



61. ročník

2024/2025

ŠKOLNÍ KOLO

Kategorie C

Praktická část – Zadání

20 bodů



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 1,00794 H 2,20 Vodík																	2 4,0026 He Helium
2 6,941 Li 0,97 Lithium	4 9,0122 Be 1,50 Beryllium											5 10,811 B 2,00 Bor	6 12,011 C 2,50 Uhlík	7 14,007 N 3,10 Dusík	8 15,999 O 3,50 Kyslík	9 18,998 F 4,10 Fluor	10 20,179 Ne Neon
3 22,990 Na 1,00 Sodík	12 24,305 Mg 1,20 Hořčík											13 26,982 Al 1,50 Hliník	14 28,085 Si 1,70 Křemík	15 30,974 P 2,10 Fosfor	16 32,06 S 2,40 Síra	17 35,453 Cl 2,80 Chlor	18 39,948 Ar Argon
4 39,098 K 0,91 Draslík	20 40,078 Ca 1,00 Vápník	21 44,956 Sc 1,30 Skandium	22 47,867 Ti 1,30 Titan	23 50,942 V 1,50 Vanad	24 51,996 Cr 1,60 Chrom	25 54,938 Mn 1,60 Mangan	26 55,845 Fe 1,60 Železo	27 58,933 Co 1,70 Kobalt	28 58,693 Ni 1,70 Nikl	29 63,546 Cu 1,70 Měď	30 65,38 Zn 1,70 Zinek	31 69,723 Ga 1,80 Galium	32 72,61 Ge 2,00 Germanium	33 74,922 As 2,20 Arzen	34 78,971 Se 2,50 Selen	35 79,904 Br 2,70 Brom	36 83,798 Kr Krypton
5 85,468 Rb 0,89 Rubidium	38 87,62 Sr 0,99 Stroncium	39 88,906 Y 1,10 Yttrium	40 91,224 Zr 1,20 Zirkonium	41 92,906 Nb 1,20 Niob	42 95,95 Mo 1,30 Molybden	43 ~98 Tc 1,40 Technecium	44 101,07 Ru 1,40 Ruthenium	45 102,91 Rh 1,40 Rhodium	46 106,42 Pd 1,30 Palladium	47 107,87 Ag 1,40 Stříbro	48 112,41 Cd 1,50 Kadmium	49 114,82 In 1,50 Indium	50 118,71 Sn 1,70 Cín	51 121,75 Sb 1,80 Antimon	52 127,60 Te 2,00 Tellur	53 126,90 I 2,20 Jod	54 131,29 Xe Xenon
6 132,91 Cs 0,86 Cesium	56 137,33 Ba 0,97 Baryum		72 178,49 Hf 1,20 Hafnium	73 180,95 Ta 1,30 Tantal	74 183,84 W 1,30 Wolfram	75 186,21 Re 1,50 Rhenium	76 190,23 Os 1,50 Osmium	77 192,22 Ir 1,50 Iridium	78 195,08 Pt 1,40 Platina	79 196,97 Au 1,40 Zlato	80 200,59 Hg 1,40 Rtuť	81 204,38 Tl 1,40 Thallium	82 207,20 Pb 1,50 Olovo	83 208,98 Bi 1,70 Bismut	84 ~209 Po 1,80 Polonium	85 ~210 At 1,90 Astat	86 ~222 Rn Radon
7 ~223 Fr 0,86 Francium	88 226,03 Ra 0,97 Radium		104 261,11 Rf Rutherfordium	105 262,11 Db Dubnium	106 263,12 Sg Seaborgium	107 262,12 Bh Bohrium	108 270 Hs Hassium	109 268 Mt Meitnerium	110 281 Ds Darmstadtium	111 280 Rg Roentgenium	112 277 Cn Kopernicium	113 ~287 Nh Nihonium	114 289 Fl Flerovium	115 ~288 Mc Moskovium	116 ~289 Lv Livermorium	117 ~291 Ts Tennessin	118 293 Og Oganesson

6 LANTHANOIDY

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



PRAKTICKÁ ČÁST

20 BODŮ

Autoři

RNDr. Valerie Richterová, Ph.D.

Gymnázium Tišnov, p. o.

Ústav chemie, Přírodovědecká fakulta, Masarykova Univerzita, Brno

Mgr. Zdeňka Doubková

Gymnázium Tišnov, p. o.

Odborná recenze

RNDr. Erik Kalla

Střední průmyslová škola chemická a gymnázium Brno, p. o., Vranovská

Ústav chemie, Přírodovědecká fakulta, Masarykova Univerzita, Brno

Pedagogická recenze

RNDr. Václav Kubát, Ph.D.

Gymnázium Tišnov, p. o.

Ústav chemie, Přírodovědecká fakulta, Masarykova Univerzita, Brno

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

Erik Kalla, kalla@spschbr.cz

Milé soutěžící, milí soutěžící,

praktickou částí 61. ročníku ChO vás bude provázet zvědavá dvojka Pěťa a Nikol. Společně se vrhnete do zkoumání látek, které můžete najít v domácnosti.

Co by bylo dobré znát, aby vaše společné bádání byla naprostá pohodička?

- Sestavit a správně použít aparaturu pro filtraci za atmosférického tlaku.
- Sestavit a bezpečně použít aparaturu pro zahřívání.
- Sestavit a správně použít aparaturu pro titraci.
- Mít základní znalosti o pH, titrační křivce, acidobazických indikátorech.
- Ovládat základní výpočty koncentrací roztoků, ředění roztoků, výpočty z rovnic.

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, 2012. Zejména kapitoly týkající se základní laboratorní techniky. Dostupné online:

https://is.muni.cz/el/sci/jaro2012/C1100k/um/Laboratorni_technika-ucebni_text.pdf

3) Další internetové zdroje:

<https://edu.uhk.cz/titrace/laborator.html>

**Úloha 1 Sladká i kyselá Coca-Cola®****20 bodů**

„Hele, Péťo, dneska v chemii se snažila Ryzí, aby si spolužáci něco zapamatovali o kyselině fosforečné, tak pořád opakovala, že je v Coca-Cole®. Co takhle si to ověřit?“

„Super nápad! Domluvíme to s ní, jestli by s námi po vyučování nezůstala chvíli ve škole, abychom zjistili, jestli to tak je a kolik té fosforečné kola vlastně obsahuje,“ odvětlí Péťa.

„Ty, Nikol, ale jak se zbavíme barvy a bublinek?“

„Zaštěrcháme a použijeme nějaký adsorbent – třeba tablety na průjem, ☺“ nenechá se zaskočit Nikol.

Pomůcky

- lihový fix
- stříčka s destilovanou vodou
- stojan laboratorní (2×)
- křížová svorka
- držák
- odměrný válec 10 ml
- odměrný válec 25 ml
- kádinka 400 ml
- kádinka 250 ml (2×)
- kádinka 150 ml
- filtrační kruh
- nálevka hladká filtrační
- filtrační papír
- nůžky
- třecí miska s tloučkem
- lžička
- titrační baňka (3×)
- byreta 25 ml
- pipeta nedělená 25 ml
- pipetovací balónek nebo nástavec
- malá nálevka na doplnění byrety
- skleněná tyčinka
- univerzální indikátorový papírek
- kahan a zápalky
- žíhací kruh
- síťka s keramickým středem
- zkumavka (5×)
- pinzeta
- bílá podložka

Chemikálie

- tablety Carbo Medicinalis®
- Fehlingovo činidlo I
- Fehlingovo činidlo II
- indikátor fenolftalein (1,0% roztok v ethanolu)
- glukóza, pevná
- hydroxid sodný NaOH, přibližně 0,05M odměrný roztok
- Coca-Cola® v lahvi (bez etikety)
- destilovaná voda

Úkoly

- 1) Připravte vzorek Coca-Coly®.
- 2) Proveďte důkazové reakce se vzorkem Coca-Coly®.
- 3) Stanovte obsah kyseliny fosforečné ve vzorku Coca-Coly®.
- 4) Odpovězte na otázky v pracovním listu.



Pracovní postup

Příprava vzorku Coca-Coly®

Nápoj Coca-Cola® je barven karamellem, který znesnadňuje sledovat vizuální změny při chemických experimentech. Než začneme kolu zkoumat, je třeba snížit intenzitu zbarvení. Neočekávejte ale čirý roztok. 😊

- 1) Do kádinky o objemu 250 ml si odlijte přibližně 120 ml Coca-Coly® a směs zamíchejte tyčinkou, aby došlo k co největšímu uvolnění oxidu uhličitého.
- 2) Ve třetí misce rozdrťte postupně 10 - 12 tablet Carbo Medicinalis® a nasype prášek do kádinky s Coca-Colou®. *Pozn. Není třeba třit na jemný prach, ucpává pak filtr. Rozdrtit a ponechat i kousky cca 1 mm³.*
- 3) Směs občas promíchejte (po dobu cca 5 minut).
- 4) Přefiltrujte suspenzi Coca-Coly® a adsorbentu.
- 5) Proveďte kontrolu intenzity zbarvení původního roztoku Coca-Coly® a filtrátu. Odlijte cca 2 ml roztoků do dvou zkumavek a zbarvení pozorujte vůči bílému pozadí.
- 6) Pokud nedošlo ke snížení koncentrace barviva, opakujte postup, případně použijte jiný typ tablet. Jako výchozí roztok pro další úkoly je vhodné použít filtrát z bodu 6.

Sladká Coca-Cola®

Coca-Cola® je poměrně dost sladký nápoj, který je v ČR slazen glukózo-fruktózovým sirupem. Existují však i „dietní“ varianty Coca-Cola Light® a Coca-Cola Zero®, které jsou slazené umělými sladidly. Organizátor školního kola ChO vám připravil kolu bez etikety. Na základě experimentu ověřte, zda vaše kola obsahovala cukr (glukózo-fruktózový sirup) či nikoliv.

Experiment provedte se slepým vzorkem – destilovanou vodou (1), roztokem glukózy (2) a teprve následně se vzorkem koly (3) – využijte filtrát.

- 1) Sestavte aparaturu na zahřívání. Do kádinky o objemu 400 ml nalijte přibližně 250 ml vody a zahřejte vodu k varu.
- 2) Zkumavky označte čísly 1 – 3.
- 3) Vzorek do zkumavky číslo 2 připravte v kádince o objemu 150 ml. Do kádinky nalijte přibližně 50 ml vody a malou lžičku glukózy. Směs promíchejte tak, aby vznikl roztok.
- 4) Do zkumavek 1 – 3 nalijte 3 ml Fehlingova činidla I, 3 ml Fehlingova činidla II a obsah ve zkumavce protřepejte.
- 5) Do každé ze zkumavek přidejte vzorek o objemu 5 ml – destilovanou vodu (1), sladký roztok (2), kolu (3). Opět obsah zkumavek co nejlépe homogenizujte a zkumavky vložte do horké vody ve velké kádince.
- 6) Pozorujte a nejpozději do 5-ti minut запиšte výsledky do pracovního listu.

Kyselá Coca-Cola

Obsah kyseliny fosforečné v Coca-Cole® stanovte alkalimetrickou titrací na fenolftalein, kdy v bodě ekvivalence vzniká hydrogenfosforečnan sodný. Přesnou koncentraci odměrného roztoku hydroxidu sodného vám sdělí organizátor školního kola. Jako vzorek kyseliny fosforečné používejte filtrát koly zbavený části barviva.

- 1) Sestavte aparaturu na titraci.
- 2) Byretu naplňte odměrným roztokem hydroxidu sodného a nastavte objem na nulu.
- 3) Do titrační baňky odpipetujte přesně 25 ml přefiltrovaného vzorku Coca-Coly®, přidejte přibližně 25 ml destilované vody a 3 kapky roztoku fenolftaleinu.



- 4) Vzorek titrujte odměrným roztokem hydroxidu sodného do prvního růžového zbarvení. V tomto okamžiku zapište spotřebu a pomocí tyčinky a univerzálního indikátorového papírku určete pH roztoku v bodu ekvivalence.

- 5) Titraci proveďte nejméně třikrát.

Poznámka: Delším stáním ztitrovaných roztoků může dojít k odbarvení směsi. V titraci však již nepokračujte!



Obrázek 1 Zbarvení Coca-Coly před bodem (vlevo) a v bodu (vpravo) ekvivalence.

Vyhodnocení a otázky (vypracujte do pracovního listu)

- 1) Do pracovního listu uveďte zbarvení směsi ve zkumavkách 1 – 3. Na základě experimentu rozhodněte, zda vzorek vaší koly obsahoval cukr, či ne.
- 2) Zapište přesnou koncentraci odměrného roztoku hydroxidu sodného.
- 3) Do tabulky v pracovním listu uveďte jednotlivé spotřeby odměrného roztoku hydroxidu sodného a zapište přijatou hodnotu spotřeby.
- 4) Zapište hodnotu pH roztoku v bodu ekvivalence.
- 5) Zapište rovnici reakce kyseliny fosforečné s hydroxidem sodným v bodu ekvivalence.
- 6) Vypočtete obsah H_3PO_4 v Coca-Cole® v jednotkách mol dm^{-3} a mg dm^{-3} .

**PRACOVNÍ LIST****20 BODŮ****Úloha 1 Sladká i kyselá Coca-Cola®****20 bodů***Sladká Coca-Cola®*

- 1) Uveďte zbarvení směsi ve zkumavkách 1 – 3 po zahřátí. Na základě experimentu rozhodněte, zda vzorek vaší koly obsahoval cukr, či ne.

Výsledky reakcí:

Vzorek	1 destilovaná voda	2 roztok glukózy	3 vzorek Coca-Coly
Zbarvení			

Vzorek Coca-Coly® **OBSAHOVAL/NEOBSAHOVAL** cukr (glukózu).**body:***Kyselá Coca-Cola®*

- 2) Zapište přesnou koncentraci odměrného roztoku hydroxidu sodného.

Přesná koncentrace hydroxidu sodného:mol dm⁻³

- 3) Do tabulky uveďte jednotlivé spotřeby odměrného roztoku hydroxidu sodného a zapište přijatou hodnotu spotřeby.

Spotřeby odměrného roztoku hydroxidu sodného:

$V_{\text{Předběžné stanovení}} / \text{ml}$	$V_1 (\text{NaOH}) / \text{ml}$	$V_2 (\text{NaOH}) / \text{ml}$	$V_3 (\text{NaOH}) / \text{ml}$	$V_{\text{přijátá}} (\text{NaOH}) / \text{ml}$

body:

- 4) Zapište hodnotu pH roztoku v bodu ekvivalence.

Odpověď:

body:



5) Zapište vyčíslenou rovnici reakce kyseliny fosforečné s hydroxidem sodným v bodu ekvivalence.

Rovnice:

body:

6) Vypočtěte obsah H_3PO_4 v Coca-Cole® v jednotkách mol dm^{-3} a mg dm^{-3} .

Výpočet:

$c_{\text{H}_3\text{PO}_4} =$ mol dm^{-3}

$c_{\text{H}_3\text{PO}_4} =$ mg dm^{-3}

body: