



62. ročník

2025/2026

ŠKOLNÍ KOLO

Kategorie D

Teoretická 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 1,20 Rutherfordium	105 262,11 Db 1,20 Dubnium	106 263,12 Sg 1,20 Seaborgium	107 262,12 Bh 1,20 Bohrium	108 270 Hs 1,20 Hassium	109 268 Mt 1,20 Meitnerium	110 281 Ds 1,20 Darmstadtium	111 280 Rg 1,20 Roentgenium	112 277 Cn 1,20 Kopernicium	113 ~287 Nh 1,20 Nihonium	114 289 Fl 1,20 Flerovium	115 ~288 Mc 1,20 Moskovium	116 ~289 Lv 1,20 Livermorium	117 ~291 Ts 1,20 Tennessin	118 293 Og 1,20 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 1,10 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
---	--	--	--	--	---	--	---	--	--	--	---	---	--	--

**TEORETICKÁ 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 řešitelé a milé řešitelky Chemické olympiády kategorie D,

v letošním ročníku na vás čekají úlohy převážně zaměřené na chemii základních prvků (kyslík, vodík, dusík, síra a uhlík) a zejména na jejich plyny. Bude to cesta dlouhá, při které se společně vydáme na misi z planety Země až do dalekých končin. Určitě bude plná nových poznatků a také (ne)předvídatelných nástrah. Budeme se během ní podrobněji věnovat způsobu přípravy jednotlivých plynů, jejich reaktivitě a využití, ale i fyzikálním a chemickým vlastnostem. Lidstvo už dávno překročilo hranice své planety. Postavilo rakety, vyslalo sondy a přemýšlí o tom, jak jednou osídlí i jinou planetu. Ale co když ten den právě nadešel? Pevně se připoutejte, velmi brzy totiž startujeme!

Pro úspěch v jednotlivých kolech budete potřebovat:

- 1) Přehled o základních vlastnostech, reakcích a využití **vodíku, uhlíku, dusíku, kyslíku a síry** a jejich sloučenin.
- 2) Z hlediska bezpečnosti (vyplývající z vlastností prvků a jejich sloučenin) je dobré si připomenout i výstražné symboly.
- 3) Vědět, v jakých významných anorganických a organických sloučeninách se tyto prvky vyskytují v našich tělech.
- 4) Na doplnění základní informace o plynech 18. skupiny.
- 5) Základní přehled o přírodních látkách zmíněných prvků, jejich složení a funkce v lidském organismu (vybraní zástupci sacharidů (zejména glukóza), aminokyselin a bílkovin, nukleových kyselin – nepůjdeme do hloubky, močovina).
- 6) Sestavit chemickou rovnici, vyčíslit ji a provést z ní výpočty (objemu nebo hmotnosti).
- 7) Určit sumární vzorec z procentuálního zastoupení jednotlivých prvků.
- 8) Znat směšovací rovnici a umět s ní počítat.



- 9) Z organické chemie umět sestavit vzorec n-tého alkanu (podle vzorce C_nH_{2n+2}), zvládnout nakreslit strukturu nejjednodušších plynných alkanů, znát jejich využití a seřadit prvky v sumárních vzorcích (hodí se při určování ze sumárního zastoupení).
- 10) Základní poznatky z termochemie a o skupenských změnách, umět vysvětlit, co je to dimer.

Doufáme, že vás řešení úloh bude bavit a naplňovat alespoň stejně tak, jako nás bavilo jejich vytváření. :-)

Mnoho úspěchů a zdarů při řešení úloh přeji

Autoři

Doporučená literatura (vždy se zaměřením na výše uvedené prvky, jejich sloučeniny a zejména plyny a základní chemické dovednosti)

- 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. Škoda, P. Doulík: Chemie pro 8. roč. ZŠ a víceletá gymnázia, Fraus 2012.
- 5) J. Mach, I. Plucková: Chemie 8 – Úvod do obecné a anorganické chemie, Nová škola 2017.
- 6) Khanova akademie, Wikipedie a další důvěryhodné internetové zdroje.

Učebnice pro střední školy (pokud budeš mít dost času a chuť rozšířit si znalosti)

- 7) 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.
- 8) A. Mareček, J. Honza: Chemie pro čtyřletá gymnázia – 2. díl, Dataprint Brno 1996. str. 92-94, 99-100, 107-110 a 129-131.
- 9) Rovnice v anorganické chemii. Michael Canov. Dostupné z: <http://canov.jergym.cz/anorgrov/anorgani.htm>.
- 10) Další důvěryhodné internetové zdroje.

U každé doporučené literatury je možné použít i novější verze učebnic.

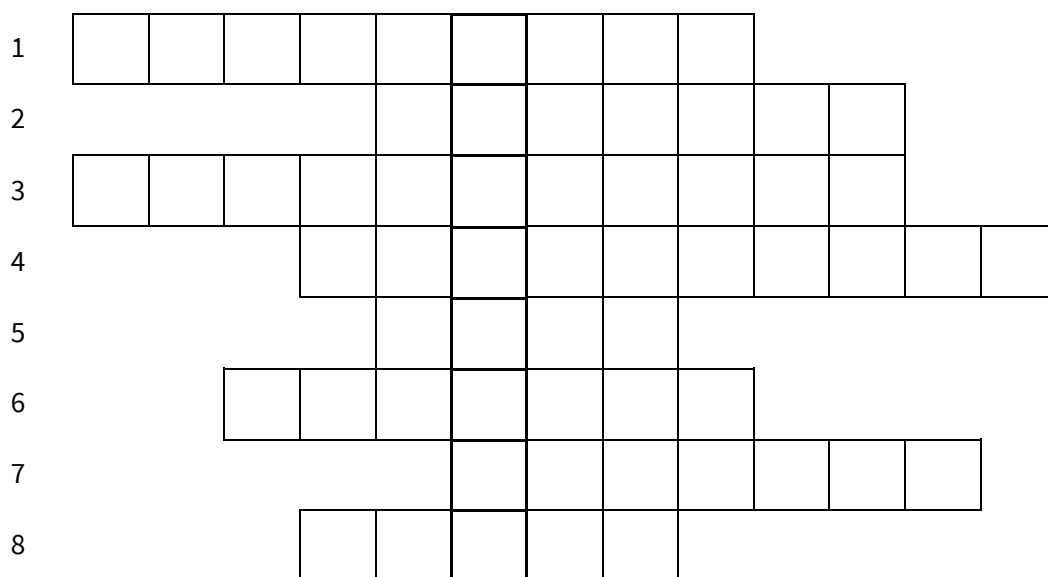

Úloha 1 Astronautův průvodce: Ve zdravém těle zdravý duch
3,00 body

Už je to nějaký ten pátek, co jste se rozhodli podat přihlášku do výcvikového programu pro budoucí vesmírnou misi *Aurora*. Netrpělivě jste čekali na výsledky a konečně jste byli společně s dalšími uchazeči pozváni na slavnostní vyhodnocení. „Vy, co tuto informaci právě slyšíte, jste byli vybráni jakožto astronauti chemického vzdělání pro analýzu prostředí a vývoj podmínek slučitelných s dlouhodobým pobytem na Marsu, gratulujeme!“ ozve se předseda výběrové komise na zasedání vědecké rady vesmírné agentury.

Samotný výcvik vesmírné posádky nespočívá pouze v tělesné zdatnosti, technických znalostech a přípravě na práci ve stavu beztláče či v prostředí s jiným gravitačním působením. Kromě adaptace na odlišné stravovací a hygienické návyky je zapotřebí, aby astronaut dokázal i kriticky přemýšlet a logicky uvažovat. Vesmírná agentura, která vás na tuto misi posílá, proto každý měsíc vydává časopis zvaný *Astronautův průvodce*, jenž má za cíl nejen informovat o samotné misi, ale také udržovat vaši mysl ve střehu. V každém čísle naleznete kromě praktických informací i jednu křížovku, která má za úkol prověřit, jak dobře umíte analyzovat a efektivně řešit problémy, ale také vám zpříjemnit vesmírný pobyt.

1) Vyplň všechna políčka v křížovce podle připravených otázek (CH je jedno písmeno).

1. Jaké rozpouštědlo složené z uhlíku, chloru a vodíku se často využívá v organické chemii a je známé pro své anestetické účinky?
2. Jaké látky pražíme za účelem získání, které se dají dále využít pro přípravu čistých kovů?
3. Jak se nazývá proces skupenské přeměny z plynu na pevnou látku?
4. Jaký typ článku se využívá pro tvorbu elektrického proudu za pomoci elektrochemických reakcí?
5. Který ze vzácných plynů 18. skupiny vykazuje červenou barvu v osvětlovacích trubiciích?
6. Jaký je cizí výraz pro nereaktivní plyn?
7. Co je potřebné dodat k rozštěpení chemické vazby?
8. Jak se nazývají částice s přebytkem nebo nedostatkem elektronů?



- 2) Vysvětli pojem z tajenky a napiš, jakou sportovní pomůcku ti připomíná.
- 3) Jaké má slovo z tajenky využití? Napiš alespoň jedno uplatnění.

**Úloha 2 Nikdo není dokonalý****3,50 bodu**

Ještě před tím, než jste odjeli do výcvikového střediska vesmírné agentury, vám rodiče upekli dort na oslavu vašeho kariérního úspěchu. Je to váš oblíbený dort a do něj je do kolečka zanořených 15 parafínových svíček.

- 1) Jaká skupina organických látek obvykle tvoří parafínové svíčky? Napiš jejich obecný sumární vzorec.**

Pomalu si musíte zvykat na prostředí s umělou atmosférou, kde bude třeba udržovat její konstantní složení. Zamyslete se, kolik takových svíček můžete spálit, aniž by došlo k poklesu hladiny kyslíku pod hodnotu 19,5 %. Tato hodnota je *Agenturou pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci* považována za minimální pro dlouhodobě správné fungování lidského těla. Musíte si nejdříve uvědomit bilanci mezi spotřebovávanou látkou hořící svíčky a vznikajícím plynem. Než se pustíte do řešení jednotlivých úkolů, přečtěte si zadání celé úlohy.

- 2) Napiš rovnici dokonalého spalování nejvíce zastoupené složky parafínu s 31 uhlíky a vyčíslí ji. Uveď poměr látkových množství mezi spotřebovávanou látkou hořící svíčky a vznikajícím oxidem uhličitým.**

Pro přepočty mezi objemem a látkovým množstvím je vhodné znát molární objem. Jedná se o objem, který zabírá právě jeden mol plynu.

- 3) Pro zjednodušení u následujícího příkladu předpokládej, že svíčka je tvořena pouze svou nejzastoupenější složkou (s 31 uhlíky) a úbytek kyslíku je roven přírůstku vznikajícího oxidu uhličitýho (pro zjednodušení v domácím kole zanedbáme vodní páru, která také vzniká). Kolik celých svíček o hmotnosti 5 gramů je možné spálit, aby ještě nedošlo k poklesu procentuálního zastoupení kyslíku v atmosféře (v objemových procentech) z běžných hodnot pod kritickou hodnotu 19,5 % v kopuli o objemu 20 m³. Pro výpočet využij hodnotu molárního objemu $V_M = 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$.**

Problém je, že se snižujícím se množstvím kyslíku v atmosféře nedochází pouze k dokonalému spalování, avšak také ke spalování nedokonalému.

- 4) Napiš a vyčíslí rovnici nedokonalého spalování nejvíce zastoupené složky parafínu s 31 uhlíky.**
5) Rozhodni na základě úvahy nad předchozí rovnicí, zdali by byl rozdíl v počtu možných spálených svíček, kdybychom uvažovali namísto dokonalého spalování pouze nedokonalé. Bylo by svíček více, méně či stejně za identických předpokladů jako při předchozím výpočtu?

Hoření svíčky může člověka zahřát, když je zima i když je teplo. Spálením jednoho molu parafínu vznikne 19,2 MJ tepla.

- 6) Vypočítej, kolik tepla vznikne spálením 36 svíček, pokud jedna má hmotnost 20 gramů. Využij vzorce $Q = n \cdot 19,2 \text{ MJ}$, kde n je látkové množství spáleného parafínu.**


Úloha 3 První setkání s palubním počítačem
3,50 bodu

Ve výcvikovém středisku vesmírné agentury najdete nejen tréninkové moduly a fyzické testy, ale i realistické simulátory, které astronautům umožňují nacvičit každý krok jejich mise. Jedním z nejdůležitějších je simulátor kosmické lodi – přesná replika skutečného raketoplánu, kde každé tlačítko, displej i výstražné hlášení fungují stejně jako ve vesmíru. Samotný palubní počítač v simulátoru neustále ukazuje nějaké hodnoty. Vaším úkolem bude prozkoumat a analyzovat data z palubního počítače uvedená v tabulce a odpovědět na otázky, které vám pomohou lépe se v nich vyznat. Díky nim můžete lépe porozumět práci s palubním počítačem a odhalit důležité souvislosti, které mohou ovlivnit úspěch celé mise.

Vlastnost	Uhlík	Kyslík	Dusík
Hustota [g/cm^3]	2,3	0,0014	0,0013
Teplota tání [$^{\circ}\text{C}$]	3642	-219	-210
Teplota varu [$^{\circ}\text{C}$]	4027	-183	-196
Výskyt v přírodě	Diamant, grafit, uhlí, ropa, biomasa	Atmosféra, voda, oxidy, kyslíkaté soli	Atmosféra, bílkoviny, dusičnany, aminokyseliny
Běžná oxidační čísla	-IV, 0, +II, +IV	-II, 0	-III, 0, +I, +II, +IV, +V
Příklad výskytu	CO_2 , CO, CH_4 , H_2CO_3 , C_2H_6	H_2O , O_2 , O_3 , H_2O_2 , HNO_3	NH_3 , N_2O_3 , NO_2 , N_2 , HNO_3
Praktické využití	Výroba oceli, paliva, plasty, fotosyntéza, filtry	Dýchání, spalování, dezinfekce	Výroba hnojiv a výbušnin, vypalování bradavic, potravinářství

- 1) Proč se hustota kyslíku a dusíku tak výrazně liší od hustoty uhlíku?
- 2) Jaké skupenství budou mít jednotlivé prvky při teplotě -200°C ?
- 3) V předposledním řádku máš v každém sloupci (pro uhlík, kyslík i dusík) „schovanou“ jednu molekulu, která v sobě nemá daný atom s typickým oxidačním číslem uvedeným o řádek výše. Najdi ji, napiš její název a uveď netypické oxidační číslo atomu.
- 4) Spočítej, kolik gramů bude vážit koule o poloměru 10 cm vyrobená z uhlíku.
- 5) Dopln, jaké je objemové zastoupení kyslíku, dusíku a oxidu uhličitého v atmosféře.
- 6) Jaký objem kyslíku (O_2) vdechne člověk do plic za den, pokud se průměrně nadechne 14krát za minutu a jeden nádech má objem 500 ml? Využij zastoupení kyslíku z minulé úlohy.
- 7) Dopln, které z uvedených látek v tabulce v kolonce „Příklad výskytu“ mají využití u uvedených dějů/činností.

U uhlíku: při fotosyntéze:

U kyslíku: ochrana před UV zářením:

U dusíku: vypalování bradavic:

**Úloha 4 Na rozezhřátí****4,50 bodu**

Pro ohřívání jídla v raketoplánu se používají specializované zdroje horké vody a speciální trouby. Ještě předtím, než se do vesmíru vydáme, pojďme se podívat, jak se dá zatopit pod kotlem tady na Zemi. Zemní plyn používá k topení a k vaření mnoho našich domácností a těžko by se bez něj dokázaly obejít. Četné továrny jsou na přívodu plynu závislé úplně. Kvůli stále vzrůstajícím cenám této suroviny sice lidé hledají alternativní řešení, jak ohřívat sebe i své jídlo, ale na plynu budeme ještě dlouho závislí, a to zvláště v průmyslovém měřítku. V domácnosti se k topení nejčastěji používají plynné uhlovodíky. Jejich spalování je technicky velice jednoduché a uvolňuje se při něm velké množství tepla.

- 1) **Kolikavazný je uhlík v organických sloučeninách?**
- 2) **Který uhlovodík tvoří největší podíl zemního plynu?**
- 3) **Proč se do zemního plynu přidávají zapáchající látky? Jaké látky se používají?**
- 4) **Nedokonalým spalováním vzniká oxid uhelnatý. Proč je tento plyn nebezpečný?**
- 5) **Vysvětli pojmy exotermní a endotermní reakce. Hoření je exotermní, nebo endotermní děj?**

Před nástupem masivního rozšíření těžby zemního plynu v první polovině 20. století se běžně k topení a svícení používaly plyny anorganické. Většina z nich nalézají dnes své využití v průmyslu.

- 6) **Doplň, ze kterých látek se skládají následující anorganické i organické plyny. Ber v úvahu pouze látky s relativním zastoupením nad 5 objemových procent.**

Plyn	Složení
Bioplyn	
Svítiplyn	
Vodní (syntézní) plyn	
LPG	

- 7) **I naše tělo se potřebuje zahřívat. energii k tomu potřebnou může získávat metabolismem různých látek. Jedna z nich obsahuje 40,00 % uhlíku, 6,67 % vodíku a 53,33 % kyslíku. Její molární hmotnost je 180 g/mol. Pomocí výpočtu urči její sumární vzorec a pojmenuj ji.**

**Úloha 5 Kvalifikační cvičení I****5,50 bodu**

Jelikož ve vesmíru máte za úkol zastávat funkci vrchního chemika, musíte během celé mise *Aurora* prokazovat své znalosti formou kvalifikačních cvičení. Každý správný chemik musí umět zapisovat chemické rovnice a vyčíslovat je. Níže máte uvedených devět látek, které jsou v osmi různých reakcích reaktanty nebo produkty.

Prvek **A** patří mezi pevné látky, můžeme ho najít např. v tužce nebo prstýnku, fullerenech a nanotrubicích. Jeho hořením za omezeného přístupu kyslíku (reakce 1) vzniká jedovatý oxid **B**, který se váže na hemoglobin místo kyslíku. Dokonalým spalováním **A** vzniká oxid **C** (reakce 2). Ten má spolu s vodou nezastupitelnou roli při fotosyntéze (reakce 3), kdy kromě kyslíku vzniká i sladká organická sloučenina **D**. Zaváděním oxidu **C** do vody vznikne kyselina **E** (reakce 4). Pokud bychom oxid **C** zaváděli do hydroxidu kovu alkalických zemin (kov s 20 elektrony) **F** (reakce 5), vznikne voda a sloučenina **G**, která je solí kyseliny **E**. Termickým rozkladem **G** vznikne plyn **C** a pevná látka **H** (reakce 6). Pokud necháme látku **H** reagovat s vodou, získáme **F** (reakce 7). Kromě látky **D** tvoří **A** i další organické sloučeniny. Tou nejjednodušší je plyn **I**, jehož hořením za dostatku kyslíku vznikne vodní pára a **C** (reakce 8).

1) Napiš vzorce a systematické názvy látek A–I.

Látka A: Vzorec:	Systematický název:
Látka B: Vzorec:	Systematický název:
Látka C: Vzorec:	Systematický název:
Látka D: Vzorec:	Systematický název:
Látka E: Vzorec:	Systematický název:
Látka F: Vzorec:	Systematický název:
Látka G: Vzorec:	Systematický název:
Látka H: Vzorec:	Systematický název:
Látka I: Vzorec:	Systematický název:
body:	



2) Zapiš rovnici a vyčíslí reakce 1–8.

Reakce 1:

Reakce 2:

Reakce 3:

Reakce 4:

Reakce 5:

Reakce 6:

Reakce 7:

Reakce 8:

body: