



61. ročník

2024/2025

KRAJSKÉ KOLO

Kategorie E

Praktická část – Zadání

60 bodů, 180 minut + 10 minut čtení



PERIODICKÁ SOUSTAVA PRVKŮ

1 I. A											13 III. A	14 IV. A	15 V. A	16 VI. A	17 VII. A	18 VIII. A											
1 H 1 1,00794 Vodík											5 B 10,811 2,00 Bor	6 C 12,011 2,50 Uhlík	7 N 14,007 3,10 Dusík	8 O 15,999 3,50 Kyslík	9 F 18,998 4,10 Fluor	10 Ne 20,179 Helium											
2 II. A	3 Li 6,941 0,97 Lithium	4 Be 9,0122 1,50 Beryllium											13 Al 26,982 1,50 Hliník	14 Si 28,085 1,70 Křemík	15 P 30,974 2,10 Fosfor	16 S 32,06 2,40 Síra	17 Cl 35,453 2,80 Chlor	18 Ar 39,948 Argon									
3	11 Na 22,990 1,00 Sodík	12 Mg 24,305 1,20 Hořčík	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 Al 26,982 1,50 Hliník	14 Si 28,085 1,70 Křemík	15 P 30,974 2,10 Fosfor	16 S 32,06 2,40 Síra	17 Cl 35,453 2,80 Chlor	18 Ar 39,948 Argon									
4	19 K 39,098 0,91 Draslík	20 Ca 40,078 1,00 Vápník	21 Sc 44,956 1,30 Skandium	22 Ti 47,867 1,30 Titan	23 V 50,942 1,50 Vanad	24 Cr 51,996 1,60 Chrom	25 Mn 54,938 1,60 Mangan	26 Fe 55,845 1,60 Železo	27 Co 58,933 1,70 Kobalt	28 Ni 58,693 1,70 Nikl	29 Cu 63,546 1,70 Měď	30 Zn 65,38 1,70 Zinek	31 Ga 69,723 1,80 Gallium	32 Ge 72,61 2,00 Germanium	33 As 74,922 2,20 Arzen	34 Se 78,971 2,50 Selen	35 Br 79,904 2,70 Brom	36 Kr 83,798 Krypton									
5	37 Rb 85,468 0,89 Rubidium	38 Sr 87,62 0,99 Stroncium	39 Y 88,906 1,10 Yttrium	40 Zr 91,224 1,20 Zirkonium	41 Nb 92,906 1,20 Niob	42 Mo 95,95 1,30 Molybden	43 Tc -98 1,40 Technecium	44 Ru 101,07 1,40 Ruthenium	45 Rh 102,91 1,40 Rhodium	46 Pd 106,42 1,30 Palladium	47 Ag 107,87 1,40 Stříbro	48 Cd 112,41 1,50 Kadmium	49 In 114,82 1,50 Indium	50 Sn 118,71 1,70 Cín	51 Sb 121,75 1,80 Antimon	52 Te 127,60 2,00 Tellur	53 I 126,90 2,20 Jod	54 Xe 131,29 Xenon									
6	55 Cs 132,91 0,86 Cesium	56 Ba 137,33 0,97 Baryum											72 Hf 178,49 1,20 Hafnium	73 Ta 180,95 1,30 Tantal	74 W 183,84 1,30 Wolfram	75 Re 186,21 1,50 Rhenium	76 Os 190,23 1,50 Osmium	77 Ir 192,22 1,50 Iridium	78 Pt 195,08 1,40 Platina	79 Au 196,97 1,40 Zlato	80 Hg 200,59 1,40 Rtuť	81 Tl 204,38 1,40 Thallium	82 Pb 207,20 1,50 Olovo	83 Bi 208,98 1,70 Bismut	84 Po -209 1,80 Polonium	85 At -210 1,90 Astat	86 Rn -222 Radon
7	87 Fr -223 0,86 Francium	88 Ra 226,03 0,97 Radium											104 Rf 261,11 Rutherfordium	105 Db 262,11 Dubnium	106 Sg 263,12 Seaborgium	107 Bh 262,12 Bohrium	108 Hs 270 Hassium	109 Mt 268 Meitnerium	110 Ds 281 Darmstadtium	111 Rg 280 Roentgenium	112 Cn 277 Kopernicium	113 Nh -287 Nihonium	114 Fl 289 Flerovium	115 Mc -288 Moskovium	116 Lv -289 Livermorium	117 Ts -291 Tennessin	118 Og 293 Oganesson

Diagram illustrating the structure of an element box for Vanadium (V):

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

6 LANTHANOIDY

57 La 138,91 1,10 Lanthan	58 Ce 140,12 1,10 Cer	59 Pr 140,91 1,10 Praseodym	60 Nd 144,24 1,10 Neodym	61 Pm -145 1,10 Promethium	62 Sm 150,36 1,10 Samarium	63 Eu 151,96 1,00 Europium	64 Gd 157,25 1,10 Gadolinium	65 Tb 158,93 1,10 Terbium	66 Dy 162,50 1,10 Dysprosium	67 Ho 164,93 1,10 Holmium	68 Er 167,26 1,10 Erbium	69 Tm 168,93 1,10 Thulium	70 Yb 173,04 1,10 Ytterbium	71 Lu 174,97 1,10 Lutecium
--	--	--	---	---	---	---	---	--	---	--	---	--	--	---

7 AKTINOIDY

89 Ac 227,03 1,00 Aktinium	90 Th 232,04 1,10 Thorium	91 Pa 231,04 1,10 Proaktinium	92 U 238,03 1,20 Uran	93 Np 237,05 1,20 Neptunium	94 Pu {244} 1,20 Plutonium	95 Am -243 1,20 Americium	96 Cm -247 1,20 Curium	97 Bk -247 1,20 Berkelium	98 Cf -251 1,20 Kalifornium	99 Es -252 1,20 Einsteinium	100 Fm -257 1,20 Fermium	101 Md -258 1,20 Mendělevium	102 No -259 1,20 Nobelium	103 Lr -260 1,20 Lawrencium
---	--	--	--	--	---	--	---	--	--	--	---	---	--	--



PRAKTICKÁ ČÁST

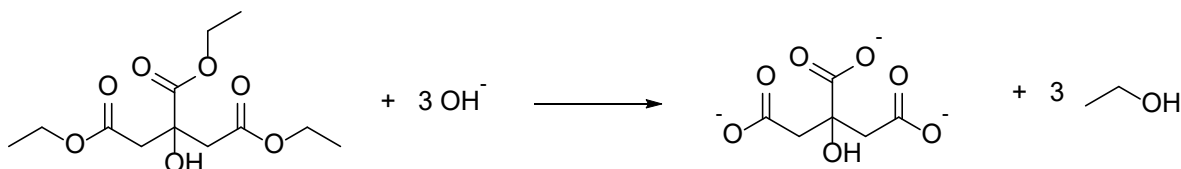
60 BODŮ

Úloha 1 Stanovení triethyl-citrátu alkalimetry

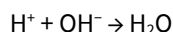
30 bodů

Triethyl-citrát ($C_{12}H_{20}O_7$, E1505, $\rho = 1,14 \text{ g cm}^{-3}$, $M = 276,28 \text{ g mol}^{-1}$) je poměrně raritní potravinářské aditivum, které se využívá ke stabilizaci pěn (zejména pro stabilizaci sněhu z vaječných bílků). Dále ale nachází poměrně široké využití jako emulgátor, netoxické vysokovroucí rozpouštědlo a jako ingredience do potahů některých farmaceutických preparátů. V poslední době nachází využití jako koemulgátor pro přípravu liquidů do elektronických cigaret.

Stanovení čistoty triethyl-citrátu spočívá v jeho kompletní hydrolyzovatelnosti na citrát nadbytkem alkalického hydroxidu:



Nadbytečný hydroxid se následně stanoví titrací silnou kyselinou na vhodný indikátor:



V následující úloze provedete:

- Stanovení triethyl-citrátu po předchozí alkalické hydrolyze zpětně acidimetry s vizuální indikací bodu ekvivalence.

Pomůcky

- | | |
|---|------------------------------------|
| • lihový fix a tužka | • papírové utěrky |
| • stříčka s destilovanou vodou | • ochranné rukavice |
| • kádinka 100 ml (2×) | • kádinka 250 ml |
| • odměrný válec 10 ml | • odměrný válec 50 ml |
| • plastová miska na chlazení | • skleněná tyčinka |
| • předvážky s přesností 0,01 g | • stojan (2×) |
| • křížová svorka (3×) | • klema na NZ 29/32 (2×) |
| • klema na byretu | • lžička a špachtle |
| • baňka s kulatým dnem a NZ 29/32 250 ml a zátkou | • Liebigův chladič s NZ 29/32 |
| • hadice na připojení chladiče k chlazení | • odměrná baňka 200,0 ml se zátkou |
| • pipeta nedělená 20,00 ml | • pipetovací balonek |
| • titrační baňka 250 ml (3×) | • bílý podklad pod titrační baňku |
| • stříčka s destilovanou vodou | • topné hnízdo 250 ml |
| • zvedáček | • varné kamínky |
| • podstavec pod baňku s kulatým dnem 250 ml | • nálevka hladká |
| • malá nálevka na doplňování byrety | • byreta 25 ml s kohoutem |



Chemikálie

- vzorek triethyl-citrátu ($C_{12}H_{20}O_7$, $\rho = 1,14 \text{ g cm}^{-3}$, $M = 276,28 \text{ g mol}^{-1}$) v uzavřené vialce s vyznačenou hmotností vzorku
- hydroxid sodný NaOH 1,0M odměrný roztok (přesná koncentrace je uvedena na zásobní lahvi)
- kyselina sírová 0,05M odměrný roztok (přesná koncentrace je uvedena na zásobní lahvi)
- isopropylalkohol $(CH_3)_2CHOH$ č.
- bromthymolová modř 0,1% roztok ve 20% ethanolu v kapací lahvičce
- destilovaná voda

Chemikálie	H-věty
triethyl-citrát	---
hydroxid sodný 1,0M roztok	H290 Může být korozivní pro kovy. H314 Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí.
kyselina sírová 0,05M roztok	---
isopropylalkohol	H225 Vysoce hořlavá kapalina a páry. H319 Způsobuje vážné podráždění očí. H336 Může způsobit ospalost nebo závratě.
bromthymolová modř 0,1% roztok ve 20% ethanolu	---

Pracovní postup

Příprava vzorku

- Do baňky s kulatým dnem o objemu 250 ml s NZ 29/32 opatřené varnými kamínky kvantitativně převedte obsah vialky se vzorkem triethyl-citrátu. Vialku důkladně vypláchněte 10 ml isopropylalkoholu.
- Do baňky se vzorkem následně přilijte ještě 20 ml isopropylalkoholu a dále 30 ml destilované vody.
- Poté do baňky odpipetujte 20,00 ml 1,00M odměrného roztoku NaOH.
- Sestavte si aparaturu pro zahřívání pod zpětným chladičem s topným hnízdem jako zdrojem tepla. Směs v baňce zahřívejte tak aby energicky vřela po dobu nejméně 60 minut.
- Po uplynutí předepsané doby varu přerušte zahřívání, chladič vypláchněte do baňky pomocí destilované vody a obsah baňky po ochlazení kvantitativně převedte do odměrné baňky o objemu 200,0 ml.
- Odměrnou baňku doplňte destilovanou vodou po rysku a vzorek řádně homogenizujte.

Stanovení triethyl-citrátu ve vzorku

- Sestavte si titrační aparaturu a byretu si naplňte odměrným roztokem 0,05M kyseliny sírové.
- Do titrační baňky si odpipetujte 20,00 ml připraveného vzorku a přidejte přibližně 30 ml destilované vody.
- K roztoku v titrační baňce přidejte 5-7 kapek 0,1% roztoku bromthymolové modři.
- Obsah odměrné baňky titrujte odměrným roztokem kyseliny sírové z byrety do změny barvy z modré do smaragdově zelené.
- Titraci proveďte nejméně třikrát a jednotlivé spotřeby si zaznamenejte.
- Odpady můžete likvidovat do výlevky.



Vyhodnocení a otázky (vypracujte do pracovního listu)

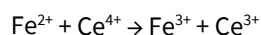
- 1) Do pracovního listu uveďte přesnou hmotnost vzorku triethyl-citrátu, kterou jste obdrželi pro analýzu a rovněž přesné koncentrace odměrných roztoků hydroxidu sodného a kyseliny sírové.**
- 2) Do tabulky v pracovním listu uveďte jednotlivé spotřeby odměrného roztoku kyseliny sírové a запиšte přijatou hodnotu spotřeby kyseliny sírové.**
- 3) Vypočítejte čistotu předloženého vzorku triethyl-citrátu v hm. %.**
- 4) Objasněte pojem emulgátor.**

Hodnocena je i správná laboratorní technika a bezpečná práce v chemické laboratoři.

**Úloha 2 Stanovení glukonátu železnatého cerimetry****30 bodů**

Glukonát železnatý ($\text{Fe}(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_7)_2$, E 579, $M = 446,14 \text{ g mol}^{-1}$) se primárně využívá jako doplněk stravy pro suplementaci železa, neboť ve formě glukonátu mají železnaté ionty vysokou biologickou dostupnost a vstřebatelnost. Speciální roli má glukonát železnatý, resp. jeho roztok obsahující $0,5 - 1,5 \text{ g dm}^{-3}$ glukonátu železnatého, ve zpracování černých oliv. Černé olivy jsou olivy, které jsou zcela zralé, nicméně, konzervací dochází k nejednotné změně jejich barvy. Přídavkem glukonátu železnatého k černým olivám při konzervování dojde k uniformizaci zabarvení zralých oliv, které jsou následně pro spotřebitele vizuálně atraktivnější.

Glukonát železnatý je v prodeji jako nedefinovaný hydrát, a proto je před jeho použitím do roztoku pro úpravu oliv nutné stanovit skutečný obsah glukonátu železnatého v tomto hydrátu. Glukonát železnatý v preparátu je možné stanovit jednoduchou cerimetrickou titrací železnatých iontů na indikátor ferroin:



V následující úloze provedete:

- Cerimetrické stanovení glukonátu železnatého v jeho hydrátu pro přípravu roztoku pro ošetření oliv cerimetrickou titrací s vizuální indikací bodu ekvivalence.

Pomůcky

- lihový fix a tužka
- stříčka s destilovanou vodou
- skleněná tyčinka
- odměrný válec 50 ml
- nálevka hladká
- stojan
- držák na byretu
- byreta 25 ml
- kádinka 400 ml (2×)
- pipetovací balonek
- papírové utěrky
- ochranné rukavice
- plastové kapátko (3×)
- odměrný válec 100 ml
- odměrná baňka 100 ml se zátkou
- křížová svorka
- malá nálevka na doplnění byrety
- kádinka 150 ml (3×)
- pipeta nedělená 10 ml
- titrační baňka 250 ml (3×)

Chemikálie

- vzorek hydrátu glukonátu železnatého ve vialce s vyznačenou hmotností vzorku
- hydrogenuhličitan sodný NaHCO_3 vodný roztok 50 g dm^{-3}
- kyselina sírová H_2SO_4 cca 1M roztok
- ferroin $[\text{Fe}(\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2)_3]\text{SO}_4$ 0,025M roztok v kapací lahvičce
- síran ceričitý $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ 0,05M odměrný roztok v 1M kyselině sírové
- destilovaná voda



Chemikálie	H-věty
glukonát železnatý	-
hydrogenuhličitan sodný vodný roztok 50 g dm ⁻³	-
kyselina sírová 1M roztok	H290 Může být korozivní pro kovy. H315 Dráždí kůži. H319 Způsobuje vážné podráždění očí.
ferroin 0,025M roztok	-
síran ceričitý 0,05M odměrný roztok v 1M kyselině sírové	H290 Může být korozivní pro kovy. H314 Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí. H410 Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.

Pracovní postup

Příprava vzorku

- Vzorek s vyznačenou hmotností hydrátu glukonátu železnatého převedte kvantitativně do kádinky o objemu 100 ml a rozpusťte jej v přibližně 60 ml vody.
- Takto připravený roztok kvantitativně převedte do odměrné baňky o objemu 100,0 ml, doplňte jej destilovanou vodou po rysku a řádně homogenizujte. Během homogenizace ale se vzorkem v žádném případě netřepejte!

Stanovení obsahu glukonátu železnatého cerimetry

- Sestavte si aparaturu pro titraci a byretu si naplňte 0,05M odměrným roztokem síranu ceričitého.
- Do titrační baňky si odměřte 10 ml roztoku hydrogenuhličitanu sodného a přidejte 30 ml roztoku kyseliny sírové.
- Jakmile směs v titrační baňce přestane šumět, napipetujte do titrační baňky 10,00 ml připraveného vzorku a opatrně promíchejte.
- Do titrační baňky dále přidejte 6 kapek roztoku ferroinu a obsah titrační baňky titrujte 0,05M roztokem síranu ceričitého do vymizení červeného zbarvení.
- Titraci proveďte nejméně třikrát a spotřeby si zaznamenejte do pracovního listu.

Vyhodnocení a otázky (vypracujte do pracovního listu)

- Do pracovního listu uveďte přesnou hmotnost navážky vzorku hydrátu glukonátu železnatého a rovněž přesnou koncentraci odměrného roztoku síranu ceričitého.
- Do tabulky v pracovním listu uveďte jednotlivé spotřeby odměrného roztoku síranu ceričitého a zapište přijatou hodnotu spotřeby síranu ceričitého.
- Vypočítejte hmotnostní zlomek glukonátu železnatého v předloženém hydrátu.
- Z jakého důvodu je nutné, aby se během homogenizace se vzorkem netřepalo?
- Vypočítejte, jakou hmotnost vašeho hydrátu budete potřebovat pro přípravu 500 litrů roztoku pro ošetření oliv, ve kterém je požadovaná koncentrace glukonátu železnatého 1,2 g dm⁻³.
- Zapište chemickou rovnici reakce, která probíhá v titrační baňce při smíchání roztoků hydrogenuhličitanu sodného a kyseliny sírové.
- Hodnocena je i správná laboratorní technika a bezpečná práce v chemické laboratoři.

**PRACOVNÍ LIST****40 BODŮ****Úloha 1 Stanovení triethyl-citrátu alkalimetry****30 bodů**

- 1) Uveďte přesnou hmotnost vzorku triethyl-citrátu, který jste obdrželi pro analýzu a rovněž přesné koncentrace odměrných roztoků hydroxidu sodného a kyseliny sírové.

Přesná hmotnost vzorku triethyl-citrátu: _____

Přesná koncentrace odměrného roztoku NaOH: _____

Přesná koncentrace odměrného roztoku H₂SO₄: _____

- 2) Uveďte jednotlivé spotřeby odměrného roztoku kyseliny sírové a запиšte přijatou hodnotu spotřeby kyseliny sírové.

Spotřeby odměrného roztoku kyseliny sírové:				
V ₁ (H ₂ SO ₄) / ml	V ₂ (H ₂ SO ₄) / ml	V ₃ (H ₂ SO ₄) / ml	(V ₄ (H ₂ SO ₄)) / ml	V _{přijata} (H ₂ SO ₄) / ml

body:

- 3) Vypočítejte čistotu předloženého vzorku triethyl-citrátu v hm. %.

Výpočty:

(pokračuje na další straně)

--

<p>w(triethyl-citrát) =</p>	<p>body:</p>
-----------------------------	---------------------

4) Objasněte pojem emulgátor.

<p>Objasnění:</p>	<p>body:</p>
-------------------	---------------------

5) Hodnocena je i správná laboratorní technika a bezpečná práce v chemické laboratoři.

<p>Seznam prohřešků proti správné laboratorní praxi (vyplní organizátor / dozor v laboratoři) včetně příslušné bodové ztráty.</p>	<p>body:</p>
---	---------------------

Úloha 2 Stanovení glukonátu železnatého cerimetry

30 bodů

- 1) Uvedte přesnou hmotnost navážky vzorku hydrátu glukonátu železnatého a rovněž přesnou koncentraci odměrného roztoku síranu ceričitého.

Přesná hmotnost navážky hydrátu glukonátu železnatého: _____

Přesná koncentrace odměrného roztoku síranu ceričitého: _____

- 2) Uvedte jednotlivé spotřeby odměrného roztoku síranu ceričitého a запиšte přijatou hodnotu spotřeby síranu ceričitého.

Spotřeby odměrného roztoku síranu ceričitého:

$V_1 (Ce^{4+}) / ml$	$V_2 (Ce^{4+}) / ml$	$V_3 (Ce^{4+}) / ml$	$V_4 (Ce^{4+}) / ml$	$V_{prijatá} (Ce^{4+}) / ml$

body:

- 3) Vypočítejte hmotnostní zlomek glukonátu železnatého v předloženém hydrátu.

Výpočty:

$w(\text{glukonát železnatý}) =$

body:

--

4) Z jakého důvodu je nutné, aby se během homogenizace se vzorkem netřepalo?

Zdůvodnění:	
	body:

5) Vypočítejte, jakou hmotnost vašeho hydrátu budete potřebovat pro přípravu 500 litrů roztoku pro ošetření oliv, ve kterém je požadovaná koncentrace glukonátu železnatého $1,2 \text{ g dm}^{-3}$.

Výpočty:	
$m(\text{hydrátu glukonátu železnatého}):$	body:

6) Zapište chemickou rovnici reakce, která probíhá v titrační baňce při smíchání roztoků hydrogenuhličitanu sodného a kyseliny sírové.

Rovnice:	
	body:

--

7) Hodnocena je i správná laboratorní technika a bezpečná práce v chemické laboratoři.

Seznam prohřešků proti správné laboratorní praxi (vyplní organizátor / dozor v laboratoři) včetně příslušné bodové ztráty.

body: