



58. ročník

2021/2022

KRAJSKÉ KOLO

Kategorie B

Praktická část – Zadání

40 bodů



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**40 BODŮ****Úloha 1 Stanovení obsahu stříbra pomocí srážecí titrace****40 bodů*****Vražda klenotníka Beketova***

Horkou zprávou dnešního dne je, že byl zavražděn známý klenotník Nikola Beketov. Hlavním podezřelým je jeho dodavatel drahých kovů – jistý Michael Kovář. Zejména stříbro dodával o 10 % levněji, i ostatní drahé kovy se zdají být pochybné kvality. Navíc, podezřelé množství peněz Michael Kovář utratil v herních automatech. Zdá se, že pan Kovář šidil kovy a do slitin přidával i kovy neušlechtilé a nevalné hodnoty. Chybí ale důkaz! Naštěstí se nám podařilo zachytit originálně zabalenou zásilku poslední dodávky drahých kovů od pana Kováře, kterou zavražděný klenotník Beketov neobdržel, protože poštovní doručovatel České pošty nechtěl šlapat schody do klenotníkovy ateliéru v 7. patře, a přestože byl klenotník (ještě živý) přítomen na adrese uvedené na zásilce, tak zásilku uložil jako nedoručenou z důvodu nepřítomnosti adresáta na poště. Ve vzorku stříbra je tedy nutné stanovit obsah stříbra a ověřit, zda dodaný kov je opravdu čistým stříbrem s obsahem minimálně 99 % stříbra. Protože soudce odmítl uvalit na dodavatele drahých kovů Michaela Kováře vazbu pro nedostatek důkazů a hrozí jeho útěk za hranice, neboť on tuší, že se smyčka kolem něj již utahuje, je nutné realizovat analýzu rychle, optimálně přímo na místě, v Beketovově ateliéru, kam pošta zásilku nakonec („s křížkem po funuse“) doručila. Michael Kovář totiž čeká na ruzyňském letišti na let EK0140 do Dubaje, který odlétá v 15:30, tedy právě za 2 hodiny. Klasická analýza v laboratoři tak není možná. K dispozici tím pádem není běžné vybavení analytické laboratoře, ale jen to, co je dostupné v ateliéru – injekční stříkačky inzulínky (pan Beketov trpěl cukrovkou a aplikoval si inzulín; častým používáním se ale bohužel otřela většina rysek definujících objem stříkačky, a s jistotou lze odměřit pouze celkový objem 1,0 ml), kyselina dusičná (pro ověřování pravosti zlatých předmětů), několik sklenic a kuchyňská sůl (pro solení oběda či večeře – Beketov zůstal v ateliéru do pozdních hodin, a protože trpěl též vysokým krevním tlakem, tak měl sůl v hygienickém balení po 1,00 g, aby měl její dávkování pod kontrolou). A kupodivu fluorescein (důvod přítomnosti této chemikálie v ateliéru se nepodařilo zjistit). Beketov měl taktéž zásobu pitné kojenecké vody v půllitrových láhvích, protože v jeho ateliéru byla tekoucí voda kontaminována ionty železa ze zrezavělých trubek a byla tudíž dost nechutná. Zdá se, že stanovení obsahu stříbra ve vzorku nic nebrání. Vzhledem k použitému nestandardnímu vybavení lze však očekávat poněkud nižší přesnost, než 10 %.

Nejprve připravíme roztok NaCl o známé koncentraci rozpuštěním zvoleného počtu sáčků se solí v láhvi kojenecké vody (objemovou změnu při rozpouštění NaCl lze zanedbat). Definované množství připraveného roztoku NaCl odměřené pomocí inzulínky (1,00 ml) pak ztitrujeme pomocí druhé inzulínky po kapkách roztokem vzorku (AgNO_3). Objem jedné kapky zjistíme vykapáním celého objemu inzulínky (1,00 ml) a spočtením kapek. Titraci provedeme na fluorescein (tato titrace na uvedený indikátor se nazývá dle Fajanse). Když je v roztoku přítomen nadbytek chloridových aniontů, adsorbují se na sraženinu, čímž od ní odpuzují anion fluoresceinu. Po dosažení bodu ekvivalence se ale na sraženinu chloridu stříbrného začnou adsorbovat také ionty stříbra, které díky svému kladnému náboji umožní aniontu fluoresceinu se elektrostaticky navázat na sraženinu. Díky tomu fluorescein přestane fluoreskovat a směs v titrační baňce změní barvu ze svítivě fluorescenčně zelené na pleťovou (hnědorůžovou/růžovou).

Příprava vzorku (titračního činidla) byla realizována následovně: slitek stříbrolesklého kovu o deklarované hmotnosti 5,000 g byl rozpuštěn v koncentrované kyselině dusičné. Vzniklý roztok byl kvantitativně převeden do prázdné láhve od kojenecké vody a doplněn na 500 ml (na láhvi byla předem vyznačena ryska v místě, kam dosahovala hladina originální náplně, než byla tato vylita).

Pomůcky:

- Injekční stříkačka inzulínka (o objemu 1 ml), 2 ks
- Kádinka o objemu 100 ml, 2 ks
- Stříčka s destilovanou vodou
- Kapátko nebo Pasteurova pipeta

Chemikálie:

- Pevný chlorid sodný (NaCl), hygienické balení v sáčcích po 1,00 g
- Destilovaná voda
- Roztok fluoresceinu (0,2%)
- Vzorek – roztok AgNO₃

Úkol: Stanovte obsah stříbra ve vzorku

Pracovní postup:

- 1) Vypočítejte koncentraci stříbra v roztoku vzorku za předpokladu, že rozpuštěný slitek byl čisté stříbro.
- 2) Vypočítejte vhodnou koncentraci roztoku NaCl, který budete titrovat. Pro titraci použijete 1,00 ml roztoku NaCl, a budete jej titrovat po kapkách přidávaným roztokem AgNO₃. Koncentraci roztoku NaCl zvolte tak, aby spotřeba roztoku AgNO₃ byla (za předpokladu jeho koncentrace vypočtené v bodě 1) zhruba 2 ml.
- 3) Vypočítejte hmotnost NaCl nutnou pro přípravu 500 ml roztoku o koncentraci vypočtené v bodě 2).
- 4) Rozpusťte vhodně zvolený počet jednogramových sáčků soli v 500 ml kojenecké vody tak, aby koncentrace NaCl byla co nejbližší hodnotě vypočtené v bodě 2). Vypočítejte skutečnou koncentraci připraveného roztoku NaCl.
- 5) Pomocí injekční stříkačky (inzulínky) odměřte 1,00 ml připraveného roztoku NaCl do 100ml kádinky, přidejte 30–40 ml destilované vody a 2 až 4 kapky roztoku fluoresceinu (ne více, přechod v bodě ekvivalence pak může být obtížně detekovatelný). Směs titrujte roztokem vzorku stříbra. Pro „titraci“ použijte druhou inzulínku. Titrační činidlo (roztok stříbra) přidávejte po kapkách až do změny zbarvení roztoku z fluorescenčně zelené (či žlutozelené) na nefluoreskující hnědorůžové/růžové zbarvení vznikající sraženiny (ke změně by mělo dojít po přidavku jediné poslední kapky). Nezapomeňte počítat přidané kapky. Titraci proveďte minimálně 3×, v případě odlehlého výsledku zopakujte vícekrát tak, abyste měli alespoň 3 podobné spotřeby. Vypočítejte průměrnou spotřebu.
- 6) Určete objem jedné kapky: do inzulínky nasajte 1,00 ml odměrného roztoku a celý objem vykapejte do kádinky a spočítejte kapky. Tento postup proveďte minimálně 3×, v případě odlehlého výsledku zopakujte vícekrát. Z objemu kapek zjištěného v jednotlivých stanoveních vypočítejte průměr. Zjištění počtu kapek z jedné naplněné injekce můžete provádět samozřejmě už během vlastní titrace.
- 7) Vypočítejte průměrný objem titračního činidla spotřebovaného při titracích v bodě 5).
- 8) Ze získaných spotřeb a údajů uvedených v zadání vypočítejte obsah stříbra v rozpuštěném slitku. Výsledek uveďte v hmotnostních procentech.
- 9) Zodpovězte doplňující otázky v Pracovním listě.



- 3) Vypočítejte hmotnost NaCl nutnou pro přípravu 500 ml roztoku o koncentraci vypočtené v bodě 2).

Výpočet:

Výsledek: g

body:

- 4) Rozpusťte vhodně zvolený počet jednogramových sáčků soli v 500 ml kojenecké vody tak, aby koncentrace NaCl byla co nejbližší hodnotě vypočtené v bodě 2). Vypočítejte skutečnou koncentraci připraveného roztoku NaCl.

Počet rozpuštěných sáčků NaCl: ks

Výpočet:

Skutečná koncentrace NaCl: mol · dm⁻³

body:

--

- 5) Pomocí injekční stříkačky (inzulínky) odměřte 1,00 ml připraveného roztoku NaCl do 100ml kádinky, přidejte 30–40 ml destilované vody a 2 až 4 kapky roztoku fluoresceinu (ne více, přechod v bodě ekvivalence pak může být obtížně detekovatelný). Směs titrujte roztokem vzorku stříbra. Pro „titraci“ použijte druhou inzulinu. Titrační činidlo (roztok stříbra) přidávejte po kapkách až do změny zbarvení roztoku z fluorescenčně zelené (či žlutozelené) na nefluoreskující hnědorůžové/růžové zbarvení vznikající sraženiny (ke změně by mělo dojít po přidavku jediné poslední kapky). Nezapomeňte počítat přidávané kapky. Titraci proveďte minimálně 3×, v případě odlehlého výsledku zopakujte vícekrát tak, abyste měli alespoň 3 podobné spotřeby. Vypočítejte průměrnou spotřebu.

	1. stanovení	2. stanovení	3. stanovení	Přijatá hodnota
Počet mililitrů + počet kapek				

body:

- 6) Určete objem jedné kapky: do inzulinu nasajte 1,00 ml odměrného roztoku a celý objem vykapejte do kádinky a spočítejte kapky. Tento postup proveďte minimálně 3×, v případě odlehlého výsledku zopakujte vícekrát. Z objemu kapek zjištěného v jednotlivých stanoveních vypočítejte průměr. Zjištění počtu kapek z jedné naplněné injekce můžete provádět samozřejmě už během vlastní titrace.

	1. stanovení	2. stanovení	3. stanovení	Přijatá hodnota
Počet kapek				
Objem jedné kapky [ml]				

body:

- 7) Vypočítejte průměrný objem titračního činidla spotřebovaného při titracích v bodě 5).

Výpočet: Výsledek: ml	<table border="1"> <tr> <td>body:</td> </tr> </table>	body:
body:		

- 8) Ze získaných spotřeb a údajů uvedených v zadání vypočítejte obsah stříbra v rozpuštěném slitku. Výsledek uveďte v hmotnostních procentech.

Výpočet:

Výsledek: %

body:

Doplňující otázky a úkoly:

- 9) Měla by letištní ostraha zadržet Michaela Kováře pro podezření z podvodu?

ANO NE (Nehodící se škrtněte.)

body:

- 10) Napište vyčíslenou rovnici rozpouštění stříbra v koncentrované kyselině dusičné.

Rovnice:

body:

- 11)** Proč jsme během titrace titrovali standardní roztok chloridu sodného dusičnanem stříbrným a nikoliv naopak, tedy vzorek Ag^+ odměrným roztokem činidla (NaCl)?

Zdůvodnění:

body:

- 12)** Pokud bychom v ateliéru klenotníka Beketova našli místo kuchyňské soli jodid draselný (Kalii iodidum nebo Kalium iodatum – používá se mj. v lékařství, např. pro prevenci zvětšení štítné žlázy a při nedostatku jódu), bylo by jej také možné k titraci použít? Proč?

ANO NE (Nehodící se škrtněte.)

Vysvětlení:

body: