



**61. ročník**

**2024/2025**

**ŠKOLNÍ KOLO**

**Kategorie C**

---

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

## 6 LANTHANOIDY

57 138,91 <b>La</b> 1,10 Lanthan	58 140,12 <b>Ce</b> 1,10 Cer	59 140,91 <b>Pr</b> 1,10 Praseodym	60 144,24 <b>Nd</b> 1,10 Neodym	61 ~145 <b>Pm</b> 1,10 Promethium	62 150,36 <b>Sm</b> 1,10 Samarium	63 151,96 <b>Eu</b> 1,00 Europium	64 157,25 <b>Gd</b> 1,10 Gadolinium	65 158,93 <b>Tb</b> 1,10 Terbium	66 162,50 <b>Dy</b> 1,10 Dysprosium	67 164,93 <b>Ho</b> 1,10 Holmium	68 167,26 <b>Er</b> 1,10 Erbium	69 168,93 <b>Tm</b> 1,10 Thulium	70 173,04 <b>Yb</b> 1,10 Ytterbium	71 174,97 <b>Lu</b> 1,10 Lutecium
89 227,03 <b>Ac</b> 1,00 Aktinium	90 232,04 <b>Th</b> 1,10 Thorium	91 231,04 <b>Pa</b> 1,10 Proaktinium	92 238,03 <b>U</b> 1,20 Uran	93 237,05 <b>Np</b> 1,20 Neptunium	94 {244} <b>Pu</b> 1,20 Plutonium	95 ~243 <b>Am</b> 1,20 Americium	96 ~247 <b>Cm</b> 1,20 Curium	97 ~247 <b>Bk</b> 1,20 Berkelium	98 ~251 <b>Cf</b> 1,20 Kalifornium	99 ~252 <b>Es</b> 1,20 Einsteinium	100 ~257 <b>Fm</b> 1,20 Fermium	101 ~258 <b>Md</b> 1,20 Mendělevium	102 ~259 <b>No</b> 1,20 Nobelium	103 ~260 <b>Lr</b> 1,20 Lawrencium

**TEORETICKÁ ČÁST****20 BODŮ****Autoři****RNDr. Valerie Richterová, Ph.D.***Gymnázium Tišnov, p. o.**Ústav chemie, Přírodovědecká fakulta, Masarykova Univerzita, Brno***Mgr. Leoš Sáblik***Ústav chemie, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno**Sportovní gymnázium Ludvíka Daňka, Brno, Botanická 70, 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](mailto:kalla@spschbr.cz)

Milí řešitelé Chemické olympiády kategorie C,

v letošním ročníku se budeme věnovat nekovům, případně polokovům. Zaměříme se zejména na jejich sloučeniny, se kterými se setkáváme, a nebo se nechceme setkat v běžném životě. Úlohy se budou týkat hlavně N, P, As, S a Cl. Nebudeme se tentokrát zabývat pouze jejich anorganickými sloučeninami, ale jemně se dotkneme i jejich organických sloučenin, konkrétně esterů.

Vybrali jsme pro vás několik témat, kterým byste měli věnovat pozornost:

- významné anorganické sloučeniny zmíněných prvků, jejich výroba a využití,
- orientace v organických vzorcích (názvosloví nasycených a nenasycených uhlovodíků a alkoholů obsahujících maximálně čtyři atomy uhlíku),
- základní přehled o nerostech obsahující zmíněné prvky,
- zápis strukturních vzorců, oktetové pravidlo,
- sestavování a vyčíslování redoxních rovnic, včetně iontového tvaru,
- chemické výpočty – výpočty z chemického vzorce, výpočty z chemických rovnic, látkové množství, látková koncentrace, hmotnostní koncentrace, hmotnostní zlomek, limitní reagent, stavová rovnice ideálního plynu,
- elektrolýza,
- práce s titrační křivkou.

Hodně zábavy i poučení při řešení úloh přeji autoři.

**Doporučená literatura:**

- 1) J. Honza, A. Mareček: Chemie pro čtyřletá gymnázia 1. díl, Nakladatelství Olomouc, s. r. o. 1998
- 2) J. Honza, A. Mareček: Chemie pro čtyřletá gymnázia 2. díl, Nakladatelství Olomouc, s. r. o. reprint 2005
- 3) M. Benešová, E. Pfeiferová, H. Satrapová: Odmaturoj z chemie, Nakladatelství Didaktis, s. r. o. 2014
- 4) Vacík J. a kol.; Přehled středoškolské chemie. SPN, Praha 1999
- 5) Bárta M.; Chemické prvky kolem nás. Edika, Brno 2012
- 6) Bárta M.; Chemické sloučeniny kolem nás. Edika, Brno 2017



- 7) Greenwood N. N., Earnshaw A.; Chemie prvků I. Informatorium, Praha 1993, str. 494 - 496, 507 - 511, 534 - 540, 548 - 552, 554 - 567, 579 - 586, 606 - 610, 614 - 618, 625 - 636, 639 - 643, 670 - 673, 700 - 704, 798 - 803, 856 - 877, 974 - 977, 993 - 995, 1039 - 1047, 1051 - 1067.
- 8) Housecroft C. E., Sharpe A. G.; Anorganická chemie. VŠCHT, Praha 2014, str. 472 - 477, 480 - 482, 502 - 520, 533 - 536, 559 - 568, 578 - 580, 590, 601 - 607.



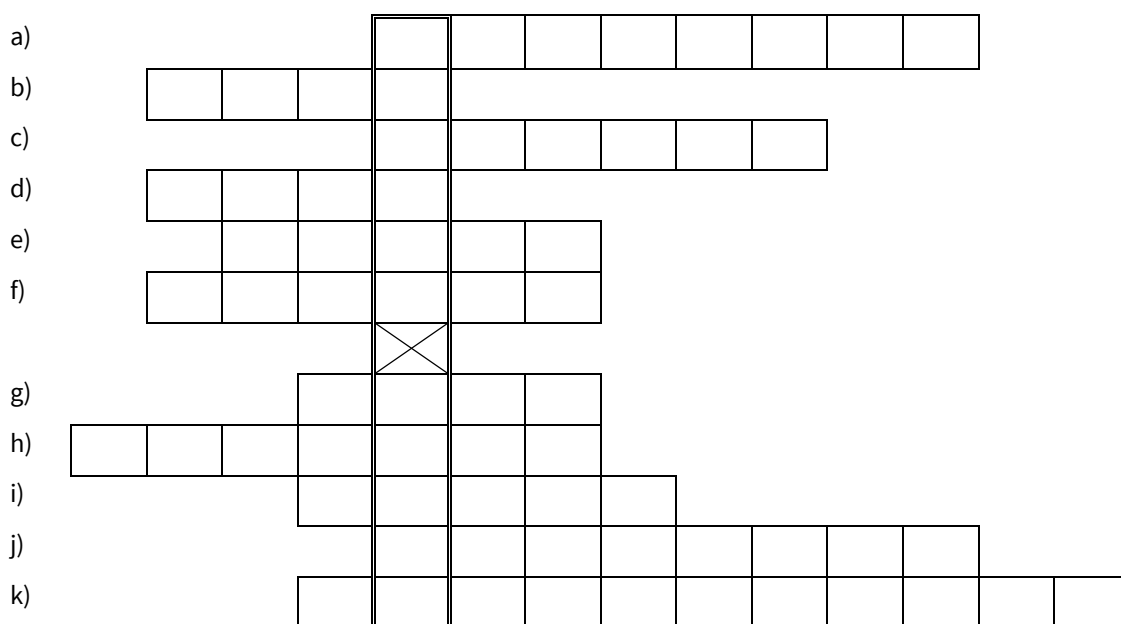
## Úloha 1 Historický exkurz za střelným prachem

**1 bod**

„Péto, víš, že střelný prach neobjevili Egypťané, ale úplně jiný národ?“ žasne Nikol.

„Pojďme se tomu střelnému podívat trošku na kloub,“ odpoví Péta.

- 1) Vylušti křížovku zabývající se střelným prachem. Pro snadnější vyplňování doporučujeme pustit si následující video: [https://www.youtube.com/watch?v=eXVC3DMVc9Q&ab\\_channel=prirodovedci](https://www.youtube.com/watch?v=eXVC3DMVc9Q&ab_channel=prirodovedci).



- a) V jaké základní chemické nádobce byl odpalován střelný prach na videu?
- b) Jaká je barva krystalů dusičnanu draselného.
- c) Při zapálení střelného prachu nedojde k výbuchu, ale pouze k ..... (název chemického děje).
- d) Která země je kolébkou střelného prachu?
- e) Triviální název pro dusičnan.
- f) Se kterou bílou krystalickou látkou je běžně spojováno sousloví „dát si lajnu“?
- g) Materiál vznikající přeměnou prvohorních přesliček a plavuní.
- h) Středověký obor zkoumající hmotu.
- i) Střelný prach se vyrábí ve formě prášku, aby měl co největší jednu fyzikální veličinu.
- j) Jiné označení, resp. typ výbušniny.
- k) Obor, který se zabývá studiem travin.

**Tajenka:** ..... - doporučujeme shlédnout alespoň první díl tohoto třídílného seriálu, který je volně dostupný na YouTube

- 2) Napiš souhrnnou rovnici, kterou se popisuje děj při explozi střelného prachu.

**Úloha 2 Od Coca-Coly® ke kyselině fosforečné****6,9 bodů**

„Konečně zvoní. Mám hlad jako vlk. Už se té velké přestávky nemůžu dočkat,“ svěří se Péťa Nikol.

„Co máš dobrého k svačině?“ zeptá se Nikol.

„Ani ti nevím, asi něco zdravého, sváču mi chystala máma, ale táta mi tajně šupl do tašky Coca-Colu® Zero,“ odvěti Péťa a kvapem otvírá láhev pití, když v tom... Katastrofa, na bílém tričku se objevují hnědé skvrny.

„No, super, to bude zase doma řečí, doufám, že to půjde vyprat,“ brblá Péťa a bere do ruky lahev a začíná studovat složení. Nikol také nelení a googlí informace o kole.

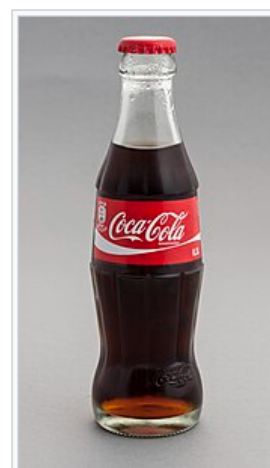
**Coca-Cola** či **kokakola**, od roku 1944 registrováno v **USA** také jako **Coke** (česky zkráceně „kola“), je sladký nápoj hnědé barvy s obsahem **kofeinu** a bezkokainového výtažku **koky**. Na trh byl uveden roku 1886, od roku 1892 jej vyrábí **The Coca-Cola Company**. Dnešní Coca-Cola je již nealkoholickým nápojem a neobsahuje **víno** ani **kokain** jako původní verze, od roku 1888 je sycená **oxidem uhličitým**.<sup>[1]</sup>

**Historie** [ [editovat](#) | [editovat zdroj](#) ]

Stáčírna Coca-Coly v **Montréalu** v **Kanadě** 8. ledna 1941

Bezprostředně poté, co v roce 1860 **Albert Niemann** poprvé izoloval z listu **koky kokain** a roku 1862 **Wilhelm Lossen** objevil jeho chemický vzorec, byla v USA zahájena farmaceutická výroba kokainu. Paralelně si v roce 1863 korsický chemik Angelo Mariani nechal patentovat **vin Mariani**, **Marianiho víno**, s přidavkem extraktu koky. Doporučoval jej jako lahodný nápoj a medicínské **tonikum** pro tělo i duši, které dodá sílu přepracovaným mužům, zesláblým ženám i

churavým dětem, posílí mozek i krev, dá svalům sílu a pružnost a zajistí dobré zdraví a dlouhý život. Lékaři nápoj obecně doporučovali na všechny druhy obtíží a jeho rostoucí popularita byla i inspirací ke vzniku Coca-Coly.<sup>[1]</sup>



Coca-Cola si zachovala mnoho svých historických designových prvků v moderních skleněných lahvích

Obrázek 1 Výstřižek z článku o Coca-Cole®

Péťa čte nahlas: „Coke Zero®, limonáda s kolovou příchutí bez energetické hodnoty. Složení: voda, oxid uhličitý, barvivo E 150d, cyklamát sodný, acesulfam K, aspartam, kyselina fosforečná, kofein, citronany sodné.“

„Ty jo, to je ale pěkná chemická směska! Podíváme se jí trošku na kloub. Nebo spíš na kapku. :-D“

**1) Coca-Cola® Zero obsahuje řadu chemických látek používaných v potravinářství (oxid uhličitý, barvivo E 150d, cyklamát sodný, acesulfam K, aspartam, kyselinu fosforečnou, kofein a citronany sodné).**

- Vyhledej, které z uvedených látek by bylo možné nahradit kódovým označením E, a jednotlivé kódy uveď. Vysvětli, proč uvedené označení vzniklo.
- Rozklíčuj kód E 150d. Jaké látky přísluší a jakou má v nápoji funkci?
- Vyber si tři látky z nabízených. Kyselina fosforečná, kofein, citronany sodné, aspartam, acesulfam K a cyklamát sodný. Jaký význam mají jednotlivé látky v nápojích? Vyhledej jejich chemické vzorce a zapiš je

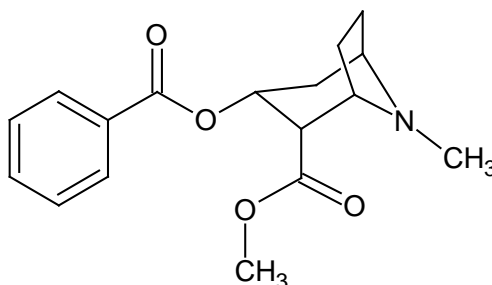


ve strukturní formě i jako sumární vzorce. V případě organických sloučenin není nutné explicitně vypisovat atomy uhlíků a vodíků.

- d) Obsah oxidu uhličitého v Coca-Cole® je 8g/l. Vypočítej, jaký objem zaujímá oxid uhličitý obsažený v 1,5 l coly při teplotě 0 °C a tlaku 101,3 kPa, a při aktuálních podmínkách v místnosti (pokud nemáš k dispozici teploměr a barometr, můžeš využít k výpočtu 22 °C a 998 hPa).

- 2) Při nahlédnutí do historie Coca-Coly® zjistíme řadu zajímavostí. Třeba, že Coca-Cola® nebyla vždy nealkoholickým nápojem, že etiketa na lahvích stále nese znaky původní podoby, že se prodávala v lékárně, že měla vždy dobrou reklamu, ale naprosto zásadní zajímavostí je to, že obsahovala kokain, tropanový alkaloid izolovaný z keře nesoucí název rudodřev koka (*Erythroxylon coka*). Dnes je kokain látka, kterou široká veřejnost zná jako jednu z rozšířených drog. My nebudeme dělat psychotropním látkám žádnou reklamu, ale podíváme se na kokain očima chemika.

- a) Odvod' sumární vzorec kokainu a vypočítej hmotnostní zlomek jednotlivých prvků v molekule, výsledky uveď v procentech.



- b) Kokain měl i má využití v medicíně. Zjisti, k čemu se využívá?

Kyselinu trihydrogenfosforečnou, mezi chemiky zvaná jen kyselina fosforečná, ve školní chemické laboratoři najdeme v zaprášené lahvi jako její 85% roztok. Na rozdíl od kyseliny chlorovodíkové, či kyseliny sírové se běžně k chemickým pokusům nepoužívá, a tak se může zdát, že je vlastně skoro nepotřebná. Ale zdání klame! Pojďme se společně na kyselinu fosforečnou podívat.

- 3) Kyselina trihydrogenfosforečná je krystalická látka, která se prodává jako 85% roztok. Jedná se o trojsytnou kyselinu, od které jsou odvozeny tři řady solí. Kyselina fosforečná není toxická látka, její soli či estery nalezneme v řadě molekul živých soustav.

- a) Jaké mezimolekulární síly se vyskytují v roztoku kyseliny fosforečné?  
b) Zapiš rovnicemi postupnou disociaci kyseliny trihydrogenfosforečné.  
c) Jakým jiným názvem lze kyselinu trihydrogenfosforečnou označit?

Skříň v chemické laboratoři, naplněná rozličnými lahvičkami obsahujícími řadu roztodivných chemických látek. Je běžné do ní sáhnout, vytáhnout lahev s chemikálií. Ale kde se vlastně vzala? Co bylo zdrojem k výrobě dané látky? Pojďme nyní prozkoumat, kde a co vykopnout ze země, aby se z toho dala vyrobit kyselina fosforečná.

- 4) Fosfor je svým obsahem jedenáctým v pořadí ve výskytu v horninách zemské kůry. Objev tohoto prvku ale nebyl spjat s horninami, ale s látkou, pro většinu lidí nečekanou, močí. Celých sto let, po objevení fosforu, byla zdrojem tohoto prvku moč, avšak průmyslový postup k získání fosforu vede v zahřívání apatitu (vzorec A) s pískem (vzorec B) a koksem (vzorec C) v elektrické peci (rovnice 1). Takto získaný bílý fosfor (vzorec D) slouží k výrobě čisté kyseliny fosforečné, která může být použita k výrobě látek v potravinářství, v detergentech či léčivech. Nejprve je bílý fosfor spálen v nadbytku kyslíku (rovnice 2) a vzniklý bílý prášek (vzorec E) reaguje s vodou na kyselinu fosforečnou (rovnice 3). Starší (tzv. sádrový)



**proces je založený na působení kyseliny sírové na apatit (rovnice 4). Takto vyrobená kyselina fosforečná slouží k výrobě syntetických hnojiv.**

- a) Napiš vzorce látek A – E.
- b) Zapiš rovnice 1 – 4.
- c) Proč se proces, který popisuje rovnice 4, označuje jako sádrový?
- d) Vyvážené průmyslové hnojivo obsahuje dihydrogenfosforečnan draselný a hydrogenfosforečnan amonný. Navrhněte přípravu uvedených látek z kyseliny trihydrogenfosforečné. Postupy zapište chemickými rovnicemi.

Fosfor je významný biogenní prvek, nejen pro rostliny, ale i pro živočichy. Vyskytuje se ve formě anorganických i organických sloučenin. V organických sloučeninách bývá fosfor vázán ve formě esterů kyseliny fosforečné.

**5) Podívejme se nyní, jak je to s fosforem v našem těle. Anorganické sloučeniny fosforu můžeme najít v tvrdých materiálech, zatímco organicky vázaný fosfor v molekulách se specifickými funkcemi.**

- a) V jakých živých materiálech nalezneme anorganické sloučeniny fosforu? Napiš název a vzorec nejčastěji se vyskytující anorganické sloučeniny fosforu v lidském těle.
- b) Proč je vhodné si čistit zuby zubní pastou s fluorem? Uveď 2 hlavní důvody.
- c) Uveď příklad organické sloučeniny obsahující fosfor a její význam v organismu.
- d) Esterifikace je reakce kyseliny s alkoholem. Produktem je ester minerální či organické kyseliny a vody. Zapiš tři rovnice postupné esterifikace kyseliny trihydrogenfosforečné methanolem. Vznikající estery pojmenuj. Pro větší názornost doporučujeme zapsat si kyselinu trihydrogenfosforečnou strukturním vzorcem.



**Úloha 3 Jde mi to na nervy****1,4 bodů**

„Péťo, slez už z té půdy dolů,“ volá babička. „Oběd máme na stole.“

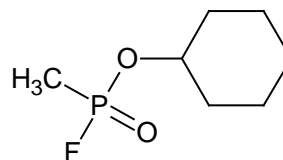
„Babi, chvíličku ještě počkej, čtu tady zajímavý článek ve starých novinách,“ odvětlí Péťa. „Teroristický útok nervovým plynem v tokijském metru“.

**1) Najdi si informace o události, o které se zmiňuje Péťa, a odpověz na následující otázky.**

- Kdy se udál teroristický útok v tokijském metru?
- Jakou chemickou látku teroristi použili?
- Kolik bylo usmrceno osob a jaký faktor jejich počet ovlivnil?
- Tato látka byla zneužita nejen k teroristickému útoku, ale i jako bojová chemická látka. V jakém konfliktu byla prokazatelně použita? Uveď místo a rok jedné z událostí.
- Jaký je mechanismus účinku zmíněné látky na živý organismus?
- Uveď strukturní vzorec stěžejní chemické látky.

První organofosfát syntetizoval organický chemik Philippe de Clermont na pařížské Sorboně již v roce 1854. Byl to šťastlivec, neboť jak bylo tenkrát zvykem, připravenou látku ochutnal a náhodou přežil. Netušil, že připravil jednu z mnoha látek obsahujících fosfor s insekticidními účinky, případně řadící se mezi „nervové plyny“.

- Uveď názvy tří látek, které patří do skupiny „nervových plynů“. Vysvětli, proč je označení „nervové plyny“ v uvozovkách.**
- Ve kterém roce podepsala většina zemí Úmluvu o zákazu chemických zbraní?**
- Bojová chemická látka s názvem O-cyklohexyl-methylfluorofosfonát hydrolyzuje v přítomnosti měďnatého katalyzátoru na méně toxický organofosforečný produkt a nízkomolekulární látku, která se používá k detekci rozkladu toxické látky (rovnice 1). Malá molekula reaguje s tenkou vrstvou porézního křemíku, resp. křemene (rovnice 2). Oba chemické děje zapiš chemickými rovnicemi.**
- Vysvětli rozdíl mezi označením fosfát a fosfonát.**





## Úloha 4 Chlor a jeho vlastnosti

5,9 bodů

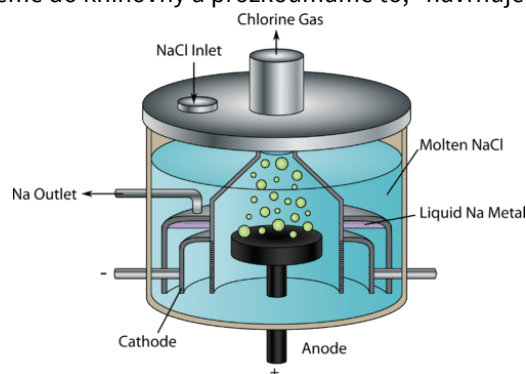
„Vzpomínáš si na ten pokus se sodíkem, který nám ukazovala paní učitelka?“ povídá Nikol.

„Myslíš to chemické jojo?“ ptá se Péťa.

„Ano přesně ten. Paní učitelka si stěžovala, že jí pomalu dochází, a že nemůže koupit nový, protože je moc drahý. Co se podívat na jeho výrobu, jestli bychom to nezvládli i ve škole? Zajdeme do knihovny a prozkoumáme to,“ navrhuje Nikol.

V knihovně...

Sodík se vyrábí elektrolýzou taveniny směsi chloridu sodného (40 %) a chloridu vápenatého (60 %) při 580 °C. Katoda je obvykle železná, anoda grafitová. Produktem této elektrolýzy je sodík a chlor.



- 1) Jak je v elektrochemii definována katoda a anoda?
- 2) Napiš vyčíslené chemické rovnice poloreakcí, které probíhají na elektrodách. Označ, která z poloreakcí je oxidace, a která redukce. Ke každé poloreakci napiš, zda-li probíhá na katodě či anodě.
- 3) Proč se nevyužívá elektrolýzy čisté taveniny chloridu sodného, ale používá se směs s chloridem vápenatým?
- 4) Anoda nemůže být železná, ale je grafitová. Uveď rovnici reakce, ke které by docházelo mezi vznikajícím produktem na anodě a železem.
- 5) Prostor anody a katody od sebe musí být oddělen (např. diafragmou). K jaké reakci mezi produkty elektrolýzy by potenciálně mohlo docházet, kdybychom prostor mezi elektrodami neoddělili?

Nikol a Péťa pravděpodobně nezvládnou provést elektrolýzu taveniny ve škole, ale zaujala je možná příprava chloru. Proto začali v knihovně zkoumat, jak by se dal chlor i jinak připravit a k čemu by se dal využít.

Nejběžněji využívanou kyselinou chloru je látka A. Při reakci látky A s černým burelem vzniká zelenožlutý plyn B a látka C, její roztok je bezbarvý, ale její krystalická podoba má světle růžovou barvu (děj 1). Alternativou je reakce látky A s tmavě fialovými krystaly hypermanganu za vzniku plynu B i látky C a dalších dvou produktů (děj 2). Plyn B byl využíván jako jedna z nejstarších dezinfekcí a bělidel. Při zavádění plynu B do vody dochází k disproportionaci na látku A a slabou kyselinu D (děj 3). Kyselina D je na světle nestabilní a rozkládá se na látku A a bezbarvý plyn E (děj 4). Reakcí látky B s vlhkou prací sodou vzniká jedlá soda, kuchyňská sůl a žlutohnědý plyn F, který je anhydridem slabé kyseliny D (děj 5). To znamená, že hydrolyzou plynu F vznikne jediný produkt, a to slabá kyselina D (děj 6). Nejznámější sloučeninou kyseliny D je sůl G, která se využívá k dezinfekci povrchů v domácnosti a dezinfekci vody – tvoří hlavní složku čistícího prostředku Savo®. Látku G lze připravit zaváděním plynu B do roztoku látky H, která je účinnou složkou přípravku Krtek® v domácnosti (děj 7). Ve školní laboratoři lze využít plyn B k přípravě jiných halogenů z jejich solí. Reakcí plynu B s látkou I, která je hlavní složkou jodových tablet podávaných pacientům při nedostatku jodu, vzniká tmavě hnědý roztok, ze kterého po krystalizaci vznikají tmavě fialové krystalky halogenu J (děj 8).

- 6) Napište vzorce a systematické názvy látek A až J.
- 7) Uveďte systematické názvy a vzorce látek, pro které byly v textu použity triviální názvy (burel, hypermangan, prací soda, jedlá soda, kuchyňská sůl).
- 8) Zapište a vyčíslíte chemické reakce dějů 1 až 8.

**Úloha 5 Od kočičího zlata až ke katalyzátoru****4,8 bodů**

„Dědo! Pojd' se podívat! Honem!“ křičí Péťa a vybíhá ze sklepa do světnice.

„Na uhlí je zlato!“ a v ruce drží uhlí se zlatavě se třpyticími kostičkami.

„Jo, zlato, leda tak kočičí,“ směje se dědeček.

**1) Identifikuj látku, kterou obsahovalo uhlí.**

- a) Zapiš vzorec, chemický a mineralogický název „zlaté“ látky.
- b) Napiš rovnici „hoření“ kočičího zlata, když hoří uhlí (předpokládejme teplotu kolem 700 °C).
- c) Jaká nežádoucí látka pro životní prostředí vzniká při pražení kočičího zlata, a jak je ohrožuje?
- d) Které území v ČR bylo působením nežádoucí plynné látky poničeno?
- e) Tepelná elektrárna denně spotřebuje 6 300 tun uhlí, které přibližně obsahuje 2 % síry. Vypočítej kolik  $\text{m}^3$   $\text{SO}_2$  ( $V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ ) za rok tepelná elektrárna vypustila do ovzduší před tím, než bylo v roce 1993 nainstalováno odsiřovací zařízení. Vypočítej, kolik litrových lahví 95% kyseliny sírové by se z tohoto množství dalo vyrobit. Hustota 95% kyseliny sírové je  $1,833 \text{ g cm}^{-3}$ .
- f) V roce 1993 byl na komín tepelné elektrárny naistalován systém na odstraňování zplodin, takže vzniklé plyny proudí přes absorbéry obsahující vápenec a hašené vápno. Popiš proces čištění spalin rovnicemi od oxidace nežádoucího plynu, přes reakce meziproduktu s aktivními látkami. Výsledný produkt pojmenuj chemickým i triviálním názvem. Jakým způsobem lze vznikající produkt z absorbérů dál využít?

**2) Problémem v ovzduší jsou i látky označované jako  $\text{NO}_x$ . Vznikají při vysokých teplotách (okolo 1 100 °C) při spalování nafty, či leteckého benzínu.**

- a) Zapiš vzorcem a názvem látky, které se pod označením  $\text{NO}_x$  ukrývají.
- b) Jaký problém způsobují  $\text{NO}_x$  v atmosféře? Své tvrzení podpoř zápisem chemických rovnic.
- c) Jedna ze složek  $\text{NO}_x$  způsobuje ekologické problémy při létání tryskových letadel ve výšce kole 20 km. O jaké problémy se jedná? Své tvrzení podpoř zápisem chemické rovnice.
- d) Spaliny z motorů se čistí přeháněním přes katalyzátor, kde je teplota kolem 380 °C. Redukce látek  $\text{NO}_x$  se provádí pomocí amoniaku (či močoviny). Účinnost katalyzátorů se pohybuje kolem 40 – 90 %. Zapiš redukci jedné ze složek  $\text{NO}_x$  ve výfukových plynech pomocí amoniaku na katalyzátoru.
- e) Kde způsobí déšť obohacený o látky vlivem  $\text{NO}_x$  větší problém, v povrchových vodách (jezerech) v Moravském krasu či na Šumavě? Své tvrzení podlož vysvětlením.