



62. ročník

2025/2026

ŠKOLNÍ KOLO

Kategorie D

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 7,10 Lanthan	58 140,12 Ce 7,10 Cer	59 140,91 Pr 7,10 Praseodym	60 144,24 Nd 7,10 Neodym	61 ~145 Pm 7,10 Promethium	62 150,36 Sm 7,10 Samarium	63 151,96 Eu 7,10 Europium	64 157,25 Gd 7,10 Gadolinium	65 158,93 Tb 7,10 Terbium	66 162,50 Dy 7,10 Dysprosium	67 164,93 Ho 7,10 Holmium	68 167,26 Er 7,10 Erbium	69 168,93 Tm 7,10 Thulium	70 173,04 Yb 7,10 Ytterbium	71 174,97 Lu 7,10 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****Autor****Martin Hanák***Lékařská fakulta, Masarykova univerzita, Brno**Středoevropský technologický institut (CEITEC), Masarykova univerzita, Brno***doc. RNDr. Ing. Petr Distler, Ph.D. et Ph.D.***Katedra jaderné chemie, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT
Gymnázium ALTIS, Praha 10***Recenze****Mgr. Pavla Machová***Gymnázium Česká Lípa***Mgr. Leoš Sáblík***Sportovní gymnázium Ludvíka Daňka, Brno**Ústav chemie, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno*

Milí žáci a milé žákyně,

praktická část tohoto ročníku je velmi úzce spjatá s částí teoretickou, konkrétně si jejím řešením rozšíříte znalosti o chemických podmínkách meziplanetárního cestování. V jednotlivých kolech se zaměříme na přípravu plynů základních prvků (kyslík, vodík, dusík, síra a uhlík), jejich vlastností, důkazy a jednoduché stanovení využívající měření objemu plynu vznikajícího při chemickém procesu.

Autoři

Doporučená literatura (vždy se zaměřením na výše uvedené prvky a zejména jejich plyny):

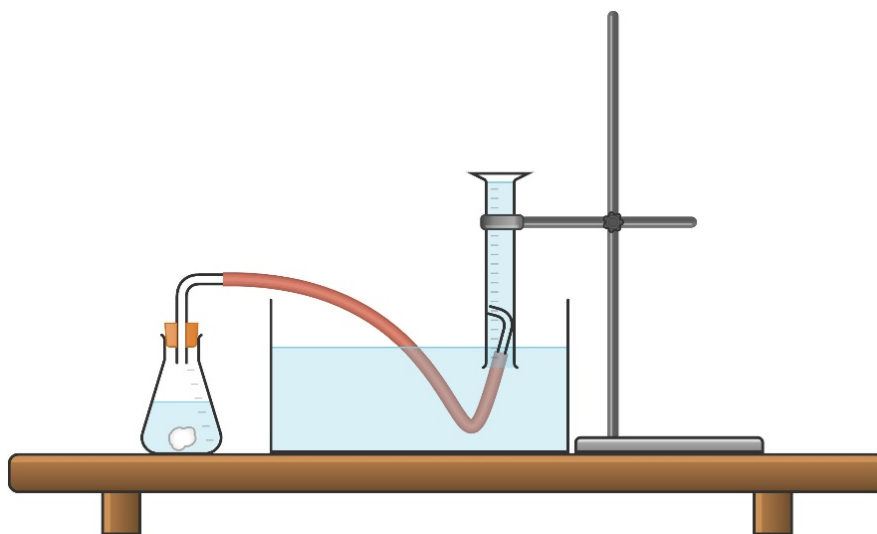
- 1) Anorganická chemie. E-Chembook.eu – Multimediální učebnice chemie pro gymnázia. Dostupné z: <http://www.e-chembook.eu/anorganicka-chemie>.
- 2) P. Beneš, V. Pumpr: Základy chemie 1, Fortuna 1993.
- 3) P. Beneš, V. Pumpr: Základy chemie 2, Fortuna 1993.
- 4) J. Mach, I. Plucková: Chemie 8 – Úvod do obecné a anorganické chemie, Nová škola 2017.
- 5) A. Mareček, J. Honza: Chemie pro čtyřletá gymnázia – 1. díl, Dataprint Brno 1998. str. 127-135, 139-142, 151-157, 166-170 a 179-194.
- 6) A. Mareček, J. Honza: Chemie pro čtyřletá gymnázia – 2. díl, Dataprint Brno 1996. str. 92-94, 99-100, 107-110 a 129-131.
- 7) Rovnice v anorganické chemii. Michael Canov. Dostupné z: <http://canov.jergym.cz/anorgrov/anorgani.htm>.
- 8) J. Škoda, P. Doulík: Chemie pro 8. roč. ZŠ a víceletá gymnázia, Fraus 2012.
- 9) Další důvěryhodné internetové zdroje.
- 10) U každé doporučené literatury je možné použít i novější verze učebnic.

**Úloha 1 Proč to vlastně šumí?****10 bodů**

Pro spoustu lidí to může být překvapivé, ale je poměrně mnoho věcí, které si člověk s sebou do vesmíru vzít nemůže. Jedná se například o klasickou zmrzlinu, koření jako jsou pepř a sůl nebo také sycené nápoje. Pokud se bez limonád neobejdete, pak pro vás vesmír pravděpodobně není nejvhodnějším místem. Ale co kdyby astronaut opravdu dostal na takovou sodovku v kosmu chuť? Díky mikrogravitaci (stav, kdy téměř nepůsobí zemská tíže) se rozpuštěný oxid uhličitý v těchto nápojích neodděluje a nestoupá nahoru jako tomu je na Zemi. Při konzumaci v minimální gravitaci může sycení v celém nápoji způsobit astronautům nepříjemné pocity a vyvolat příznaky podobné žaludečnímu refluxu (zpětný tok žaludečních šťáv do jícnu). Aha, takže problémem je přílišné nasycení nápoje plynem!

V případě, že dokážeme připravit nápoj se známým obsahem rozpuštěného oxidu uhličitého, který by byl nižší než 1 g/l tak bychom se mohli vyhnout zažívacím potížím a pochutnat si na syceném nápoji. Na takovou přípravu perlivého pití můžeme využít šumivých tablet. Ty obsahují hydrogenuhličitan sodný, který při přípravě nápoje reaguje s jednou z dalších složek, kyselinou citronovou. Jelikož ve vesmíru nám neuniká žádný oxid uhličitý z tekutiny, předpokládáme, že CO_2 vyvinutý z této reakce odpovídá jeho celkovému obsahu v nápoji.

Vaším úkolem bude ověřit, že naše tablety, které bychom si chtěli tajně vzít s sebou do vesmírné lodi, vyprodukují méně než 1 g CO_2 /l, pokud z nich připravíme půl litru našeho nápoje. Tabletka váží 1 g a reakci provádíme s kyselinou chlorovodíkovou proto, aby všechny hydrogenuhličitan sodný zreagoval.



Obr. 1: Schéma aparatury pro vývoj a jímání plynu.

Pomůcky

- kónická baňka 100 ml
- zátka s procházející trubičkou
- zaváděcí trubice
- pryžová hadička
- gumové rukavice
- skleněná/plastová vana
- odměrný válec 100 ml
- kádinka
- stojan
- křížová svorka
- držák na chladič velký
- ochranné brýle
- čtverec filtračního papíru 5×5 cm
- lžička (kopist)

**Chemikálie**

- prášek pro přípravu šumivého nápoje o hmotnosti 1,0 g (třikrát)
- roztok kyseliny chlorovodíkové ($w = 0,10$)

Postup práce (před provedením pokusu důkladně prostuduj zadání i pracovní list)

- 1) Sestav aparaturu pro vývoj a jímání plynů (podle obrázku). Vodou zcela zaplněný odměrný válec 100 ml je upevněn dnem vzhůru tak, že jeho ústí je pod hladinou vody ve skleněné vaně a zasahuje do něho konec zaváděcí trubice.
- 2) Šumivý prášek (přesně 1 g) přenes na čtverec filtračního papíru 5×5 cm a vše pečlivě sbal do kuličky.
- 3) Do kónické baňky nalij asi 50 ml roztoku kyseliny chlorovodíkové (objem měř přibližně pomocí kádinky 100 ml). Do baňky vhod kuličku s práškem a baňku ihned uzavři zátkou s trubičkou vedoucí do odměrného válce. Pozoruj průběh reakce a sleduj hladinu vody v odměrném válci.
- 4) Jestliže se již objem plynu ve válci nemění, odečti jeho hodnotu a zapiš ji do pracovního listu.
- 5) Postup ještě jednou opakuj tak, že k obsahu baňky z předchozího měření vždy přidáš další kuličku s práškem. V případě potřeby (pokud se první a druhé měření výrazně liší) můžeš pokus provést potřetí.

Otázky a úkoly (řešení a odpovědi zapiš do pracovního listu)

- 1) Zapiš rovnici reakce hydrogenuhličitanu sodného s kyselinou chlorovodíkovou.
- 2) Do tabulky vepiš hodnoty objemu uvolněného plynu a průměrnou hodnotu, se kterou provedeš výpočet.
- 3) Postupně vypočítej:
 - látkové množství uvolněného oxidu uhličitého $n(\text{CO}_2)$ (předpokládej, že v laboratorních podmínkách, kdy měření provádíš, zaujímá 1 mol plynu objem $V_M = 24,4 \text{ dm}^3$);
 - odpovídající látkové množství hydrogenuhličitanu sodného $n(\text{NaHCO}_3)$;
 - hmotnost hydrogenuhličitanu sodného $m(\text{NaHCO}_3)$ (molární hmotnost hydrogenuhličitanu sodného $M(\text{NaHCO}_3) = 84 \text{ g/mol}$);
 - hmotnostní zlomek hydrogenuhličitanu sodného $w(\text{NaHCO}_3)$ v daném vzorku.
- 4) Napiš, co bys mohl(a) pozorovat, kdyby byl oxid uhličitý jímán do roztoku hydroxidu vápenatého. Jak se nazývá látka, která by vznikala?
- 5) Zapiš rovnici reakce plynu s roztokem hydroxidu vápenatého.

**Úloha 2 Hon na dusík a síru (nejen) v kuchyni****10 bodů**

Cesta do vesmíru klade na lidské tělo extrémní nároky. Je tedy nezbytné zajistit i vhodnou výživu, aby lidské tělo správně fungovalo a mělo dostatek energie. Mnoho organických látek obsahuje ve své molekule N a S, např. aminokyseliny, proteiny, dusíkaté a siřné deriváty uhlovodíků. Spoustu těchto látek, které jsou často klíčové pro život, si člověk nedokáže sám nasyntetizovat. Je tedy potřeba, aby je získal prostřednictvím stravy.

Síra je důležitá pro lidské tělo při vzniku a opravách DNA, metabolizaci potravy a přispívá ke zdraví kůže, vlasů, nehtů a šlach. Je součástí spousty biochemických procesů, vitaminů a hormonů, a mnoho enzymů bez ní nemůže fungovat. Dusík je nezbytnou složkou mnoha biomolekul, zejména všech aminokyselin, které jsou základní stavební jednotkou proteinů. Ty jsou významné pro tvorbu, funkci a regulaci tělesných tkání a orgánů. Hrají klíčovou roli při stavbě svalů, imunitní funkci, aktivitě enzymů a buněčné signalizaci. Taktéž je dusík nedílnou částí nukleových kyselin, které jsou zodpovědné za uchovávání a přenos genetické informace a syntézu bílkovin.

Vaším úkolem bude zjistit, které z předložených vzorků obsahují dusík a síru, a budou tak vyhovovat při sestavování jídelníčku našich astronautů. Při zahřívání vzorku dochází k termickému rozkladu až mineralizaci látky. Pokud organická látka obsahuje dusík, vzniká amoniak, pokud síru, vzniká sulfan nebo sulfidy. Vznik obou látek můžeme dokázat – amoniak pomocí pH papírku, případně reakcí s HCl; sulfan reakcí s Ag^+ ionty.

Pomůcky

- 6 zkumavek a zátek
- stojan na zkumavky
- kahan
- zápalky
- stojan se 2 klemami na zkumavky
- pH papírky
- 6 proužků filtračního papíru (1×15 cm)
- Pasteurova pipeta (kapátko)
- stříčka s destilovanou vodou
- pinzeta
- ochranné brýle

Chemikálie

- 6 zkumavek se vzorkem: cukr, bílek, silikagel, zvířecí chlupy, močovina, želatina
- 10% kyselina chlorovodíková (15 cm³ ve zkumavce nebo malé kádince)
- 1% roztok stříbrné soli – dusičnan stříbrný (5 cm³ ve zkumavce nebo malé kádince)

**Pracovní postup**

- 1) Zkumavku s malým množstvím vzorku (asi o objemu 1 cm^3) uchyt ve stojanu.
- 2) Připrav si papírky k detekci amoniaku a sulfanu či sulfidů (ovlhči pH papírek vodou, filtrační papírky si nachystej ke kádince s Ag^+ ionty – roztokem dusičnanu stříbrného).
- 3) Vzorek ve zkumavce opatrně zahřívej nad kahanem tak dlouho, až se začne ve zkumavce tvořit dým a vzorek se začne termicky rozkládat.
- 4) Poté pomocí pinzety rychle přilož k ústí zkumavky pH papírek, následně opět pomocí pinzety přilož k ústí zkumavky filtrační papír s Ag^+ ionty (filtrační papír předem namoč do roztoku stříbrné soli).
- 5) Naber malé množství kyseliny chlorovodíkové do kapátka, vykafej kyselinu zpět do kádinky a kapátko s mokkými stěnami od kyseliny chlorovodíkové přilož k ústí zkumavky.
- 6) Sleduj probíhající děje a na základě změny zbarvení papírků i dalších jevů urči přítomnost N a S ve zkoumaném vzorku.

Pozn.: Po ukončení důkazu ihned zkumavku se vzorkem zazátkuj zátkou, aby dýmy z připáleného vzorku neznečišťovaly tolik ovzduší laboratoře.

Otázky a úkoly (vypracuj do pracovního listu)

- 1) **Přiřaď látky, se kterými budeš pracovat, k jejich vlastnostem a využití.**
- 2) **Vyplň tabulku dle provedených experimentů. Před vlastním experimentováním odhadni, ve kterých látkách se bude jaký prvek nacházet (u odhadů nejsou chybné odpovědi penalizovány).**
- 3) **Odpověz na otázku a doplň vyčíslené rovnice reakcí látek, které vznikly termickým rozkladem s použitými důkazovými činidly.**

**PRACOVNÍ LIST****20 BODŮ****Úloha 1 Proč to vlastně šumí?****10 bodů**

- 1) Zapiš rovnici reakce hydrogenuhličitanu sodného s kyselinou chlorovodíkovou.

Rovnice:	body:

- 2) Do tabulky vepiš hodnoty objemu uvolněného plynu a průměrnou hodnotu, se kterou provedeš výpočet.

Objem uvolněného plynu (v cm ³)	1. měření	2. měření	Průměr

body:

- 3) Postupně vypočítej:

- látkové množství uvolněného oxidu uhličitého $n(\text{CO}_2)$ (předpokládej, že v laboratorních podmínkách, kdy měření provádíš, zaujímá 1 mol plynu objem $V_M = 24,4 \text{ dm}^3$);
- odpovídající látkové množství hydrogenuhličitanu sodného $n(\text{NaHCO}_3)$;
- hmotnost hydrogenuhličitanu sodného $m(\text{NaHCO}_3)$ (molární hmotnost hydrogenuhličitanu sodného $M(\text{NaHCO}_3) = 84 \text{ g/mol}$);
- hmotnostní zlomek hydrogenuhličitanu sodného $w(\text{NaHCO}_3)$ v daném vzorku.

Výpočet látkového množství uvolněného oxidu uhličitého:

Výpočet látkového množství hydrogenuhličitanu sodného:

--

Výpočet hmotnosti hydrogenuhličitanu sodného:

Výpočet hmotnostního zlomku hydrogenuhličitanu sodného:

$w(\text{NaHCO}_3) =$

body:

- 4) Napiš, co bys mohl(a) pozorovat, kdyby byl oxid uhličitý jímán do roztoku hydroxidu vápenatého. Jak se nazývá látka, která by vznikala?

Odpověď:

Název látky:

body:

- 5) Zapiš rovnici reakce plynu s roztokem hydroxidu vápenatého.

Rovnice:

body:

Úloha 2 Hon na dusík a síru (nejen) v kuchyni**10 bodů**

1) Přiřaď látky, se kterými budeš pracovat, k jejich vlastnostem a využití.

Látka	Přiřaď správné písmeno (A-F)	Vlastnosti a využití	
cukr		A	látka tvořená aminokyselinami; vlivem tepla denaturuje
bílek		B	látka tvořena keratinem, což je pevná bílkovina podobná nehtům
silikagel		C	bílá krystalická látka, dobře se rozpouští ve vodě a vytváří ji rostliny
zvířecí chlupy		D	používá se jako hnojivo; vzniká v metabolismu savců
močovina		E	látka tvořená kolagenem, která má schopnost tuhnout a tvořit rosolovitou hmotu
želatina		F	porézní materiál, který výborně pohlcuje vlhkost
		body:	



- 2) Vyplň tabulku dle provedených experimentů. Před vlastním experimentováním odhadni, ve kterých látkách se bude jaký prvek nacházet (u odhadů nejsou chybné odpovědi penalizovány).

Vzorek	cukr	bílek	silikagel	zvířecí chlupy	močovina	želatina
Odhad dusík						
Odhad síra						
Barevná změna pH papírku						
Barevná změna papíru s Ag^+ ionty						
Pozorování děje při vložení pipety s HCl k ústí zkumavky						
Dusík ANO – NE						
Síra ANO – NE						
						body:

- 3) Odpověz na otázku a doplň vyčíslené rovnice reakcí látek, které vznikly termickým rozkladem.

Která látka způsobila změnu barvy pH papírku:

Vyčíslené rovnice reakcí látek, vzniklých termickým rozkladem:

a) AgNO_3 + $\rightarrow$ +

b) HCl + $\rightarrow$

body: