kyseliny chlorovodíkové o hmotnostním zlomku 36% ( $\rho = 1,1789 \text{ g cm}^{-3}$ ) je třeba vzít na přípravu 250 ml roztoku 0,1 M roztoku?  $M(\text{HCl}) = 36,46 \text{ g mol}^{-1}$ ?

Výpočet:

Objem kyseliny chlorovodíkové: ..... ml

**body:**

## Úloha 2 Kvalitativní důkaz $\text{NH}_4^+$ s pH indikací

**10 bodů**

- 1) Křížkem označte, ve kterém vzorku se nacházela amonná sůl.

1	2	3	4	5	6
<b>body:</b>					

- 2) Nakreslete strukturní vzorec tetrajodidortuřnatanu draselného. Jak se tato sloučenina triviálně nazývá a k čemu je možné ji použít?

Strukturní vzorec	Triviální název	Použití
<b>body:</b>		





# PERIODICKÁ SOUSTAVA PRVKŮ

1 I. A	2 II. A	3 III. B	4 IV. B	5 V. B	6 VI. B	7 VII. B	8 VIII. B	9 VIII. B	10 VIII. B	11 I. B	12 II. B	13 III. A	14 IV. A	15 V. A	16 VI. A	17 VII. A	18 VIII. A
1 <b>H</b> 1 1,00794 Vodík																	2 <b>He</b> 2 4,0026 Helium
2 <b>Li</b> 3 6,941 Lithium	4 <b>Be</b> 4 9,0122 Beryllium											5 <b>B</b> 5 10,811 Bor	6 <b>C</b> 6 12,011 Uhlík	7 <b>N</b> 7 14,007 Dusík	8 <b>O</b> 8 15,999 Kyslík	9 <b>F</b> 9 18,998 Fluor	10 <b>Ne</b> 10 20,179 Neon
3 <b>Na</b> 11 22,990 Sodík	12 <b>Mg</b> 12 24,305 Hořčík											13 <b>Al</b> 13 26,982 Hliník	14 <b>Si</b> 14 28,085 Křemík	15 <b>P</b> 15 30,974 Fosfor	16 <b>S</b> 16 32,06 Síra	17 <b>Cl</b> 17 35,453 Chlor	18 <b>Ar</b> 18 39,948 Argon
4 <b>K</b> 19 39,098 Draslík	20 <b>Ca</b> 20 40,078 Vápník	21 <b>Sc</b> 21 44,956 Skandium	22 <b>Ti</b> 22 47,867 Titan	23 <b>V</b> 23 50,942 Vanad	24 <b>Cr</b> 24 51,996 Chrom	25 <b>Mn</b> 25 54,938 Mangan	26 <b>Fe</b> 26 55,845 Želeno	27 <b>Co</b> 27 58,933 Kobalt	28 <b>Ni</b> 28 58,693 Nikl	29 <b>Cu</b> 29 63,546 Měď	30 <b>Zn</b> 30 65,38 Zinek	31 <b>Ga</b> 31 69,723 Gallium	32 <b>Ge</b> 32 72,61 Germanium	33 <b>As</b> 33 74,922 Arzen	34 <b>Se</b> 34 78,971 Selen	35 <b>Br</b> 35 79,904 Brom	36 <b>Kr</b> 36 83,798 Krypton
5 <b>Rb</b> 37 85,468 Rubidium	38 <b>Sr</b> 38 87,62 Stroncium	39 <b>Y</b> 39 88,906 Yttrium	40 <b>Zr</b> 40 91,224 Zirkonium	41 <b>Nb</b> 41 92,906 Niob	42 <b>Mo</b> 42 95,95 Molybden	43 <b>Tc</b> 43 -98 Technecium	44 <b>Ru</b> 44 101,07 Ruthenium	45 <b>Rh</b> 45 102,91 Rhodium	46 <b>Pd</b> 46 106,42 Palladium	47 <b>Ag</b> 47 107,87 Stříbro	48 <b>Cd</b> 48 112,41 Kadmium	49 <b>In</b> 49 114,82 Indium	50 <b>Sn</b> 50 118,71 Cín	51 <b>Sb</b> 51 121,75 Antimon	52 <b>Te</b> 52 127,60 Tellur	53 <b>I</b> 53 126,90 Jod	54 <b>Xe</b> 54 131,29 Xenon
6 <b>Cs</b> 55 132,91 Cesium	56 <b>Ba</b> 56 137,33 Baryum		72 <b>Hf</b> 72 178,49 Hafnium	73 <b>Ta</b> 73 180,95 Tantal	74 <b>W</b> 74 183,84 Wolfram	75 <b>Re</b> 75 186,21 Rhenium	76 <b>Os</b> 76 190,23 Osmium	77 <b>Ir</b> 77 192,22 Iridium	78 <b>Pt</b> 78 195,08 Platina	79 <b>Au</b> 79 196,97 Zlato	80 <b>Hg</b> 80 200,59 Rtuť	81 <b>Tl</b> 81 204,38 Thallium	82 <b>Pb</b> 82 207,20 Olovo	83 <b>Bi</b> 83 208,98 Bismut	84 <b>Po</b> 84 -209 Polonium	85 <b>At</b> 85 -210 Astat	86 <b>Rn</b> 86 -222 Radon
7 <b>Fr</b> 87 -223 Francium	88 <b>Ra</b> 88 226,03 Radium		104 <b>Rf</b> 104 261,11 Rutherfordium	105 <b>Db</b> 105 262,11 Dubnium	106 <b>Sg</b> 106 263,12 Seaborgium	107 <b>Bh</b> 107 262,12 Bohrium	108 <b>Hs</b> 108 270 Hassium	109 <b>Mt</b> 109 268 Meitnerium	110 <b>Ds</b> 110 281 Darmstadtium	111 <b>Rg</b> 111 280 Roentgenium	112 <b>Cn</b> 112 277 Kopernicium	113 <b>Nh</b> 113 -287 Nihonium	114 <b>Fl</b> 114 289 Flerovium	115 <b>Mc</b> 115 -288 Moskovium	116 <b>Lv</b> 116 -289 Livermorium	117 <b>Ts</b> 117 -291 Tennessin	118 <b>Og</b> 118 293 Oganesson

Diagram illustrating the components of an element's box using Vanadium (V) as an example:

- 50,942: Relativní atomová hmotnost
- V: Značka
- 23: Protonové číslo
- 1,50: Elektronegativita
- Vanad: Název

6 LANTHANOIDY	57 <b>La</b> 1,0 Lanthan	58 <b>Ce</b> 1,0 Cer	59 <b>Pr</b> 1,0 Praseodym	60 <b>Nd</b> 1,0 Neodym	61 <b>Pm</b> 1,0 Promethium	62 <b>Sm</b> 1,0 Samarium	63 <b>Eu</b> 1,0 Europium	64 <b>Gd</b> 1,0 Gadolinium	65 <b>Tb</b> 1,0 Terbium	66 <b>Dy</b> 1,0 Dysprosium	67 <b>Ho</b> 1,0 Holmium	68 <b>Er</b> 1,0 Erbium	69 <b>Tm</b> 1,0 Thulium	70 <b>Yb</b> 1,0 Ytterbium	71 <b>Lu</b> 1,0 Lutecium
7 AKTINOIDY	89 <b>Ac</b> 1,0 Aktinium	90 <b>Th</b> 1,0 Thorium	91 <b>Pa</b> 1,0 Proaktinium	92 <b>U</b> 1,20 Uran	93 <b>Np</b> 1,20 Neptunium	94 <b>Pu</b> 1,20 Plutonium	95 <b>Am</b> 1,20 Americium	96 <b>Cm</b> 1,20 Curium	97 <b>Bk</b> 1,20 Berkelium	98 <b>Cf</b> 1,20 Kalifornium	99 <b>Es</b> 1,20 Einsteinium	100 <b>Fm</b> 1,20 Fermium	101 <b>Md</b> 1,20 Mendělevium	102 <b>No</b> 1,20 Nobelium	103 <b>Lr</b> 1,20 Lawrencium