



VŠCHT PRAHA

Ústřední komise
Chemické olympiády

Soutěžní číslo:



63. ROČNÍK

2026/2027

ŠKOLNÍ KOLO

KATEGORIE C

PRAKTICKÁ ČÁST

ZADÁNÍ

20 BODŮ



PERIODICKÁ SOUSTAVA PRVKŮ

1 I. A	2 II. A																18 VIII. A
1 1,00794 H 1 2,20 Vodík																	2 4,0026 He Helium
2 6,941 Li 3 0,97 Lithium	4 9,0122 Be 4 1,50 Beryllium																
3 22,990 Na 11 1,00 Sodík	12 24,305 Mg 12 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						
4 39,098 K 19 0,91 Draslík	20 40,078 Ca 20 1,00 Vápník	21 44,956 Sc 21 1,30 Skandium	22 47,867 Ti 22 1,30 Titan	23 50,942 V 23 1,50 Vanad	24 51,996 Cr 24 1,60 Chrom	25 54,938 Mn 25 1,60 Mangan	26 55,845 Fe 26 1,60 Železo	27 58,933 Co 27 1,70 Kobalt	28 58,693 Ni 28 1,70 Nikl	29 63,546 Cu 29 1,70 Měď	30 65,38 Zn 30 1,70 Zinek	31 69,723 Ga 31 1,80 Galium	32 72,61 Ge 32 2,00 Germanium	33 74,922 As 33 2,20 Arzen	34 78,971 Se 34 2,50 Selen	35 79,904 Br 35 2,70 Brom	36 83,798 Kr 36 Krypton
5 85,468 Rb 37 0,89 Rubidium	38 87,62 Sr 38 0,99 Stroncium	39 88,906 Y 39 1,70 Yttrium	40 91,224 Zr 40 1,20 Zirkonium	41 92,906 Nb 41 1,20 Niob	42 95,95 Mo 42 1,30 Molybden	43 ~98 Tc 43 1,40 Technecium	44 101,07 Ru 44 1,40 Ruthenium	45 102,91 Rh 45 1,40 Rhodium	46 106,42 Pd 46 1,30 Palladium	47 107,87 Ag 47 1,40 Stříbro	48 112,41 Cd 48 1,50 Kadmium	49 114,82 In 49 1,50 Indium	50 118,71 Sn 50 1,70 Cín	51 121,75 Sb 51 1,80 Antimon	52 127,60 Te 52 2,00 Tellur	53 126,90 I 53 2,20 Jod	54 131,29 Xe 54 Xenon
6 132,91 Cs 55 0,86 Cesium	56 137,33 Ba 56 0,97 Baryum		72 178,49 Hf 72 1,20 Hafnium	73 180,95 Ta 73 1,30 Tantal	74 183,84 W 74 1,30 Wolfram	75 186,21 Re 75 1,50 Rhenium	76 190,23 Os 76 1,50 Osmium	77 192,22 Ir 77 1,50 Iridium	78 195,08 Pt 78 1,40 Platina	79 196,97 Au 79 1,40 Zlato	80 200,59 Hg 80 1,40 Rtuť	81 204,38 Tl 81 1,40 Thallium	82 207,20 Pb 82 1,50 Olovo	83 208,98 Bi 83 1,70 Bismut	84 ~209 Po 84 1,80 Polonium	85 ~210 At 85 1,90 Astat	86 ~222 Rn 86 Radon
7 ~223 Fr 87 0,86 Francium	88 226,03 Ra 88 0,97 Radium		104 261,11 Rf 104 Rutherfordium	105 262,11 Db 105 Dubnium	106 263,12 Sg 106 Seaborgium	107 262,12 Bh 107 Bohrium	108 270 Hs 108 Hassium	109 268 Mt 109 Meitnerium	110 281 Ds 110 Darmstadtium	111 280 Rg 111 Roentgenium	112 277 Cn 112 Kopernicium	113 ~287 Nh 113 Nihonium	114 289 Fl 114 Flerovium	115 ~288 Mc 115 Moskovium	116 ~289 Lv 116 Livermorium	117 ~291 Ts 117 Tennessin	118 293 Og 118 Oganesson

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

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

6 LANTHANOIDY

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

7 AKTINOIDY

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

SOUHRNNÉ BODOVÁNÍ ÚLOH

(vyplňuje porota)

	PRAKTICKÁ ČÁST
Úloha 1	/ 7
Úloha 2	/ 13
CELKEM	/ 20

VYBRANÉ KONSTANTY A PŘEVODNÍ VZTAHY

Avogadrova konstanta	Boltzmannova konstanta
$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	$k_B = 1,3806 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Atomová hmotnostní konstanta	Elektronvolt
$m_u = 1 \text{ amu} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	$1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
Faradayova konstanta	Planckova konstanta
$F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$	$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
Rychlost světla ve vakuu	Molární plynová konstanta
$c = 299\,792\,458 \text{ m s}^{-1}$	$R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Termodynamická teplota	Atmosférický tlak
$0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$	$p_{\text{atm}} = 101\,325 \text{ Pa} = 1 \text{ atm} = 760 \text{ Torr}$
Standardní tlak	Standardní teplota
$p^\circ = 100\,000 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}$	$T^\circ = 298,15 \text{ K}$
Standardní koncentrace	
$c^\circ = 1 \text{ mol dm}^{-3}$	

KOLEKTIV AUTORŮ

PRAKTICKÁ ČÁST

Autoři

Stanislav Luňák*Gymnázium Botičská***Petr Šmejkal***Přírodovědecká fakulta Univerzita Karlova**Gymnázium Botičská***Pavel Teplý***Přírodovědecká fakulta Univerzita Karlova**Gymnázium Botičská*

Odborná recenze

Vlasta Čepelová*Gymnázium Botičská*

Pedagogická recenze

Erik Kalla*Střední průmyslová škola chemická a gymnázium Brno, Vranovská, p. o.**Ústav chemie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity*

Pokud budete mít k úlohám jakékoli dotazy či připomínky, obraťte se prosím přímo na garanta:

Erik Kalla, kalla@spschg.cz

Milé soutěžící, milí soutěžící,

pokud už jste se podívali na zadání teoretické části letošního ročníku ChO, zjistili jste, že letos se ChO zaměřuje na kyseliny a zásady. Ani v praktické části 63. ročníku ChO se nevyhneme tomuto tématu, ale podíváme se na ně zase z trochu jiného, termochemického pohledu, tedy bude nás zajímat, kolik tepla se uvolní při reakci kyseliny a zásady. Co by bylo dobré znát, aby vaše společné bádání byla naprostá pohodička? Ale vzhledem k tomu, že k tomu potřebujeme znát co nejpřesněji koncentrace roztoků, s nimiž budete pracovat, i letos se praktická část bude točit kolem odměrné analýzy (tedy titrací), a proto doporučujeme, abyste se zaměřili během své přípravy na:

- Co je to kalorimetr a jak by mohl vypadat, protože s improvizovaným a jednoduchým kalorimetrem, který si sami sestavíte, budete pracovat.
- Obecné principy odměrné analýzy
- Acidimetrické a alkalimetrické stanovení
- Sestavit a správně použít aparaturu pro titraci.
- Základní chemické výpočty – základní výpočty koncentrací roztoků, ředění roztoků a výpočty z rovnic.
- Základní termochemické výpočty.
- Mít základní znalosti o pH a acidobazických indikátorech.

Přejeme vám, abyste se při řešení praktické části něco zajímavého dozvěděli a užili si práci v laboratoři. Doufáme, že vás budeme motivovat k lásce k chemii, této úžasné vědě, nebo vás alespoň neodradíme. 😊 😊

Autorský tým

DOPORUČENÁ LITERATURA

- 1) Záruba, K.; et al. Analytická chemie 1.díl, 1st ed.; VŠCHT Praha: Praha, 2016, dostupné on-line: <https://vydavatelstvi.vscht.cz>
- 2) Příhoda J., Černík M., Janků S., Literák J.: Laboratorní technika. PŘF MU, 2 012. Zejména kapitoly týkající se základní laboratorní techniky. Dostupné online: https://is.muni.cz/el/sci/jaro2012/C1100k/um/Laboratorni_technika-ucebni_text.pdf
- 3) VACÍK, Jiří. *Obecná chemie*. 2. vyd. Praha: Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, 2017. ISBN 978-80-7444-050-7, zejména kapitoly zaměřené na termochemii.
- 4) SVOBODA, Emanuel a kol. *Fyzika pro II. ročník gymnázií*. 2. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1990. Učebnice pro střední školy. ISBN 80-04-24167-0, kapitoly zaměřené na vnitřní energii, práci a teplo.
- 5) Další internetové zdroje:
 - a) <https://edu.uhk.cz/titrace/laborator.html>
 - b) https://www.wikiskripta.eu/w/Odměrná_analýza
 - c) <https://ach.upol.cz/navody-do-cviceni>

ZADÁNÍ

20 bodů

Úloha 1 Ověření koncentrace hydroxidu sodného

7 bodů

K následující úloze budete potřebovat přesně 1M roztok hydroxidu sodného (tedy roztok o koncentraci 1 mol dm^{-3}). Tento roztok vám dá učitel, ale známé přísloví říká: „Důvěřuj, ale prověřuj“. Prvním vaším úkolem v praktické části školního kola Chemické olympiády je tak ověřit koncentraci roztoku hydroxidu sodného, který vám poskytne váš učitel. Toto provedete prostřednictvím acidobazické titrace roztoku hydroxidu sodného s vhodnou kyselinou – kyselinou šťavelovou. Kyselina šťavelová je dvousytná nejjednodušší dikarboxylová kyselina, která se celkem čteně nachází v přírodě, například ve šťovíku, rebarboře nebo špenátu. Pozor na ní, je toxická, mj. díky reakci s vápenatými ionty v organismu. Vytvořený šťavelan vápenatý je málo rozpustný, a tak může přispívat ke vzniku ledvinových kamenů, které jsou příčinou bolestivých kolik. Když ji ale nebudete jíst a naopak s ní pracovat v rukavicích, nemusíte se jí obávat. Pro naše potřeby je důležité, že kyselina šťavelová je tzv. základní látkou pro analytickou chemii. To znamená, že jde o čistou látku přesně definovaného složení $(\text{COOH})_2$. Jsme schopni je připravit o vysoké čistotě, dále je stálá na vzduchu (nesmí pohlcovat vlhkost, tedy být hygroskopická, a ani reagovat s oxidem uhličitým nebo kyslíkem, dále má rozumně vysokou molární hmotnost, aby případná chyba při vážení byla co nejmenší, je dobře rozpustná ve vodě a s NaOH nám poskytuje rychlou a jednoznačnou reakci). Budete tedy titrovat (z byrety) přesně odvážené množství kyseliny šťavelové poskytnutým roztokem hydroxidu sodného na indikátor fenolftalein do objevení se prvních známek růžového zabarvení. Ze spotřeby odměrného roztoku hydroxidu sodného pak vypočítáte skutečnou koncentraci vám poskytnutého roztoku hydroxidu sodného. Ještě pozor, v analytické chemii se používá při titracích dihydrát kyseliny šťavelové $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, nezapomeňte na to, zejména ve svých výpočtech!

POMŮCKY

- byreta 25 ml
- titrační baňka 250 ml (3×)
- malá nálevka pro doplnění byrety
- držák byrety (popř. klema, křížová svorka)
- pipeta nedělená 20 ml
- lihový fix
- stříčka s destilovanou vodou
- kádinka 400 ml
- kádinka 150 ml (2×)
- laboratorní stojan
- pipeta nedělená 10 ml
- pipetovací balónek
- ochranné brýle
- bílá podložka

CHEMIKÁLIE

- kyselina šťavelová $(\text{COOH})_2$, $0,5 \text{ mol dm}^{-3}$ odměrný roztok
- hydroxid sodný NaOH, 1 mol dm^{-3} odměrný roztok
- fenolftalein, 1% roztok v ethanolu

Chemikálie	H-věty
kyselina šťavelová, 0,5M roztok	H302 Zdraví škodlivý při požití.
	H312 Zdraví škodlivý při styku s kůží.
	H318 Způsobuje vážné poškození očí.
hydroxid sodný, 1M roztok	H290 Může být korozivní pro kovy.
	H314 Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí.
fenolftalein, 1% roztok v EtOH	H225 Vyroce hořlavá kapalina a páry.
	H319 Způsobuje vážné podráždění očí.

PRACOVNÍ POSTUP

Ověření koncentrace roztoku hydroxidu sodného

- Byretu naplňte pomocí nálevky roztokem hydroxidu sodného, jehož koncentraci ověřujete. Vzhledem k tomu, že jde o bezbarvý roztok, byretu naplňte tak, aby ryska pro nulový objem ležela na spodním menisku. Všechny hodnoty objemu dále odečítejte na spodní menisk.
- Do titrační baňky odměřte takové množství roztoku kyseliny šťavelové, aby spotřeba 1 mol dm^{-3} roztoku hydroxidu sodného činila přibližně 20 ml.
- Do titrační baňky přidejte 4-5 kapek roztoku fenolftaleinu a titrujte hydroxidem sodným z byrety za stálého intenzivního promíchávání roztokem v baňce do prvního růžového zbarvení.
- Titraci proveďte alespoň třikrát a pro výpočet skutečné koncentrace využijte průměrnou hodnotu spotřeby hydroxidu sodného z těchto tří titrací.

VYHODNOCENÍ A OTÁZKY

(vypracujte do pracovního listu k příslušné části)

- 1) Sestavte rovnici reakce kyseliny šťavelové s hydroxidem sodným.
- 2) Vypočítejte množství $0,5 \text{ mol dm}^{-3}$ roztoku kyseliny šťavelové, které je třeba odpipetovat k titraci roztoku NaOH, tak, aby spotřeba odměrného roztoku hydroxidu sodného o koncentraci 1 mol dm^{-3} činila přibližně 20 ml.
- 3) Uveďte spotřeby odměrného roztoku hydroxidu sodného a rovněž stanovte přijatou spotřebu.
- 4) Vypočítejte skutečnou koncentraci roztoku hydroxidu sodného, který vám poskytl učitel, ze spotřeby odměrného činidla, kterou jste získali během titrace.

Úloha 2 Stanovení neutralizačních tepel**13 bodů**

Skoro každý ví, že když se slize zásada s kyselinou, tak probíhá reakce zvaná neutralizace. A taky jste si možná všimli, že každá nádoba, kde taková neutralizace probíhá, se zahřívá, tedy uvolní se při ní nějaké teplo. To je podobné, jako když hoří uhlí. To taky probíhá chemické reakce a při ní se uvolňuje teplo. Například při spálení jednoho molu kvalitního antracitu (uvažujeme-li, že jde ze 100 % o uhlík) se uvolní skoro 400 kJ tepla. Při spálení 1 molu methanu dokonce téměř 900 kJ. Antracitem i methanem se dá topit. Nabízí se tak otázka, dalo by se topit třeba reakcí kyseliny chlorovodíkové, nebo kyseliny sírové, s hydroxidem sodným? Kolik tepla se vlastně na jeden mol zreagované kyseliny či zásady uvolní? Pojďme to zjistit!

Stanovení reakčních tepel se provádí v zařízení, kterému se říká kalorimetr, metodou, která se nazývá kalorimetrie. Kalorimetr je v zásadě dobře izolovaná nádoba s nějakým médiem, které se dobře zahřívá. V takové nádobě, v případě měření reakčních tepel, zrealizujeme chemickou reakci, kterou sledujeme. Teplo vzniklé v rámci chemické reakce se přenesou na médium, které se ohřeje. Z rozdílu teplot (ΔT) lze zjistit množství tepla přenesené na ohřátí média:

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T \quad (\text{alternativně } Q = m \cdot c_p \cdot \Delta t)$$

Kde c_p je tzv. měrná tepelná kapacita média za konstantního tlaku (pro vodu $c_p = 4,18 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$) a m je hmotnost média, které se zahřívá. Někaké teplo se samozřejmě přenesou i na reaktanty a kalorimetr. Teplo přenesené na zahřátí reaktantů je ale často malé (vzhledem k tomu, že jsou v podstatně nižší koncentraci než zahřívávané médium), proto jej zanedbáme. Teplo přenesené na kalorimetr již ale zanedbat nemůžeme a je určeno tzv. tepelnou kapacitou kalorimetru C_K . Tu musíme před měřením určit s využitím kalorimetrické rovnice. Tak pojďme na to!

Poznámka: Jistě jste si všimli, že v předchozím textu používáme dvojí vyjádření teploty, které označujeme jako t nebo T . Pro nás teď bude důležitější tzv. termodynamická teplota, kterou značíme T . To proto, že termodynamická teplota je základní fyzikální veličina, která v zásadě přímo odpovídá střední kinetické energii pohybu částic v látce. Měří se v kelvinech (K) a její stupnice začíná na absolutní nule (0 K), což je teoretický stav s nejnižší možnou vnitřní energií látky. Nemůže tak nabývat záporných hodnot; 0 K je absolutní minimum. V termodynamice (v níž se pohybujeme) se snažíme využívat tuto teplotu. V praxi, zejména v Evropě, se ale asi častěji využívá tzv. Celsiova stupnice. Celsiova stupnice je historicky i prakticky svázána s termodynamickou stupnicí. Obě stupnice mají stejnou velikost dílku (změna teploty o 1 K odpovídá změně o 1 °C, tedy $\Delta T = \Delta t$), ale liší se počátkem stupnice. Zatímco Celsiova stupnice má svou nulu postavenou na bodu tání ledu za normálního tlaku, termodynamická stupnice začíná na již zmíněné absolutní nule. V tomto ohledu lze jednotlivé teploty na sebe převést dle následujícího vztahu:

$$T = t + 273,15$$

$$t = T - 273,15$$

$$\Delta T = \Delta t$$

kde T je termodynamická teplota v kelvinech a t je teplota ve stupních Celsia.

POMŮCKY

- | | |
|--|--|
| • teploměr nebo teplotní čidlo | • kádinka 100 ml |
| • odměrný válec 50 ml (2×) | • kádinka 150 ml (2×) |
| • vata | • kádinka 400 ml |
| • vaříč/topná destička/kahan s trojnožkou a sítkou | • „víčko“ na kalorimetr (destička z polystyrenu, která překryje větší kádinku) |

CHEMIKÁLIE

- kyselina chlorovodíková HCl, 1 mol dm⁻³ roztok
- hydroxid sodný NaOH, 1 mol dm⁻³ roztok

Chemikálie	H-věty
kyselina chlorovodíková, 1M roztok	H290 Může být korozivní pro kovy.
	H314 Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí.
	H318 Způsobuje vážné poškození očí.
hydroxid sodný, 1M roztok	H290 Může být korozivní pro kovy.
	H314 Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí.

PRACOVNÍ POSTUP

Stanovení tepelné kapacity kalorimetru

- Sestavte si improvizovaný kalorimetr tak, že vložíte menší kádinku (100 ml) do větší (400 ml). Pro lepší výsledky vycpěte prostor mezi kádinkami vatou tak, aby se vám kádinky nedotýkaly „sklo na sklo“. Do polystyrenového víčka udělejte otvor právě tak na teploměr. Pro tento kalorimetr teď stanovíte jeho tepelnou kapacitu.
- Odlijte si 50,0 ml vody o teplotě místnosti.
- Zahřejte na vařiči/kahanu/magnetické míchačce přesně 50,0 ml vody na cca 60 °C.
- Nalijte 50,0 ml vody o teplotě místnosti do vašeho kalorimetru. Nechte ustálit teplotu vody i kalorimetru (cca 5 minut). Pokud se teplota již prakticky nemění, změřte tuto teplotu a poznamenejte si ji.
- Změřte přesnou teplotu vody v kádince zahřáté na cca 60 °C, tuto teplotu si rovněž pečlivě poznamenejte.
- Bezprostředně po změření teploty nalijte teplou vodu do kalorimetru, tím dojde ke smíchání obou vod. Teplotu po ustálení si opět poznamenejte.
- Vypočítejte tepelnou kapacitu kalorimetru z tzv. kalorimetrické rovnice, která je založená na energetické bilanci děje výměny tepla mezi teplou vodou, studenou vodou a kalorimetrem:

$$Q_{\text{teplá voda}} = Q_{\text{studená voda}} + Q_{\text{kalorimetr}}$$

Po dosazení z rovnice v úvodu: $m_1 c_p (T_1 - T) = m_2 c_p (T - T_2) + C_k (T - T_2)$, kde:

m_1 – hmotnost teplé vody,

m_2 – hmotnost studené vody o pokojové teplotě,

c_p – měrná tepelná kapacita vody, $c_p = 4180 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

T_1 – počáteční teplota teplé vody,

T_2 – počáteční teplota studené vody (a kalorimetru) o pokojové teplotě,

T – výsledná rovnovážná teplota,

C_k – tepelná kapacita kalorimetru (J K^{-1})

- Měření proveďte třikrát, pro další výpočty využijte aritmetický průměr naměřených hodnot. Zjevně odlehlé hodnoty ale vylučte z měření.

Stanovení neutralizačního tepla při reakci kyseliny chlorovodíkové s hydroxidem sodným

- Odměřte 50,0 ml kyseliny chlorovodíkové a nalijte ji do kalorimetru.
- Do vnitřní kádinky ponořte teploměr a chvíli vyčkejte, než se teplota ustálí. Teplotu si zaznamenejte.
- Do válce (suchého nebo vypláchnutého vodou) odměřte 50,0 ml roztoku hydroxidu sodného.
- Změřte teplotu roztoku hydroxidu sodného ve válci – ta by měla být prakticky shodná (je-li roztok správně vytemperován) jako teplota roztoku kyseliny chlorovodíkové. Pokud se teplota roztoků liší o více než 0,3 K, měli byste oba roztoky nechat dále vytemperovat. Pokud spěcháte, jako výslednou počáteční teplotu reakční

směsi využijte aritmetický průměr obou teplot roztoku kyseliny chlorovodíkové a roztoku hydroxidu sodného, ale počítejte, že se můžete dopustit větší chyby při měření.

- Nalijte roztok hydroxidu sodného do kalorimetru k roztoku kyseliny chlorovodíkové. Ihned kalorimetr zakryjte víčkem s vloženým teploměrem a změřte nejvyšší teplotu, kterou reakční směs bude mít po proběhnutí reakce. Tuto teplotu si opět poznamenejte.
- Měření proveďte třikrát.
- Vypočítejte reakční teplo neutralizační reakce. Opět můžete využít kalorimetrické rovnice, nezapomeňte, že teplo uvolněné reakcí přijme médium (voda) a dále kalorimetr. Výsledek uveďte v kJ mol^{-1} . Výpočet a postup výpočtu uveďte do pracovního listu do příslušné části.

VYHODNOCENÍ A OTÁZKY

(vypracujte do pracovního listu k příslušné části)

- 1) **Zaznamenejte hodnoty jednotlivých teplot a následně vypočítejte hodnotu tepelné kapacity kalorimetru. Předpokládejte, že hustota vody je 1 g cm^{-3} .**
- 2) **Zaznamenejte hodnoty teplot obou roztoků a výslednou nejvyšší teplotu po reakci. Poté vypočítejte hodnotu neutralizačního tepla pro reakci HCl s NaOH v jednotkách kJ mol^{-1} . Uvažujte, že teplo produkované neutralizační reakcí je přijímáno pouze kalorimetrem a vodou z obou roztoků.**
- 3) **Bylo by možné pomocí neutralizačních reakcí vytápět místnosti? Uvolní se při neutralizaci dostatečné množství tepla, obdobně jako např. při spalování hnědého uhlí?**

PRACOVNÍ LIST

Úloha 1 Ověření koncentrace roztoku hydroxidu sodného

7 bodů

1) Sestavte rovnici reakce kyseliny šťavelové s hydroxidem sodným.

Rovnice:

body:

2) Vypočítejte množství $0,5 \text{ mol dm}^{-3}$ roztoku kyseliny šťavelové, které je třeba odpipetovat k titraci roztoku NaOH, tak, aby spotřeba odměrného roztoku hydroxidu sodného o koncentraci 1 mol dm^{-3} činila přibližně 20 ml.

Výpočty:

 $V(\text{kyselina}) =$

body:

3) Uveďte spotřeby odměrného roztoku hydroxidu sodného a rovněž stanovte přijatou spotřebu.

Spotřeby:

$V_1(\text{NaOH}) / \text{ml}$	$V_2(\text{NaOH}) / \text{ml}$	$V_3(\text{NaOH}) / \text{ml}$	$(V_4(\text{NaOH}) / \text{ml})$	$V_{\text{přijata}}(\text{NaOH}) / \text{ml}$

body:

- 4) Vypočítejte skutečnou koncentraci roztoku hydroxidu sodného, který vám poskytl učitel, ze spotřeby odměrného činidla, kterou jste získali během titrace.

Výpočty:

$c(\text{NaOH}) =$

body:

PRACOVNÍ LIST

Úloha 2 Stanovení neutralizačního tepla

13 bodů

- 1) Zaznamenejte hodnoty jednotlivých teplot a následně vypočítejte hodnotu tepelné kapacity kalorimetru. Předpokládejte, že hustota vody je 1 g cm^{-3} .

Stanovení:

	1. stanovení	2. stanovení	3. stanovení
T_2 / K			
T_1 / K			
T / K			

Výpočty:

 $C_k(\text{průměr}) =$

body:

- 2) Zaznamenejte hodnoty teplot obou roztoků a výslednou nejvyšší teplotu po reakci. Poté vypočítejte hodnotu neutralizačního tepla pro reakci HCl s NaOH v jednotkách kJ mol^{-1} . Uvažujte, že teplo produkované neutralizační reakcí je přijímáno pouze kalorimetrem a vodou z obou roztoků.

Stanovení:

	1. stanovení	2. stanovení	3. stanovení
$T_{\text{HCl}} / \text{K}$			
$T_{\text{NaOH}} / \text{K}$			
$T_{\text{max, po reakci}} / \text{K}$			
$\Delta T / \text{K}$			

 $\Delta T(\text{průměr}) =$

Výpočty:

 $Q(\text{neutralizace}) =$

body:

- 3) Bylo by možné pomocí neutralizačních reakcí vytápět místnosti? Uvolní se při neutralizaci dostatečné množství tepla, obdobně jako např. při spalování hnědého uhlí?

Odpověď:

body: