



**53. ročník**  
**2016/2017**

**ŠKOLNÍ KOLO**  
**kategorie B**

**ÚVODNÍ INFORMACE**

# DŮLEŽITÉ UPOZORNĚNÍ

**Do 31. prosince 2016 se prosím zaregistrujte na nových webových stránkách Chemické olympiády**

**<https://olympiada.vscht.cz>**

**a přihlaste se na kategorii B Chemické olympiády.**

**Učitele prosíme, aby studenty vyzvali k registraci. Krajské komise budou studenty na základě dosažených výsledků vybírat z databáze registrovaných studentů. Pokud by student nebyl zaregistrovaný, krajská komise ho „neuvidí“ a nemůže ho pozvat do krajského kola.**

**Tato registrace usnadní práci krajským komisím, usnadní komunikaci s účastníky soutěže při výběru do vyšších kol a umožní získat statistická data o průběhu soutěže.**

**Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky  
ve spolupráci s Českou společností chemickou  
a Českou společností průmyslové chemie  
vyhlašují 53. ročník předmětové soutěže**

## **CHEMICKÁ OLYMPIÁDA**

**2016/2017**

**kategorie B**

**pro žáky 2. a 3. ročníků středních škol a odpovídající ročníky víceletých gymnázií**

Chemická olympiáda je předmětová soutěž z chemie, která si klade za cíl podporovat a rozvíjet talentované žáky. Formou zájmové činnosti napomáhá vyvolávat hlubší zájem o chemii a vést žáky k samostatné práci.

Soutěž je jednotná pro celé území České republiky a pořádá se každoročně. Člení se na 5 kategorií a 3 – 5 soutěžních kol. Vyvrcholením soutěže v rámci kategorie A je účast vítězů Národního kola ChO na *Mezinárodní chemické olympiádě* (IChO) a v rámci kategorie E na evropské soutěži *Grand Prix Chimique* (GPCh), která se koná jednou za 2 roky.

*Účastníci Národního kola ChO budou přijati bez přijímacích zkoušek na Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy v Praze. Úspěšní řešitelé Národního kola ChO budou přijati bez přijímacích zkoušek na následující vysoké školy: VŠCHT Praha, Přírodovědecká fakulta Masarykovy Univerzity v Brně (chemické obory), Fakulta chemická VUT v Brně a Fakulta chemicko-technologická, Univerzita Pardubice. Účastníci Krajských kol budou přijati bez přijímacích zkoušek na chemické a geologické bakalářské obory Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze.*

*VŠCHT Praha nabízí účastníkům Národního kola ChO aktivační stipendium. Toto stipendium pro studenty prvního ročníku činí v celkové výši 30 000 Kč a je podmíněno splněním studijních povinností. Stipendium pro nejúspěšnější řešitele nabízí také Nadační fond Emila Votočka při Fakultě chemické technologie VŠCHT Praha. Úspěšní řešitelé Národního kola ChO přijatí ke studiu na této fakultě mohou zažádat o stipendium pro první ročník studia. Nadační fond E. Votočka poskytne třem nejúspěšnějším účastníkům kategorie A resp. nejlepšímu účastníkovi z kategorie E stipendium ve výši 10 000 Kč během 1. ročníku studia.<sup>1</sup>*

*Účastníci Národního kola chemické olympiády kategorie A nebo E, kteří se запиší do prvního ročníku chemických oborů na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy, obdrží při splnění studijních povinností umožňujících postup do druhého ročníku mimořádné stipendium ve výši 30 000 Kč.<sup>2</sup>*

Celostátní soutěž řídí Ústřední komise Chemické olympiády v souladu s organizačním řádem. Na území kraje a okresů řídí Chemickou olympiádu krajské a okresní komise ChO. Organizátory krajského kola pro žáky středních škol jsou krajské komise ChO ve spolupráci se školami, krajskými úřady a pobočkami České chemické společnosti a České společnosti průmyslové chemie. Na školách řídí školní kola ředitel a pověřený učitel.

---

<sup>1</sup> Stipendium bude vypláceno ve dvou splátkách, po řádném ukončení 1. semestru 4000 Kč, po ukončení 2. semestru 6000 Kč. Výplata je vázána na splnění všech studijních povinností. Celkem může nadační fond na stipendia rozdělit až 40 000 Kč v jednom roce.

<sup>2</sup> Podrobnější informace o tomto stipendiu jsou uvedeny na webových stránkách fakulty <https://www.natur.cuni.cz/fakulta/studium/agenda-bc-mgr/predpisy-a-poplatky/stipendia>. Výplata stipendia je vázána na splnění studijních povinností umožňujících postup do druhého ročníku.

V souladu se zásadami pro organizování soutěží je pro vedení školy závazné, v případě zájmu studentů o Chemickou olympiádu, uskutečnit její školní kolo, případně zabezpečit účast studentů v této soutěži na jiné škole.

První kolo soutěže (školní) probíhá na školách ve všech kategoriích ve třech částech:

- a) studijní,
- b) praktická (laboratorní),
- c) kontrolní test školního kola.

V této brožuře jsou obsaženy soutěžní úlohy studijní a praktické části prvního kola soutěže pro kategorii B. Autorská řešení těchto úloh společně s kontrolním testem a jeho řešením budou obsahem samotného souboru. Úlohy ostatních kategorií budou taktéž vydány v samostatných souborech.

### Vzor záhlaví vypracovaného úkolu

Karel VÝBORNÝ  
Gymnázium, Korunní ul., Praha 2  
2. ročník

Kat.: B, 2016/2017  
Úkol č.: 1  
Hodnocení:

Školní kolo chemické olympiády řídí a organizuje učitel chemie (dále jen pověřený učitel), kterého touto funkcí pověří ředitel školy.

Ředitel školy vytváří příznivé podmínky pro propagaci, úspěšný rozvoj i průběh Chemické olympiády. Podporuje soutěžící při rozvoji jejich talentu a zabezpečuje, aby se práce učitelů hodnotila jako náročný pedagogický proces.

Učitelé chemie spolu s pověřeným učitelem opraví vypracované úlohy soutěžících podle autorského řešení a kritérií hodnocení úloh předem stanovených ÚK ChO, případně krajskou komisí Chemické olympiády, úlohy zhodnotí a seznámí soutěžící s jejich správným řešením.

Pověřený učitel spolu s ředitelem školy nebo jeho zástupcem:

- a) stanoví pořadí soutěžících,
- b) navrhne na základě zhodnocení výsledků nejlepší soutěžící k účasti v dalším kole,
- c) provede se soutěžícími rozbor chyb.

Ředitel školy nebo pověřený učitel zašle příslušné komisi Chemické olympiády výsledkovou listinu všech účastníků s počty dosažených bodů, úplnou adresou školy a stručné hodnocení školního kola. Od školního roku 2016/2017 je možné dodat výsledky školního kola v elektronické podobě, a to jejich vložením do databáze na webu chemické olympiády, která je dostupná z <https://olympiada.vscht.cz/cs/databaze/>.

*Ústřední komise Chemické olympiády děkuje všem učitelům, ředitelům škol a dobrovolným pracovníkům, kteří se na průběhu Chemické olympiády podílejí. Soutěžícím pak přeje mnoho úspěchů při řešení soutěžních úloh.*

# VÝNATEK Z ORGANIZAČNÍHO ŘÁDU CHEMICKÉ OLYMPIÁDY

## Čl. 5

### Úkoly soutěžících

- (1) Úkolem soutěžících je samostatně vyřešit zadané teoretické a laboratorní úlohy.
- (2) Utajení textů úloh je nezbytnou podmínkou regulérnosti soutěže. Se zněním úloh se soutěžící seznamují bezprostředně před vlastním řešením. Řešení úloh (dále jen „protokoly“) je hodnoceno anonymně.
- (3) Pokud má soutěžící výhrady k regulérnosti průběhu soutěže, má právo se odvolat v případě školního kola k učiteli chemie pověřenému zabezpečením soutěže, v případě vyšších soutěžních kol k příslušné komisi Chemické olympiády, popřípadě ke komisi o stupeň vyšší.

## Čl. 6

### Organizace a propagace soutěže na škole, školní kolo ChO

- (1) Zodpovědným za uskutečnění soutěže na škole je ředitel, který pověřuje učitele chemie zabezpečením soutěže.
- (2) Úkolem učitele chemie pověřeného zabezpečením soutěže je propagovat Chemickou olympiádu mezi žáky, evidovat přihlášky žáků do soutěže, připravit, řídit a vyhodnotit školní kolo, předávat žákům texty soutěžních úloh a dodržovat pokyny řídicích komisí Chemické olympiády, umožňovat soutěžícím práci v laboratořích, pomáhat soutěžícím odbornými radami, doporučovat vhodnou literaturu a případně jim zabezpečit další konzultace, a to i s učiteli škol vyšších stupňů nebo s odborníky z výzkumných ústavů a praxe.
- (3) Spolu s učitelem chemie pověřeným zabezpečením soutěže se na přípravě, řízení a vyhodnocení školního kola mohou podílet další učitelé chemie v rámci činnosti předmětové komise chemie (dále jen „předmětová komise“).
- (4) Školního kola se účastní žáci, kteří se do stanoveného termínu přihlásí u učitele chemie, který celkový počet přihlášených žáků oznámí pověřenému učiteli, pokud jím není sám.
- (5) Školní kolo probíhá ve všech kategoriích v termínech stanovených Vysokou školou chemicko-technologickou v Praze a ústřední

komisí chemické olympiády zpravidla ve třech částech (studijní část, laboratorní část a kontrolní test).

- (6) Pověřený učitel spolu s předmětovou komisí, je-li ustavena:
  - a) zajistí organizaci a regulérnost průběhu soutěžního kola podle zadání Vysoké školy chemicko-technologické a ústřední komise ChO,
  - b) vyhodnotí protokoly podle autorských řešení,
  - c) seznámí soutěžící s autorským řešením úloh a provede rozbor chyb,
  - d) stanoví pořadí soutěžících podle počtu získaných bodů,
  - e) vyhlásí výsledky soutěže.
- (7) Po skončení školního kola zašle ředitel školy nebo pověřený učitel:
  - a) organizátorovi vyššího kola příslušné kategorie ChO výsledkovou listinu všech účastníků s počty dosažených bodů, úplnou adresou školy a stručné hodnocení školního kola,
  - b) tajemníkovi příslušné komise ChO vyššího stupně stručné hodnocení školního kola včetně počtu soutěžících.
- (8) Protokoly soutěžících se na škole uschovávají po dobu jednoho roku. Komise ChO všech stupňů jsou oprávněny vyžádat si je k nahlédnutí.

## HARMONOGRAM 53. ROČNÍKU CHEMICKÉ OLYMPIÁDY PRO KATEGORII B

**Studijní část školního kola:** listopad - duben 2017

**Kontrolní test školního kola:** 5. 4. 2017

Škola odešle výsledky školního kola  
krajské komisi ChO nejpozději dne: 12. 4. 2017

Od školního roku 2016/2017 může ředitel školy nebo pověřený učitel odevzdat výsledky školního kola, jejich vložení do databáze dostupné z <https://olympiada.vscht.cz/cs/databaze/>, tímto úkolem usnadní práci krajské komisi, zjednoduší komunikaci s účastníky soutěže při výběru do vyšších kol a umožní sběr statistických dat o průběhu soutěže.

Krajská komise je oprávněna na základě dosažených výsledků ve školním kole vybrat omezený počet soutěžících do krajského kola ChO.

**Krajské kolo:** 27. 4. 2017

Předsedové krajských komisí ChO vloží  
výsledky krajských kol do databáze do: 4. 5. 2017

Předsedové krajských komisí předají výsledky krajských kol Ústřední komisi Chemické olympiády, VŠCHT Praha v elektronické podobě. Výsledky vloží do databáze chemické olympiády, která je dostupná z <https://olympiada.vscht.cz/cs/databaze/>. Ihned po odeslání bude výsledková listina zveřejněna na webových stránkách ChO.

**Letní odborné soustředění** 1. – 15. 7. 2017, Běstvína

Organizátoři vyberou na základě výsledků dosažených v krajských kolech soutěžící, kteří se mohou zúčastnit letního odborného soustředění Chemické olympiády v Běstvině.

# KONTAKTY NA KRAJSKÉ KOMISE CHO PRO ŠKOLNÍ ROK 2016/2017

kraj	předseda tajemník	instituce	kontakt
Praha	RNDr. Jan Kratzer, Ph.D.	Oddělení stopové prvkové analýzy Ústav analytické chemie AVČR Václavská 1083 142 20 Praha 4	tel.: 241 062 487 jkratzer@biomed.cas.cz
	Michal Hrdina	Stanice přírodovědců DDM hl.m. Prahy Drtinova 1a 150 00 Praha 5	tel.: 222 333 863 hrdina@ddmpraha.cz
Středočeský	RNDr. Marie Vasileská, CSc.	Katedra chemie PedF UK M. D. Rettigové 4 116 39 Praha 1	tel.: 221 900 256 marie.vasileska@seznam.cz
	Ing. Hana Kotoučová	Katedra chemie PedF UK M. D. Rettigové 4 116 39 Praha 1	tel.: 221 900 256 hana.kotoucova@pedf.cuni.cz
Jihočeský	RNDr. Karel Lichtenberg, CSc.	Gymnázium Jírovčova 8 371 61 České Budějovice	tel.: 387 319 358 licht@gymji.cz
	Ing. Miroslava Čermáková	DDM U Zimního stadionu 1 370 01 České Budějovice	tel.: 386 447 319 cermakova@ddmcb.cz
Plzeňský	Mgr. Jana Brichtová	Masarykovo gymnázium Petáková 2 301 00 Plzeň	tel.: 377 270 874 pertlova@mgplzen.cz
	RNDr. Jiří Cais	Krajské centrum vzdělávání a jazyková škola 5. května 42 301 00 Plzeň	tel.: 377 350 421 cais@kcvjs.cz
Karlovarský	Mgr. Zuzana Habětínková	Gymnázium Cheb Nerudova 2283/7 350 02 Cheb	tel.: 739 322 319 - 226 habetinkova@gymcheb.cz
	Ing. Pavel Kubeček	Krajský úřad Karlovarského kraje Závodní 353/88 360 21 Karlovy Vary	tel.: 354 222 184; 736 650 096 pavel.kubecek@kr-karlovarsky.cz
Ústecký	Mgr. Tomáš Sedlák	Gymnázium Teplice Čs. dobrovolců 530/11 415 01 Teplice	tel.: 417 813 053 sedlak@gymtce.cz
	zatím nezvolen		
Liberecký	PhDr. Bořivoj Jodas, Ph.D.	Katedra chemie FP TU Hájkova 6 461 17 Liberec	tel.: 485 104 412 borivoj.jodas@volny.cz
	Bc. Natalie Kresslová	DDM Větrník Riegrova 16 461 01 Liberec	tel.: 485 102 433, 602 469 162 natalie.kresslova@ddmliberec.cz
Královéhradecký	Mgr. Veronika Machková, Ph.D.	Přírodovědecká fakulta UHK Rokitanského 62 500 03 Hradec Králové	tel.: 603 539 197 Veronika.Machkova@uhk.cz
	Mgr. Dana Beráková	Školské zařízení pro DVPP KHK Štefánikova 566 500 11 Hradec Králové	tel.: 725 059 837 berakova@cvkhk.cz

Pardubický	MUDr. Ing. Zdeněk Bureš	III. Interní gerontometabolická klinika Fakultní nemocnice Hradec Králové Sokolská 581 500 05 Hradec Králové	tel.: 605 558 694 Bures.Zdenek@seznam.cz
	Soňa Petridesová	DDM Alfa Družby 334 530 09 Pardubice-Polabiny III	tel.: 605 268 303 petridesova@ddmalfa.cz
Vysočina	RNDr. Jitka Šedivá	Gymnázium Jihlava Jana Masaryka 1 586 01 Jihlava	tel.: 567 303 613 jtkasediva@gymnaziumjihlava.cz
	RNDr. Josef Zlámalík	Gymnázium Jihlava Jana Masaryka 1 586 01 Jihlava	tel.: 567 303 613 josefzlamalik@gymnaziumjihlava.cz
Jihomoravský	RNDr. Valerie Richterová, Ph.D.	Gymnázium Brno Křenová 36 602 00 Brno	tel.: 604 937 265 valinka@centrum.cz
	Mgr. Zdeňka Antonovičová	Středisko volného času Lužánky Lidická 50 658 12 Brno – Lesná	tel.: 549 524 124, 723 368 276 zdenka@luzanky.cz
Zlínský	Ing. Lenka Svobodová	ZŠ Zlín Komenského 78 příspěvková organizace Komenského 78 763 02 Zlín - Malenovice	tel.: 776 010 493 l.svob@seznam.cz
	RNDr. Stanislava Ulčíková	ZŠ Zlín Slovenská 3076 760 01 Zlín	tel.: 577 210 284 ulcikova@zsslovenska.eu
Olomoucký	RNDr. Lukáš Müller, Ph.D.	PfF UP Olomouc, Katedra analytické chemie tř. 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc	tel.: 585 634 419 mlluk@post.cz
	RNDr. Karel Berka, Ph.D.	PfF UP Olomouc Katedra fyzikální chemie tř. 17. listopadu 1192/12 771 46 Olomouc	tel.: 585 634 769 karel.berka@upol.cz
Moravskoslezský	Mgr. Radovan Gaura	Gymnázium Petra Bezruče Československé armády 517 738 01 Frydek-Místek	tel.: 558 433 515 radovan.gaura@gpbfm.cz
	Mgr. Marie Kociánová	Středisko přírodovědců Čkalova 1881 708 00 Ostrava – Poruba	tel.: 599 527 321 marie.kocianova@svc-korunka.cz

Další informace získáte na adrese:

**Ing. Ivana Gergelitsová**  
**VŠCHT Praha**  
**Technická 5, 116 00 Praha 6 – Dejvice**  
**tel: 739 677 472**  
**e-mail: Ivana.Gergelitsova@vscht.cz**

Podrobnější informace o ChO a úlohách minulých ročníků získáte na stránkách <https://olympiada.vscht.cz>

Ústřední komise ChO je členem Asociace českých chemických společností. Informace o asociaci a spoluvyhlášeovateli chemické olympiády České chemické společnosti naleznete na internetových stránkách [www.csch.cz](http://www.csch.cz)

Významným chemickým odborným časopisem vydávaným v češtině jsou Chemické listy. Seznámit se s některými články můžete v bulletinu, který vychází čtyřikrát ročně a je dostupný z <http://chemicke-listy.cz/Bulletin/>





**53. ročník**  
2016/2017

**ŠKOLNÍ KOLO**  
kategorie B

**ZADÁNÍ TEORETICKÉ ČÁSTI**

# DŮLEŽITÉ UPOZORNĚNÍ

**Do 31. prosince 2016 se prosím zaregistrujte na nových webových stránkách Chemické olympiády**

**<https://olympiada.vscht.cz>**

**a přihlaste se na kategorii B Chemické olympiády.**

**Učitele prosíme, aby studenty vyzvali k registraci. Krajské komise budou studenty na základě dosažených výsledků vybírat z databáze registrovaných studentů. Pokud by student nebyl zaregistrovaný, krajská komise ho „neuvidí“ a nemůže ho pozvat do krajského kola.**

**Tato registrace usnadní práci krajským komisím, usnadní komunikaci s účastníky soutěže při výběru do vyšších kol a umožní získat statistická data o průběhu soutěže.**

## TEORETICKÁ ČÁST (60 BODŮ)

### ANORGANICKÁ CHEMIE

30 BODŮ

#### Autoři

**Doc. RNDr. Václav Slovák, Ph.D.**

*Katedra chemie, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita*

#### Recenze

**RNDr. Jan Rohovec, Ph.D.** (odborná recenze)

*Geologický ústav AVČR v.v.i., Rozvojová 136, Praha-Suchdol*

**RNDr. Jiřina Svobodová** (pedagogická recenze)

*Gymnázium Oty Pavla, Praha 5*

Milí soutěžící,

anorganická část letošního ročníku Chemické olympiády kategorie B bude zaměřena na kovy 1. a 2. skupiny. Jejich chemie je relativně jednoduchá, bez výjimek u nich platí celá řada zákonitostí, jejich vlastnosti jsou dobře předvídatelné na základě elektronové konfigurace jejich valenční sféry.

V rámci přípravy na řešení testů ve školním a případně krajském kole si prostudujte kapitoly věnující se prvkům 1. (od Li k Cs) a 2. (od Be k Ba) skupiny v doporučené literatuře. Dále budete potřebovat zvládnout chemické výpočty – počítání se stavovou rovnicí ideálního plynu, výpočty koncentrací, stechiometrické výpočty (z rovnic a vzorců) a procenta. Kromě toho doporučuji také seznámit se s teorií kyselin a zásad.

Všem přeji úspěšné zvládnutí všech úloh.

Autor

#### Doporučená literatura:

1. Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G. *Anorganická chemie*, VŠCHT Praha 2014, str. 319 – 362.
2. Vacík, J. a kol. *Přehled středoškolské chemie*, SPN Praha 1999, str. 45 – 63, 141 – 147, 204 – 208.
3. Greenwood, N. N.; Earnshaw, A. *Chemie prvků I*, Informatorium Praha 1993, str. 96 -172.
4. Gažo, J. a kol.: *Všeobecná a anorganická chémie*, Alfa Bratislava 1981, str. 487 – 522.
5. Slovák, V.: *Prvky 1. a 2. skupiny - přípravný text pro ChO*, dostupné online z <http://1url.cz/DtqQJ>.

**Úloha 1 Obec Hutisko-Solanec z pohledu chemika****12 bodů**

V podhůří Beskyd leží hezká malá obec Hutisko-Solanec, která s chemií a zvláště s prvky 1. a 2. skupiny nemá nic společného (možná až na skutečnost, že zde mládí prožil autor tohoto zadání). Ovšem chemie a zvláště prvky 1. a 2. skupiny jsou prakticky všude, pojďme si proto tuto vesnici prohlédnout chemicky.

Název části obce Hutisko se odvozuje od sklářských hutí, které zde byly provozovány v 17. a 18. století. Výroba skla vyžaduje nejen sklářský písek, ale i další příměsi.

1. Napište tři sloučeniny prvků 1. a 2. skupiny, které mohly být v Hutisku používány při výrobě skla.

V názvu Solanec jistě slyšíte sůl. Přes vrch Soláň, na jehož svazích obec leží, procházela významná obchodní stezka, kterou se zásobovala solí velká část Moravy. Sůl (tedy NaCl) byla odnepaměti významnou surovinou pro výrobu mnoha sodných sloučenin a tento význam si zachovává dodnes.

2. Popište rovnicemi následující procesy využívající NaCl jako základní surovinu:

- výroba uhličitanu sodného (kalcinované sody) Solvayovým způsobem (včetně recyklace amoniaku),
- výroba síranu sodného,
- výroba hydroxidu sodného (zde stačí slovní popis v rozsahu maximálně 2 vět).

Pitná voda v obci Hutisko-Solanec pochází z prameniště v nedalekém Rožnově p. R. Jde o vodu měkkou s tvrdostí asi  $1,2 \text{ mmol dm}^{-3}$ , což místní hospodyňky oceňují. Tvrdost rožnovské vody je způsobena prakticky výlučně vápenatými ionty (uvedená číselná hodnota vyjadřuje jejich koncentraci), což nám umožňuje provést následující výpočet.

3. Určete hmotnost vodního kamene (ve formě čistého  $\text{CaCO}_3$ ), který se teoreticky může vyloučit z  $15 \text{ dm}^3$  uvedené vody (běžná dávka vody na praní 1 kg prádla v moderní automatické pračce).

V Hutisku-Solanci, stejně jako v celém okolí, je spousta šikovných kuchařek, které dokáží upéct různé druhy koláčů (od svatebních po frgály), buchet, piškotů a dalších sladkých pochutin. Při přípravě nekynutých těst používají (stejně jako všude jinde) běžné kypřicí prášky. Účinek kypřicího prášku je založen na reakci jedlé sody s nějakou kyselinou, která je rovněž součástí prášku. Jako kyselá složka se v běžných kypřících práscích používají např. dihydrogenfosforečnan vápenatý (reaguje se sodou už za pokojové teploty) a síran sodno-hlinitý (reaguje až při vyšších teplotách).

4. Napište rovnice acidobazických reakcí jedlé sody a uvedených kyselých složek kypřicího prášku (pro každou sůl zvlášť).

5. Při pečení malé ovocné buchty použila kuchařka na 0,5 kg mouky 12 g kypřicího prášku obsahujícího 30 hm. %  $\text{NaHCO}_3$ . Vypočtěte objem oxidu uhličitého, který se teoreticky může uvolnit z tohoto množství jedlé sody při teplotě pečení  $180 \text{ }^\circ\text{C}$  a běžném tlaku 100 kPa.

**Úloha 2 Zásady (ale i kyseliny)****6 bodů**

Mezi sloučeninami kovů 1. a 2. skupiny převažují ty, které považujeme za zásadité (což vyjadřuje také přídatné jméno alkalický ve starších názvech obou skupin). Na druhou stranu i v chemii těchto prvků nalezneme některé kyselé sloučeniny. Pojďme se tedy společně podívat na acidobazické vlastnosti sloučenin těchto prvků.

Typicky zásaditými sloučeninami jsou hydroxidy prvků 1. a 2. skupiny. Přestože je lze téměř všechny považovat za silné zásady, existují v jejich zásaditosti rozdíly.

- Seřadte podle rostoucí zásaditosti hydroxidy alkalických kovů.
- Jeden z hydroxidů kovů 2. skupiny vykazuje zřetelné amfoterní chování. O který hydroxid se jedná? Napište rovnice jeho reakcí s kyselinou chlorovodíkovou a s hydroxidem sodným.
- Jako typická zásada se používá také uhličitan sodný. Vysvětlete pomocí iontové rovnice hydrolyzy, proč jsou roztoky této látky ve vodě zásadité.
- Naopak typickou kyselou solí je hydrogensíran sodný (používá se např. jako „pH deceiver“ v bazénové chemii). I pro něj vysvětlete jeho kyselost pomocí iontové rovnice hydrolyzy.
- Na základě tabulky hodnot  $pK_a$  seřadte následující látky podle rostoucí zásaditosti: NaHS, NaHSO<sub>4</sub>, NaHSO<sub>3</sub>, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>. Své pořadí zdůvodněte.

sloučenina	$pK_{a1}$	$pK_{a2}$	$pK_{a3}$
H <sub>2</sub> S	7,04	11,96	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	< 0	1,92	
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	1,81	6,99	
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	2,12	7,21	12,46

### Úloha 3 Oxidační i redukční činidla

12 bodů

Kovy 1. a 2. skupiny jsou v elementárním stavu silná redukční činidla (snadno se oxidují) a v tomto smyslu se i často využívají (stejně jako jejich hydridy). Na druhou stranu tyto kovy tvoří i poměrně stabilní peroxidy a superoxidy, které jsou silnými oxidačními činidly.

- Chemicky poněkud nelogická je výroba draslíku z chloridu draselného pomocí sodíku. Sodík je elektronegativnější prvkem a neměl by vytěsňovat draslík z jeho sloučenin. Přesto tato výroba funguje docela dobře. Dokážete to vysvětlit? Jako pomůcku přijměte fakt, že klíčovou roli hraje teplota, při které se reakce provádí.
- Jedním z projevů silných redukčních vlastností kovů 1. a 2. skupiny je i to, že snadno a intenzivně na vzduchu hoří, a že k jejich hašení lze z běžných hasicích přístrojů použít pouze práškový typ. Vysvětlete pomocí rovnic probíhajících reakcí, proč pro hašení hořících kovů nelze použít vodní ani sněhový hasicí přístroj.
- Samotné hoření alkalických kovů ve vzduchu či kyslíku je zajímavé, protože při něm vznikají různé produkty. Napište, které látky vznikají při hoření lithia, sodíku a draslíku (v nadbytku vzduchu/kyslíku).

Významným redukčním činidlem je hydrid sodný. Jedno z jeho průmyslových využití je ve formě tzv. hydridové odokujovací lázně, což je roztavená směs hydridu a hydroxidu sodného. Tato lázeň se používá k odstranění povrchových okují (oxidů železa) po tepelném zpracování železných výrobků (např. po válcování plechů).

- Napište rovnici reakce hydridu sodného s okujemi (předpokládejte, že se jedná o Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) a pokuste se zdůvodnit, proč je použití hydridové lázně výhodnější ve srovnání s technicky jednodušším odstraněním oxidů z povrchu pomocí vhodné kyselinové lázně.
- Vypočítejte hmotnost okují (opět ve formě Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), které lze teoreticky zpracovat pomocí jedné tuny lázně s obsahem NaH 30 hm. %.
- Superoxidy a peroxidy alkalických kovů se využívají jako náhradní zdroje kyslíku v takových „dopravních“ prostředcích, kde hrozí jeho nedostatek (kosmické lodě, ponorky). Jejich výhodou je to, že reagují s produkty vydechovanými posádkou a namísto nich uvolňují kyslík. Napište rovnice reakcí Li<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a KO<sub>2</sub> s oxidem uhličitým a s vodou (vlhkostí).

**ORGANICKÁ CHEMIE****30 BODŮ****Autor****Mgr. et Mgr. Pavla Perlíková, Ph.D.**  
*Ústav organické chemie a biochemie AV ČR***Recenze****Ing. Petra Ménová, PhD.** (odborná recenze)  
*Max Planck Institute of Colloids and Interphases,  
Potsdam, Spolková republika Německo***RNDr. Jiřina Svobodová** (pedagogická recenze)  
*Gymnázium Oty Pavla, Praha 5*

Letošní ročník bude zaměřen na cyklické organické sloučeniny, konstituční a konfigurační isomerii, dále pak na chemii cyklických alkenů a cyklických etherů. Pozornost tedy věnujte především těmto oblastem:

1. Konstituční isomerie, konfigurační isomerie na kruzích a dvojných vazbách
2. Chiralita, stereogenní centrum, enantiomery, diastereomery, optická otáčivost, racemát
3. Vlastnosti cyklických organických sloučenin, konformace a konformační analýza
4. Tvorba cyklických organických molekul - Dielsova-Alderova reakce, cyklopropanace a epoxidace dvojných vazeb, otevírání epoxidů
5. Adice na alkeny, Markovnikovo pravidlo, regioselektivita, stereoselektivita adice halogenů a vodíku, dihydroxylace alkenů, oxidativní štěpení dvojných vazeb, ozonolýza, znalost stereochemie vznikajících produktů pro epoxidace dvojných vazeb, otevírání epoxidů a dihydroxylace alkenů
6. Základní názvosloví organických sloučenin, zejména alkanů, cykloalkanů, alkenů a cykloalkenů

**Doporučená literatura:**

6. McMurry, J. *Organická chemie*, 1. vydání.; VŠCHT Praha a VUTIUM: Praha, 2007, str. 88-94, 109-130, 173-177, 184-190, 208-227, 275-299, 474-480.
7. Příslušné kapitoly ve středoškolských učebnicích chemie.
8. Vhodným pomocníkem pro potřeby domácího kola může být internet. Dbejte však na to, abyste používali důvěryhodné stránky.

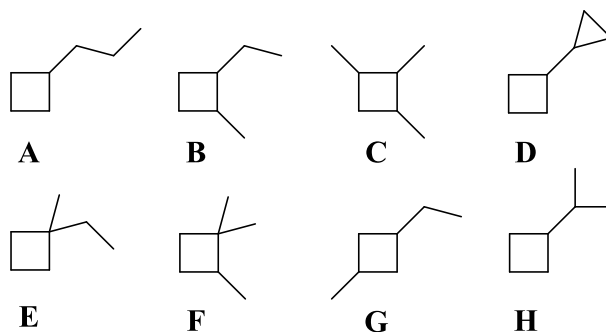
**Úloha 1      Cykly, cykly, cykly****8 bodů**

1. Nakreslete a pojmenujte základní cykloalkany se třemi, čtyřmi, pěti a šesti atomy uhlíku.
2. Pro každý cykloalkan určete velikost vazebných úhlů vazeb uhlík-uhlík za předpokladu rovinného uspořádání atomů uhlíku. Porovnejte velikost vazebných úhlů s vazebným úhlem vazeb uhlík-vodík v molekule methanu.
3. Jaký typ pnutí v molekule vzniká, je-li vazebný úhel mezi uhlíky v cyklu menší než vazebný úhel vazeb uhlík-vodík v molekule methanu?
4. Ve kterém cykloalkanu leží skutečně atomy uhlíku v jedné rovině?
5. Uveďte příklad cykloalkanu, ve kterém dochází k tzv. transanulárním interakcím. Čím jsou transanulární interakce způsobeny?
6. Nakreslete a nazvěte dvě základní konformace cykloalkanu se šesti atomy uhlíku. Která z těchto konformací je energeticky výhodnější a proč?
7. U cyklooktenu známe dva různé isomery, o které isomery se jedná? Který z isomerů je stabilnější a proč?

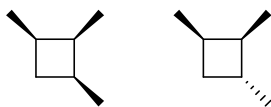
**Úloha 2      Cyklobutany****8 bodů**

Bohatost organické chemie je založena na ohromném množství sloučenin, které lze spojováním atomů uhlíku, vodíku a dalších prvků vytvořit.

1. Látky **A-H** jsou sedmiuhlíkaté cykloalkany odvozené od cyklobutanu. Do skupiny isomerních sloučenin se však připletla jedna, která mezi ně nepatří. O kterou látku jde a proč? Jaký typ isomerů představují všechny zbývající látky?



2. Naopak jeden isomer s cyklobutanovým kruhem ve výčtu chybí. Napište jeho vzorec a sloučeninu pojmenujte.
3. Napište názvy sloučenin **A-H**.
4. Vezmeme-li v úvahu i prostorové uspořádání atomů v molekulách, vyjde najevo, že některé z uvedených sloučenin mohou tvořit další typy isomerů. Podívejme se nejprve na látku **G**. Nakreslete její oba její isomery a označte, který z nich je *cis* a který *trans*-isomer.
5. Nakreslete oba dva stereoisomery látky **F**. Jak se taková dvojice stereoisomerů nazývá?
6. Níže jsou vzorce dvou stereoisomerů látky **C**. Jak se nazývá tato dvojice stereoisomerů?

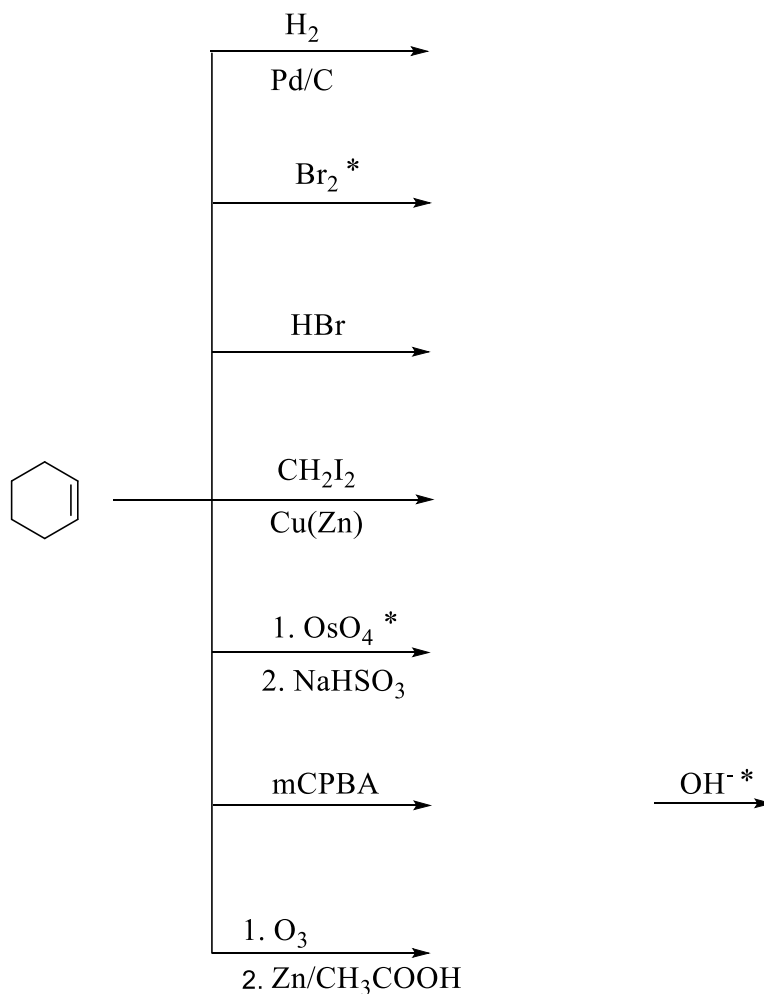


7. Kolik stereoisomerů může tvořit látka **B**? Nakreslete jejich vzorce a označte v nich stereogenní centra.

### Úloha 3 Cyklohexen

14 bodů

1. Doplňte produkty reakcí cyklohexenu s uvedenými činidly. Neuvažujte stereochemii.



- Jaké činidlo se skrývá pod zkratkou mCPBA? Nakreslete i jeho vzorec.
- Vraťte se nyní k reakcím označeným hvězdičkou. Vezměte u těchto reakcí v úvahu jejich stereoselektivitu a rozhodněte, zda při nich vzniká *cis* nebo *trans* isomer.
- Reaktivita cyklohexenu a benzenu s bromem je velmi rozdílná. Která z těchto dvou sloučenin reaguje s bromem snadněji? O jaký typ reakce z hlediska mechanismu se v tomto případě jedná? Co byste museli do reakce přidat, abyste zvýšili reaktivitu netečnější sloučeniny? Jaký je potom produkt reakce a o jaký typ reakce z hlediska mechanismu se jedná?





**53. ročník**  
**2016/2017**

**ŠKOLNÍ KOLO**  
**kategorie B**

**ZADÁNÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI**

## PRAKTICKÁ ČÁST (40 BODŮ)

### Autoři

**Mgr. Eva Kinnertová**

*Katedra chemie, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita*

**Mgr. Gabriela Hotová**

*Katedra chemie, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita*

### Recenze

**RNDr. Jakub Hraníček, Ph.D.** (odborná recenze)

*Katedra analytické chemie, PřF UK Praha*

**RNDr. Jiřina Svobodová** (pedagogická recenze)

*Gymnázium Oty Pavla, Praha 5*

Milé a milí soutěžící,

v praktické části letošního ročníku Chemické olympiády kategorie B se spolu zaměříme na jednu z nejpoužívanějších technik pro rutinní, jednoduché, ale přesné stanovení kovů - chelatometrii. Tato titrační metoda stanovení iontů kovů ve vodných roztocích je stále využívána i přesto, že v dnešní době existuje spousta instrumentálních metod, kterými může být nahrazena (např. metody atomové absorpční a emisní spektrometrie). Zejména pro svou jednoduchost a finanční nenáročnost se využívá jako provozní a kontrolní metoda v mnoha výrobních odvětvích. V letošním ročníku ChO využijeme chelatometrii ke stanovení kovů 2. skupiny periodické tabulky v některých materiálech.

Pro úspěšné zvládnutí úloh praktické části budete potřebovat:

1. Výpočty spojené s titračními metodami
2. Princip přímé a nepřímé titrace
3. Princip chelatometrie
4. Stanovení kovů 2. skupiny pomocí chelatometrie

### Doporučená literatura:

1. Vondrák, D.; Vulterin, J. *Analytická chemie*, SNTL 1985, str. 34, 43 – 45, 129 – 131.
2. Holzbecher, Z.; Churáček, J. a kol. *Analytická chemie*, SNTL 1987, str. 92, 94 – 96.
3. Přibíl, R. *Komplexometrie*, SNTL 1977, str. 256 – 258, 271 – 273.
4. Renger, F.; Kalous, J. *Analytická chemie I.*, Univerzita Pardubice 2004, str. 91 – 92.
5. Navratilová, Z. *Vybrané kapitoly z analytické chemie*, Ostravská univerzita 2004, str. 62 – 66.
6. Slovák, V. *Chelatometrie - přípravný text pro ChO*, dostupné online z <http://1url.cz/3tqQW>.

## Úloha 1 Stanovení vyluhovatelného množství vápníku a hořčíku 40 bodů v popelu

Popel nemusí být jen odpad. Popel, jak je známo, je nehořlavý zbytek vzniklý spálením tuhých paliv. Není to však tak bezcenná surovina, jak by se mohlo na první pohled zdát. Popel je vynikajícím zásaditým hnojivem s vysokým obsahem minerálů především vápníku, draslíku, fosforu, hořčíku a mnoha dalších prvků. Pro život a růst rostlin jsou právě tyto biogenní prvky nenahraditelnými. Každý z nich má svou specifickou funkci a v případě jejich nedostatku rostliny strádají nebo mohou být náchylné vůči chorobám a škůdcům.

Jako hnojivo nelze využít popel z jakýchkoliv tuhých paliv. Uhelný popel je k těmto účelům nevhodný, protože obsahuje poměrně velké množství těžkých kovů a dalších nebezpečných látek. Pouze popel vzniklý z dřevěných surovin (briket, pelet, pilin) odpovídá kvalitou komerčně vyráběným hnojivům. Dokonalým spálením dřeva vzniká 6 – 10 % popela a jeho složení závisí na kvalitě spalovaných surovin a technologii procesu spalování. Takže když si nebudete vědět rady, obzvláště po zimních měsících, jak naložit s popelem z vašich kamen či krbů, zkuste jej využít na své zahradě. V této úloze si prakticky ověříte, kolik vápníku a hořčíku obsahuje předložený vzorek popela.

Stanovení hořčíku a vápníku ve směsi je založeno na jednoduchém principu chelatometrické titrace. Její podstatou je vznik velmi stabilních rozpustných komplexních sloučenin tzv. chelátů.

### Úkol:

- Nejprve proved'te stanovení obou kovů dohromady při pH asi 10 na indikátor eriochromčern T.
- Poté stanovte samotný vápník v silně alkalickém prostředí na indikátor murexid.
- Obsah hořčíku zjistěte výpočtem.

### Pomůcky:

- kádinka 250 ml (2x)
- lodička
- odměrný válec 5 ml, 50 ml
- filtrační nálevka
- skládaný filtrační papír
- odměrná baňka 100 ml
- pipeta nedělená 10 ml
- pipetovací balónek nebo nástavec
- byreta 25 ml
- úzká nálevka na dolití byrety
- titrační baňka 250 ml
- stojan s klemou a filtračním kruhem
- varná plotýnka nebo kahan s trojnožkou a sít'kou
- zápalky
- gumové prsty (hadr)
- skleněná tyčinka
- chemická lžička
- kopistka
- kapátko
- pH papírky
- stříčka s destilovanou vodou

### Chemikálie:

- vzorek dřevěného popela
- odměrný roztok Chelatonu 3 o přesné známé koncentraci ( $c \sim 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$ )
- roztok HCl ( $c = 1 \text{ mol dm}^{-3}$ )
- roztok  $\text{NH}_3$  (zředěný 1:1)
- Schwarzenbachův pufr
- roztok NaOH ( $c = 1 \text{ mol dm}^{-3}$ )
- eriochromčern T (směs 1:100 s NaCl)
- murexid (směs 1:100 s NaCl)

### Pracovní postup:

#### a) Příprava výluhu popela

- Na lodičce navažte přibližně přesně 1 g vzorku popela a navážku převed'te kvantitativně pomocí stříčky do kádinky.
- Ke vzorku popela přidejte odměrným válcem 50 ml HCl ( $c = 1 \text{ mol dm}^{-3}$ ) a směs míchejte a zahřívejte k mírnému varu po dobu 10 minut.
- Poté výluh za horka zfiltrujte přes skládaný filtrační papír do kádinky a promyjte 10 – 15 ml horké destilované vody.
- Získaný filtrát zahřejte k varu a k horkému roztoku přikapávejte pomocí kapátka roztok  $\text{NH}_3$  zředěný 1:1 do vzniku sraženiny a neutrálního pH (ověřte pomocí pH papírku).
- Po vytvoření sraženiny přidejte navíc ještě 5 kapek roztoku  $\text{NH}_3$  (1:1) a směs povařte ještě asi minutu.
- Sraženinu nechejte po dobu 5 minut usadit, následně ji zfiltrujte do odměrné baňky o objemu 100 ml a promyjte 10 – 15 ml horké vody.
- Vzorek v odměrné baňce ochlad'te pod tekoucí vodou a po ochlazení doplňte pomocí stříčky po rysku destilovanou vodou.

#### b) Stanovení celkové koncentrace vápníku a hořčíku

- Do titrační baňky napipetujte 10 ml připraveného výluhu.
- Pomocí odměrného válce přilijte ke vzorku v titrační baňce 5 ml Schwarzenbachova pufru, přibližně 50 ml destilované vody a přidejte na špičku kopistky indikátoru (eriochromčern T).
- Roztok v titrační baňce titrujte odměrným roztokem Chelatonu 3 z vínově červeného do modrého zbarvení.
- Stanovení proved'te alespoň třikrát a výsledky zaznamenejte do pracovního listu.

#### c) Stanovení koncentrace vápníku

- Do titrační baňky napipetujte 10 ml připraveného výluhu.
- Odměrným válcem přilijte ke vzorku v titrační baňce 5 ml NaOH ( $c = 1 \text{ mol dm}^{-3}$ ), přibližně 50 ml destilované vody a pomocí kopistky přidejte indikátor (murexid).
- Roztok v titrační baňce titrujte odměrným roztokem Chelatonu 3 z růžového do fialového zbarvení.
- Stanovení proved'te alespoň třikrát a výsledky zaznamenejte do pracovního listu.

**Otázky a úkoly (odpovězte do pracovního listu):**

1. Určete koncentraci vápníku a hořčíku ve výluhu popela (v mol dm<sup>-3</sup>).
2. Vypočítejte hmotnosti vápníku a hořčíku ve vzorku popela vzatého k analýze, dále vypočtete obsahy vápníku a hořčíku v popelu v hmotnostních procentech.
3. Vysvětlete, co jsou metalochromní indikátory, a uveďte 3 konkrétní příklady.
4. Proč se chelatometrické titrace provádí v přítomnosti tlumivých roztoků (pufrů)?
5. Ve formě jakých sloučenin je vápník v popelu vázán?

**PRACOVNÍ LIST (40 BODŮ)**

Soutěžní číslo:

body celkem

**Úloha 1 Stanovení vyluhovatelného množství vápníku a hořčíku v 40 bodů popelu****a) Příprava výluhu popela**navážka popela m =  g**b) Stanovení celkové koncentrace vápníku a hořčíku**

číslo stanovení	1.	2.	3.	4.	Průměr:
spotřeba chelatonu 3[ml]	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

body:

**c) Stanovení koncentrace vápníku**

číslo stanovení	1.	2.	3.	4.	Průměr:
spotřeba chelatonu 3[ml]	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

body:

**Otázky a úkoly:**

1.

a) Vypočtete koncentraci vápníku a hořčíku ve výluhu popela (v mol dm<sup>-3</sup>).

Přesnou koncentraci Chelatonu 3 vám sdělí organizátoři.

c(Chelaton 3) =  mol dm<sup>-3</sup>

Výpočty:

c(Ca + Mg) =  mol dm<sup>-3</sup>

body:

b) Vypočtete koncentraci vápníku ve výluhu popela (v mol dm<sup>-3</sup>).

*Výpočty:*

$$c(\text{Ca}) = \quad \text{mol dm}^{-3}$$

**body:**

c) Vypočtete koncentraci hořčíku ve výluhu popela (v mol dm<sup>-3</sup>).

*Výpočty:*

$$c(\text{Mg}) = \quad \text{mol dm}^{-3}$$

**body:**

2. Vypočítejte hmotnosti vápníku a hořčíku ve vzorku popela vzatého k analýze, dále vypočtete obsahy vápníku a hořčíku v popelu v hmotnostních procentech.

*Výpočty:*

Prvek	Hmotnost kovu v popelu m [g]	Obsah kovu v popelu w [hm.%]
Ca		
Mg		

**body:**

3. Vysvětlete, co jsou metalochromní indikátory, a uveďte 3 konkrétní příklady.

**body:**

4. Proč se chelatometrické titrace provádí v přítomnosti tlumivých roztoků (pufrů)?

**body:**

5. Ve formě jakých sloučenin je vápník v popelu vázán?

**body:**





# 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> 1 2,20 Vodík																	2 4,0026 <b>He</b> 2 Helium
2 6,941 <b>Li</b> 3 0,97 Lithium	4 9,0122 <b>Be</b> 4 1,50 Beryllium											5 10,811 <b>B</b> 5 2,00 Bor	6 12,011 <b>C</b> 6 2,50 Uhlík	7 14,007 <b>N</b> 7 3,10 Dusík	8 15,999 <b>O</b> 8 3,50 Kyslík	9 18,998 <b>F</b> 9 4,10 Fluor	10 20,179 <b>Ne</b> 10 Neon
3 22,990 <b>Na</b> 11 1,00 Sodík	12 24,305 <b>Mg</b> 12 1,20 Hořčík											13 26,982 <b>Al</b> 13 1,50 Hliník	14 28,085 <b>Si</b> 14 1,70 Křemík	15 30,974 <b>P</b> 15 2,10 Fosfor	16 32,06 <b>S</b> 16 2,40 Síra	17 35,453 <b>Cl</b> 17 2,80 Chlor	18 39,948 <b>Ar</b> 18 Argon
4 39,098 <b>K</b> 19 0,91 Draslík	20 40,078 <b>Ca</b> 20 1,00 Vápník	21 44,956 <b>Sc</b> 21 1,30 Skandium	22 47,867 <b>Ti</b> 22 1,30 Titan	23 50,942 <b>V</b> 23 1,50 Vanad	24 51,996 <b>Cr</b> 24 1,60 Chrom	25 54,938 <b>Mn</b> 25 1,60 Mangan	26 55,845 <b>Fe</b> 26 1,60 Želeno	27 58,933 <b>Co</b> 27 1,70 Kobalt	28 58,693 <b>Ni</b> 28 1,70 Nikl	29 63,546 <b>Cu</b> 29 1,70 Měď	30 65,38 <b>Zn</b> 30 1,70 Zinek	31 69,723 <b>Ga</b> 31 1,80 Gallium	32 72,61 <b>Ge</b> 32 2,00 Germanium	33 74,922 <b>As</b> 33 2,20 Arzen	34 78,971 <b>Se</b> 34 2,50 Selen	35 79,904 <b>Br</b> 35 2,70 Brom	36 83,798 <b>Kr</b> 36 Krypton
5 85,468 <b>Rb</b> 37 0,89 Rubidium	38 87,62 <b>Sr</b> 38 0,99 Stroncium	39 88,906 <b>Y</b> 39 1,10 Yttrium	40 91,224 <b>Zr</b> 40 1,20 Zirkonium	41 92,906 <b>Nb</b> 41 1,20 Niob	42 95,95 <b>Mo</b> 42 1,30 Molybden	43 -98 <b>Tc</b> 43 1,40 Technecium	44 101,07 <b>Ru</b> 44 1,40 Ruthenium	45 102,91 <b>Rh</b> 45 1,40 Rhodium	46 106,42 <b>Pd</b> 46 1,30 Palladium	47 107,87 <b>Ag</b> 47 1,40 Stříbro	48 112,41 <b>Cd</b> 48 1,50 Kadmium	49 114,82 <b>In</b> 49 1,50 Indium	50 118,71 <b>Sn</b> 50 1,70 Cín	51 121,75 <b>Sb</b> 51 1,80 Antimon	52 127,60 <b>Te</b> 52 2,00 Tellur	53 126,90 <b>I</b> 53 2,20 Jod	54 131,29 <b>Xe</b> 54 Xenon
6 132,91 <b>Cs</b> 55 0,86 Cesium	56 137,33 <b>Ba</b> 56 0,97 Baryum		72 178,49 <b>Hf</b> 72 1,20 Hafnium	73 180,95 <b>Ta</b> 73 1,30 Tantal	74 183,84 <b>W</b> 74 1,30 Wolfram	75 186,21 <b>Re</b> 75 1,50 Rhenium	76 190,23 <b>Os</b> 76 1,50 Osmium	77 192,22 <b>Ir</b> 77 1,50 Iridium	78 195,08 <b>Pt</b> 78 1,40 Platina	79 196,97 <b>Au</b> 79 1,40 Zlato	80 200,59 <b>Hg</b> 80 1,40 Rtuť	81 204,38 <b>Tl</b> 81 1,40 Thallium	82 207,20 <b>Pb</b> 82 1,50 Olovo	83 208,98 <b>Bi</b> 83 1,70 Bismut	84 -209 <b>Po</b> 84 1,80 Polonium	85 -210 <b>At</b> 85 1,90 Astat	86 -222 <b>Rn</b> 86 Radon
7 -223 <b>Fr</b> 87 0,86 Francium	88 226,03 <b>Ra</b> 88 0,97 Radium		104 261,11 <b>Rf</b> 104 Rutherfordium	105 262,11 <b>Db</b> 105 Dubnium	106 263,12 <b>Sg</b> 106 Seaborgium	107 262,12 <b>Bh</b> 107 Bohrium	108 270 <b>Hs</b> 108 Hassium	109 268 <b>Mt</b> 109 Meitnerium	110 281 <b>Ds</b> 110 Darmstadtium	111 280 <b>Rg</b> 111 Roentgenium	112 277 <b>Cn</b> 112 Kopernicium	113 -287 <b>Nh</b> 113 Nihonium	114 289 <b>Fl</b> 114 Flerovium	115 -288 <b>Mc</b> 115 Moskovium	116 -289 <b>Lv</b> 116 Livermorium	117 -291 <b>Ts</b> 117 Tennessin	118 293 <b>Og</b> 118 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	138,91 57 1,10 <b>La</b> Lanthan	140,12 58 1,10 <b>Ce</b> Cer	140,91 59 1,10 <b>Pr</b> Praseodym	144,24 60 1,10 <b>Nd</b> Neodym	-145 61 1,10 <b>Pm</b> Promethium	150,36 62 1,10 <b>Sm</b> Samarium	151,96 63 1,00 <b>Eu</b> Europium	157,25 64 1,10 <b>Gd</b> Gadolinium	158,93 65 1,10 <b>Tb</b> Terbium	162,50 66 1,10 <b>Dy</b> Dysprosium	164,93 67 1,10 <b>Ho</b> Holmium	167,26 68 1,10 <b>Er</b> Erbium	168,93 69 1,10 <b>Tm</b> Thulium	173,04 70 1,10 <b>Yb</b> Ytterbium	174,97 71 1,10 <b>Lu</b> Lutecium
7 AKTINOIDY	227,03 89 1,00 <b>Ac</b> Aktinium	232,04 90 1,10 <b>Th</b> Thorium	231,04 91 1,10 <b>Pa</b> Proaktinium	238,03 92 1,20 <b>U</b> Uran	237,05 93 1,20 <b>Np</b> Neptunium	{244} 94 1,20 <b>Pu</b> Plutonium	-243 95 1,20 <b>Am</b> Americium	-247 96 1,20 <b>Cm</b> Curium	-247 97 1,20 <b>Bk</b> Berkelium	-251 98 1,20 <b>Cf</b> Kalifornium	-252 99 1,20 <b>Es</b> Einsteinium	-257 100 1,20 <b>Fm</b> Fermium	-258 101 1,20 <b>Md</b> Mendělevium	-259 102 1,20 <b>No</b> Nobelium	-260 103 1,20 <b>Lr</b> Lawrencium



**53. ročník**  
2016/2017

**ŠKOLNÍ KOLO**  
kategorie B

**ŘEŠENÍ TEORETICKÉ ČÁSTI**

## ŘEŠENÍ TEORETICKÉ ČÁSTI (60 BODŮ)

## ANORGANICKÁ CHEMIE

30 BODŮ

## Úloha 1 Obec Hutisko-Solanec z pohledu chemika

12 bodů

1.  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$  (příp. i  $\text{CaO}$ )*za každou látku 0,5 bodu, celkem 1,5 bodu*

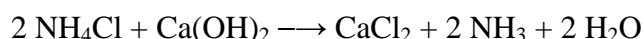
2.



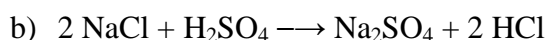
První dva kroky mohou být spojeny do jedné rovnice:



recyklace amoniaku:



nebo

*za každou rovnici 0,5 bodu (za spojenou rovnici 2 x 0,5 bodu = 1 bod), celkem 2 body**za rovnici 0,5 bodu, celkem 0,5 bodu*c)  $\text{NaOH}$  se vyrábí elektrolýzou roztoku  $\text{NaCl}$  s **odděleným katodovým a anodovým prostorem** (zamezení mísení katolytu a anolytu), což se realizuje buď amalgámovým způsobem, nebo diafragmou (polopropustnou membránou).*za elektrolýzu 1 bod, za oddělené elektrodové prostory 1 bod, celkem 2 body*3. Z koncentrace  $\text{Ca}^{2+}$  ve vodě a objemu vody lze vypočítat látkové množství  $\text{Ca}^{2+}$ :

$$n(\text{Ca}) = c(\text{Ca}) \times V(\text{voda})$$

$$n(\text{Ca}) = 1,2 \text{ mmol dm}^{-3} \times 15 \text{ dm}^3 = 18 \text{ mmol} = 0,018 \text{ mol}$$

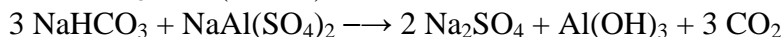
Pokud se všechnen přítomný vápník přemění na  $\text{CaCO}_3$ , pak platí:

$$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{Ca}) = 0,018 \text{ mol}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaCO}_3) \times M(\text{CaCO}_3)$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 0,018 \text{ mol} \times 100,088 \text{ g mol}^{-1} = 1,80 \text{ g}$$

Při praní jedné dávky prádla se teoreticky může vyloučit 1,80 g vodního kamene.

*za správný výsledek (při jakémkoliv správném postupu) 2 body, celkem 2 body**za každou rovnici 1 bod, celkem 2 body*

5. Nejprve vypočteme hmotnost NaHCO<sub>3</sub> v kypřicím prášku (pomocí známého hmotnostního zlomku) a následně jeho látkové množství:

$$m(\text{NaHCO}_3) = m(\text{prášek}) \times w(\text{NaHCO}_3)$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = 12 \text{ g} \times 0,3 = 3,6 \text{ g}$$

$$n(\text{NaHCO}_3) = m(\text{NaHCO}_3) / M(\text{NaHCO}_3)$$

$$n(\text{NaHCO}_3) = 3,6 \text{ g} / 84,01 \text{ g mol}^{-1} = 0,04285 \text{ mol}$$

Při rozkladu NaHCO<sub>3</sub> kyselinami (jako v kypřicím prášku) je látkové množství uvolněného CO<sub>2</sub> stejné jako látkové množství rozloženého NaHCO<sub>3</sub> (viz např. rovnice uvedené v předchozím bodě):

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{NaHCO}_3) = 0,04285 \text{ mol}$$

Objem uvolněného plynu za daných teplotních a tlakových podmínek udává rovnice ideálního plynu:

$$V(\text{CO}_2) = (n(\text{CO}_2) \times R \times T) / p$$

$$V(\text{CO}_2) = (0,04285 \text{ mol} \times 8,314 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times (180 + 273,15) \text{ K}) / 100000 \text{ Pa}$$

$$V(\text{CO}_2) = 0,001614 \text{ m}^3 = 1,614 \text{ dm}^3$$

Objem uvolněného plynu je za daných podmínek 1,614 dm<sup>3</sup>.

*za určení látkového množství plynu 1 bod, za konečný výsledek 1 bod, celkem 2 body*

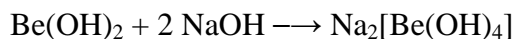
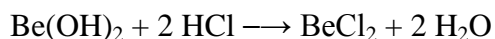
## Úloha 2 Zásady (ale i kyseliny)

6 bodů

1. Zásaditost hydroxidů roste ve skupině s rostoucím protonovým číslem, tedy LiOH < NaOH < ... < CsOH.

*za správné pořadí 1 bod, celkem 1 bod*

2. Be(OH)<sub>2</sub>



*za určení hydroxidů 0,5 bodu, za každou reakci 0,5 bodu, celkem 1,5 bodu*

3. Uhličitanový anion ve vodě hydrolyzuje podle rovnice CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> + H<sub>2</sub>O → HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + OH<sup>-</sup>, což vede ke zvýšení koncentrace hydroxidových iontů a zvýšení pH.

*za rovnici příp. vysvětlení 0,5 bodu, celkem 0,5 bodu*

4. Hydrogensíranový anion ve vodě hydrolyzuje podle rovnice HSO<sub>4</sub><sup>-</sup> + H<sub>2</sub>O → SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> + H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, což vede ke zvýšení koncentrace oxoniových iontů a snížení pH.

*za rovnici příp. vysvětlení 0,5 bodu, celkem 0,5 bodu*

5. Pro posouzení zásaditosti lze využít konjugované páry – platí, že čím je silnější zásada, tím je slabší její konjugovaná kyselina. Stačí tedy seřadit kyseliny konjugované k příslušným aniontům v solích podle klesající síly (tedy rostoucí hodnoty pK<sub>a</sub>). Pořadí podle rostoucí zásaditosti je tedy:

NaHSO<sub>4</sub> (konj. kyselina H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, velmi silná, hodnota pK<sub>a</sub> by byla velmi nízká)

NaHSO<sub>3</sub> (konj. kyselina H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, pK<sub>a</sub> = 1,81)

NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (konj. kyselina H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, pK<sub>a</sub> = 2,12)

NaHS (konj. kyselina H<sub>2</sub>S, pK<sub>a</sub> = 7,04)

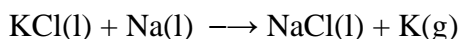
Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (konj. kyselina H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, pK<sub>a</sub> = 7,21)

*Za správné pořadí 1 bod, za zdůvodnění 1,5 bodu, celkem 2,5 bodu.*

## Úloha 3 Oxidační i redukční činidla

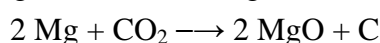
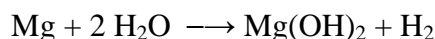
12 bodů

1. Reakce se provádí při teplotě asi 800 °C, která je vyšší než teplota varu draslíku, ale nižší než teplota varu sodíku. Díky tomu se vznikající draslík z reakční směsi vypařuje, rovnováha reakce se neustále posouvá k produktům.



za jakékoliv logické vysvětlení 1,5 bodu, celkem 1,5 bodu

2. Horké roztavené elektropozitivní kovy (jako kovy 1. a 2. skupiny) se prudce exotermicky oxidují jak vodou (vodní hasicí přístroj), tak CO<sub>2</sub> (sněhový hasicí přístroj). Dá se říci, že „hoří“ ve vodě i v CO<sub>2</sub>, proto je těmito prostředky nelze uhasit. Např.



za jakékoliv logické vysvětlení včetně rovnic 1 bod, celkem 1 bod

3. oxid lithný Li<sub>2</sub>O, peroxid sodný Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, superoxid draselný KO<sub>2</sub>

za správné uvedení každé látky 0,5 bodu, celkem 1,5 bodu

4.  $3 \text{NaH} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \longrightarrow 3 \text{NaOH} + 2 \text{Fe}$

Výhodou tohoto postupu je to, že se oxidovaný povrch neodstraní, ale převede zpět na kov. Nedo-  
cháží tedy ke ztrátám železa.

za rovnici 1 bod, za zdůvodnění 1 bod, celkem 2 body

5. Hmotnost NaH v lázni vypočteme z hmotnostního zlomku:

$$m(\text{NaH}) = m(\text{lázně}) \times w(\text{NaH})$$

$$m(\text{NaH}) = 1 \text{ t} \times 0,3 = 0,3 \text{ t} = 300 \text{ kg}$$

Tomu odpovídá látkové množství hydridu:

$$n(\text{NaH}) = m(\text{NaH}) / M(\text{NaH})$$

$$n(\text{NaH}) = 300 \text{ kg} / (24,00 \text{ g/mol}) = 12,5 \text{ kmol}$$

Ze stechiometrie reakce (viz předchozí bod) vyplývá:

$$n(\text{NaH}) / n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 3 / 1$$

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = n(\text{NaH}) / 3$$

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 12,5 \text{ kmol} / 3 = 4,167 \text{ kmol}$$

Z látkového množství nakonec určíme hmotnost:

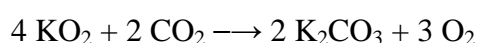
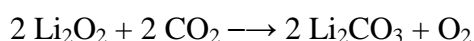
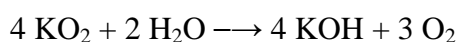
$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = n(\text{Fe}_2\text{O}_3) \times M(\text{Fe}_2\text{O}_3)$$

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 4,167 \text{ kmol} \times 159,7 \text{ g/mol} = 665 \text{ kg}$$

Pomocí jedné tuny hydridové lázně lze teoreticky zpracovat 665 kg okují.

za správný výsledek (při jakémkoliv správném postupu) 2 body, celkem 2 body

6.  $2 \text{Li}_2\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4 \text{LiOH} + \text{O}_2$



za každou rovnici 1 bod, celkem 4 body

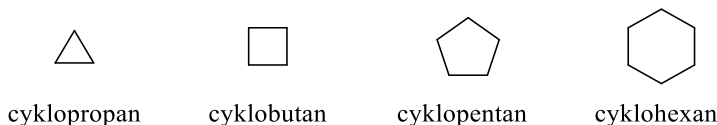
## ORGANICKÁ CHEMIE

30 BODŮ

## Úloha 1 Cykly, cykly, cykly

8 bodů

1.



*0,25 bodu za každou správnou strukturu a název, celkem 1 bod*

2. cyklopropan:  $60^\circ$ , menší než vazebný úhel C-H vazeb v methanu ( $109,5^\circ$ )  
 cyklobutan:  $90^\circ$ , menší než vazebný úhel C-H vazeb v methanu  
 cyklopentan:  $108^\circ$ , menší než vazebný úhel C-H vazeb v methanu  
 cyklohexan:  $120^\circ$ , větší než vazebný úhel C-H vazeb v methanu

*0,25 bodu za každou určenou velikost úhlu a srovnání, celkem 1 bod*

3. Jde o úhlové (Bayerovo) pnutí.

*celkem 0,5 bodu*

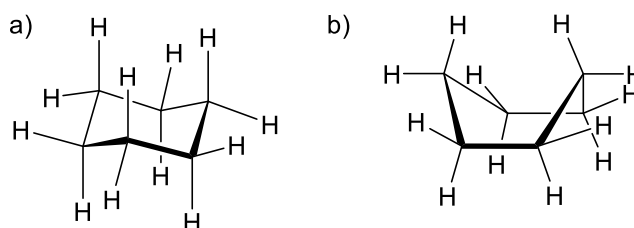
4. Atomy uhlíku leží v jedné rovině pouze u cyklopropanu.

*celkem 0,5 bodu*

5. K transanulární interakci dochází u cyklů s počtem uhlíků větším než 7 (cykloheptan a dále). Tyto interakce jsou způsobeny nucenou blízkostí protilehlých částí kruhu.

*za příklad 0,5 bodu, za vysvětlení 0,5 bodu, celkem 1 bod*

6. Jde o židličkovou (a) a vaničkovou (b) konformaci. Energeticky je výhodnější židličková konformace, a to ze dvou důvodů: nedochází v ní ke sterickému pnutí mezi vodíky na atomech C1 a C4; nedochází k torznímu pnutí na vazbách C2-C3 a C5-C6, protože vodíky na těchto uhlících jsou ve střídavém uspořádání.



*0,25 bodu za každou konformaci a její název, 0,5 bodu za určení výhodnější konformace, 1 bod za zdůvodnění, celkem 2 body*

7. Jde o *cis*-cyklookten a *trans*-cyklookten (případně (*Z*)-cyklookten a (*E*)-cyklookten). Stabilnější je *cis*-cyklookten, protože u *trans*-cyklooktenu dochází ze značným úhlovým pnutím.

*1 bod za názvy isomerů, 1 bod za zdůvodnění, celkem 2 body*

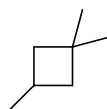
## Úloha 2 Cyklobutany

8 bodů

1. Do skupiny nepatří sloučenina **D**, protože má jiný souhrnný (sumární) vzorec. Jedná se o konstituční (strukturní) isomerii.

*0,5 bodu za určení sloučeniny a zdůvodnění, 0,5 bodu za typ isomerie, celkem 1 bod*

2. Jde o 1,1,3-trimethylcyklobutan.

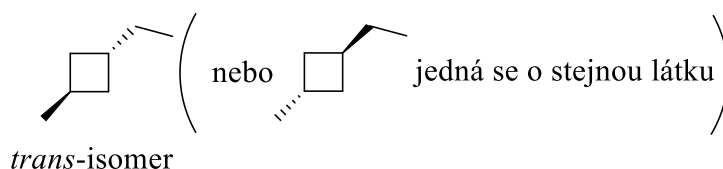
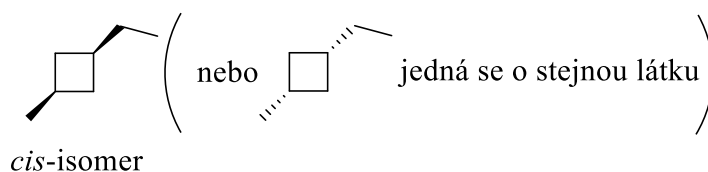


*0,3 bodu za název, 0,3 bodu za vzorec, celkem 0,6 bodu*

3. **A:** propylcyklobutan; **B:** 1-ethyl-2-methylcyklobutan; **C:** 1,2,3-trimethylcyklobutan;  
**D:** cyklopropylcyklobutan; **E:** 1-ethyl-1-methylcyklobutan; **F:** 1,1,2-trimethylcyklobutan;  
**G:** 1-ethyl-3-methylcyklobutan; **H:** isopropylcyklobutan (nebo propan-2-ylcyklobutan).

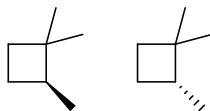
*0,3 bodu za každý název, celkem 2,4 body*

- 4.



*0,5 bodu za oba vzorce, 0,5 bodu za přiřazení typu isomerů, celkem 1 bod*

5. Jde o enantiomery.



*0,5 bodu za oba vzorce, 0,5 bodu za určení, celkem 1 bod*

6. Jde o diastereomery.

*celkem 0,5 bodu*

7. Látka **B** může tvořit 4 stereoizomery.

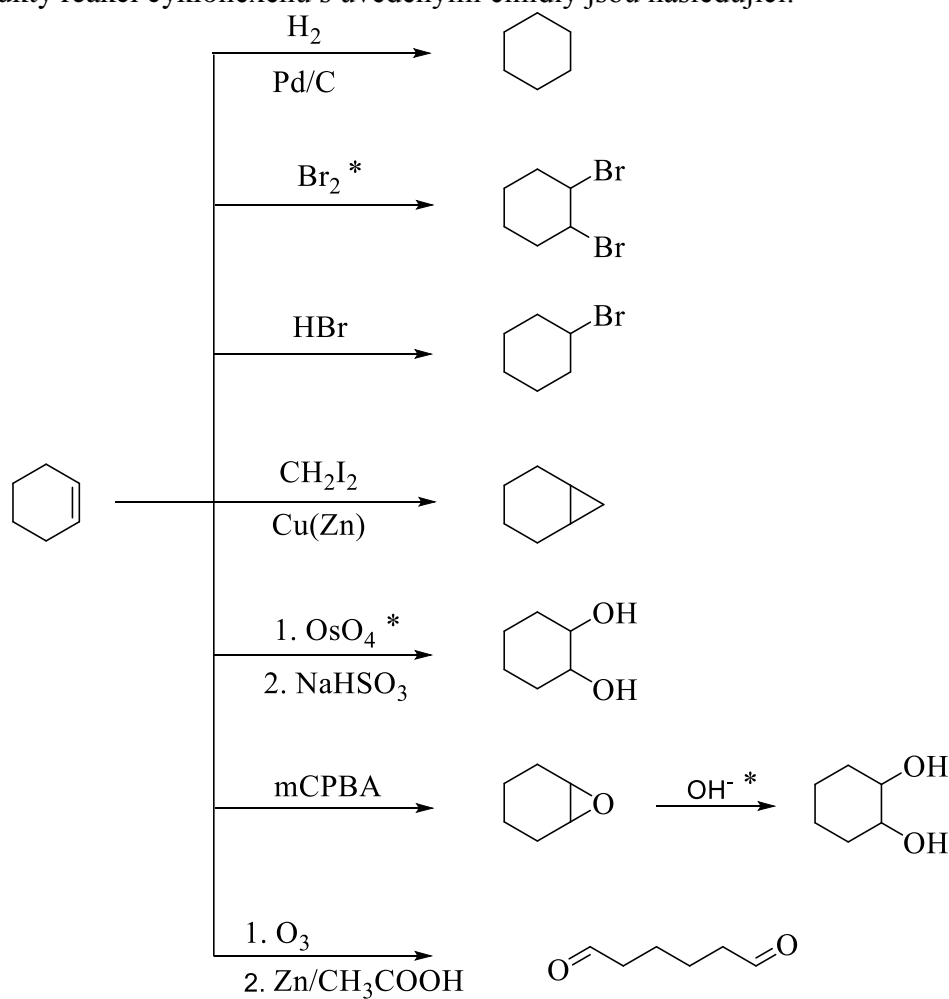


*0,25 bodu za počet isomerů, 0,25 bodu za každý vzorec, 0,25 bodu za označení všech stereogenních center, celkem 1,5 bodu*

Úloha 3 Cyklohexen

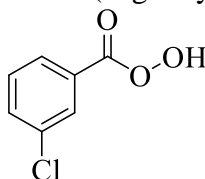
14 bodů

1. Produkty reakcí cyklohexenu s uvedenými činidly jsou následující:



1 bod za každý produkt, celkem 8 bodů

2. Jde o kyselinu *m*-chlorperoxybenzoovou (anglicky *m*-chlorperoxybenzoic acid, mCPBA).



0,5 bodu za název; 0,5 bodu za vzorec, celkem 1 bod

3. Ke vzniku *cis*-isomeru dochází při reakci s oxidem osmičelým, při reakci s bromem a při otevírání epoxidového kruhu dochází ke vzniku *trans*-isomerů.

1 bodu za každou reakci, celkem 3 body

4. S bromem reaguje snadněji cyklohexen. (0,5 bodu) Jde o elektrofilní adici. (0,25 bodu) Benzen s bromem reaguje pouze po přidání katalyzátoru (Lewisovy kyseliny). (0,5 bodu) Produktem je brombenzen (0,5 bodu) a jde o elektrofilní aromatickou substituci. (0,25 bodu)

celkem 2 body





**53. ročník**  
**2016/2017**

**ŠKOLNÍ KOLO**  
**kategorie B**

**ŘEŠENÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI**

**PRACOVNÍ LIST (40 BODŮ)**

Soutěžní číslo:

body celkem

**Úloha 1 Stanovení vyluhovatelného množství vápníku a hořčíku v 40 bodů popelu****a) Příprava výluhu popela**

navážka popela = \_\_\_\_\_ g

Zapsání navážky popela s příslušnou přesností odpovídající použitým vahám (např. na desetitisíciny gramu při použití analytických vah).

**b) Stanovení celkové koncentrace vápníku a hořčíku**

Hodnocení spotřeby – obě titrace (stanovení celkové koncentrace vápníku a hořčíku i stanovení koncentrace vápníku) se hodnotí stejně podle následující tabulky:

Průměrná odchylka:	počet bodů:
0,0 – 0,3 ml	10
0,3 – 1,3 ml	$10 \times (1,3 - \text{odchylka [ml]})$
$\geq 1,3$ ml	0

odchylka se udává v absolutní hodnotě v ml od hodnoty **experimentálně** zjištěné organizátory soutěže, body se uvádí s přesností na 0,5 bodu, každá titrace nejvýše 10 bodů, za průměrné spotřeby celkem nejvýše 20 bodů

**Otázky a úkoly:**

1.

a) Výpočet koncentrace vápníku a hořčíku ve výluhu popela (v mol dm<sup>-3</sup>).

$$c(\text{Chelaton 3}) = c_{Ch} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c_{Ch} \cdot V_{Ch1} = c_{Ca+Mg} \cdot V_{vz}$$

$$c_{Ca+Mg} = \frac{c_{Ch} \cdot V_{Ch1}}{V_{vz}}$$

$c_{Ca+Mg}$  je celková koncentrace vápenatých a hořečnatých iontů ve výluhu (v mol dm<sup>-3</sup>),

$c_{Ch}$  je přesná koncentrace odměrného roztoku Chelatonu 3 (v mol dm<sup>-3</sup>),

$V_{Ch1}$  odpovídá průměrné spotřebě odměrného roztoku při první titraci (v dm<sup>3</sup>),

$V_{vz}$  je pipetovaný objem výluhu popela k analýze (v dm<sup>3</sup>)

za jakýkoliv logický výpočet vedoucí ke správnému výsledku 2 body, celkem 2 body

b) Výpočet koncentrace vápníku (v mol dm<sup>-3</sup>).

$$c_{Ch} \cdot V_{Ch2} = c_{Ca} \cdot V_{vz}$$

$$c_{Ca} = \frac{c_{Ch} \cdot V_{Ch2}}{V_{vz}}$$

$c_{Ca}$  je koncentrace vápenatých iontů ve výluhu (v mol dm<sup>-3</sup>)

$c_{Ch}$  je přesná koncentrace odměrného roztoku Chelatonu 3 (v mol dm<sup>-3</sup>),

$V_{Ch2}$  odpovídá spotřebě odměrného roztoku při druhé titraci (v dm<sup>3</sup>),

$V_{vz}$  je pipetovaný objem výluhu popela k analýze (v dm<sup>3</sup>)

*za jakýkoliv logický výpočet vedoucí ke správnému výsledku 2 body, celkem 2 body*

c) Výpočet koncentrace hořčíku (v mol dm<sup>-3</sup>).

Koncentrace hořčíku se získá odečtením celkové koncentrace vápenatých a hořečnatých iontů a koncentrace vápenatých iontů:

$$c_{Mg} = c_{Ca+Mg} - c_{Ca}$$

*celkem 1 bod*

2. Výpočet hmotnosti kovu  $M$  ve vzorku popela použitého k analýze.

$$m_M = M_M \cdot c_M \cdot V_{celk}$$

$m_M$  je hmotnost kovu ve vzorku popela (v g),

$M_M$  je jeho molární hmotnost (v g mol<sup>-1</sup>)

$c_M$  je koncentrace kovu stanovená ve výluhu (v mol dm<sup>-3</sup>),

$V_{celk}$  je celkový objem výluhu vzorku popela (v dm<sup>3</sup>)

*za jakýkoliv logický výpočet vedoucí ke správnému výsledku 3 body pro každý kov, celkem 6 bodů*

Výpočet obsahu kovu  $M$  v popelu v hmotnostních procentech:

$$w_M = \frac{m_M}{m_{popel}} \cdot 100$$

$w_M$  je hmotnostní obsah kovu v popelu (v hm. %),

$m_M$  je hmotnost kovu v popelu z předchozího výpočtu (v g),

$m_{popel}$  je navážka vzorku popela (v g)

*za jakýkoliv logický výpočet vedoucí ke správnému výsledku 2 body pro každý kov, celkem 4 body*

3.

Metalochromní indikátory jsou chelatovná organická barviva, tvořící s kovovými ionty stanovené látky barevné komplexy jiného zabarvení, než vykazuje samotný indikátor při dané hodnotě pH. Funkce indikátoru je podmíněna vznikem barevného komplexu po přidání malého množství indikátoru k roztoku titrovaného kovového iontu. Protože komplex vzniklý reakcí Chelatonu s iontem kovu (chelát) je pevnější, rozruší se v bodě ekvivalence po ztitrování všech stanovovaných iontů i komplex kovu s indikátorem. Tím se objeví původní zabarvení volného indikátoru, které odpovídá hodnotě pH, při níž stanovení probíhá.

Příklady metalochromních indikátorů: eriochromčern T, murexid, pyrokatechinová violet, xylenolová oranž, thymolftalexon.

*1 bod za vysvětlení, 1 bod za uvedení tří příkladů, celkem 2 body*

4.

Tlumivé roztoky – pufry jsou schopny udržet během titrace pH titrovaného roztoku na určité hodnotě. Stálost komplexů (chelátů) závisí na pH, aby toto bylo zajištěno, stabilizuje se pH roztoků právě pomocí tlumivých roztoků. Cheláty kovů s oxidačním číslem II jsou stálé v alkalických nebo slabě kyselých roztocích.

*celkem 2 body*

5. Vápník se může v popelu vyskytovat ve formě  $\text{CaO}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

*za uvedení alespoň jedné z těchto sloučenin 1 bod, celkem 1 bod*

## POKYNY PRO PŘÍPRAVU PRAKTICKÉ ČÁSTI

### Pomůcky pro jednoho soutěžícího

- kádinka 250 ml (2x)
- lodička
- odměrný válec 5 ml, 50 ml
- filtrační nálevka
- skládaný filtrační papír
- odměrná baňka 100 ml
- pipeta nedělená 10 ml
- pipetovací balónek nebo nástavec
- byreta 25 ml
- úzká nálevka na dolití byrety
- titrační baňka 250 ml
- stojan s klemou a filtračním kruhem
- varná plotýnka nebo kahan s trojnožkou a sítkou
- zápalky
- gumové prsty (hadr)
- skleněná tyčinka
- chemická lžička
- kopistka
- kapátko
- pH papírky

### Chemikálie pro jednoho soutěžícího

- dobře zhomogenizovaný dřevěný popel, s odstraněnými většími kusy (např. hrubším sítem) - každý student bude mít k dispozici vzorek popela, aby si z něj mohl navážit přibližně 1 g
- odměrný roztok Chelatonu 3 o přesné známé koncentraci (určené standardizací)
- 50 ml roztoku HCl ( $c = 1 \text{ mol dm}^{-3}$ )
- 30 ml roztoku  $\text{NH}_3$  (1:1)
- 30 ml Schwarzenbachova pufru
- 30 ml roztoku NaOH ( $c = 1 \text{ mol dm}^{-3}$ )
- eriochromčern T (směs 1:100 s NaCl)
- murexid (směs 1:100 s NaCl)

### Pokyny pro přípravu roztoků

HCl o  $c = 1 \text{ mol dm}^{-3}$  ( $M = 36,46 \text{ g mol}^{-1}$ ,  $\rho_{36\%, 21^\circ\text{C}} = 1,1780 \text{ g cm}^{-3}$ )

Napipetujte 21,2 ml 36,5% HCl do odměrné baňky o objemu 250 ml zcela zaplněné destilovanou vodou. Po promíchání doplňte roztok destilovanou vodou po rysku.

### Roztok $\text{NH}_3$ (1:1)

Smíchejte stejný objem konc. amoniaku (25%) a vody.

### Schwarzenbachův pufr

5,4 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$  rozpustíte v 35 ml 25% roztoku  $\text{NH}_3$ , roztok převedíte do odměrné baňky o objemu 100 ml a doplňte destilovanou vodou po rysku.

**NaOH o  $c = 1 \text{ mol dm}^{-3}$  ( $M = 40,00 \text{ g mol}^{-1}$ )**

Navážku 4 g NaOH převedíte do odměrné baňky o objemu 100 ml obsahující malé množství destilované vody. Po rozpuštění NaOH doplňte roztok destilovanou vodou po rysku.

**Chelaton 3 o  $c = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$  ( $M = 372,24 \text{ g mol}^{-1}$ )**

Navážku 18,6120 g chelatonu 3 převedíte do odměrné baňky o objemu 1 l, rozpustíte v malém množství destilované vody a doplňte destilovanou vodou po rysku.

### Připravený roztok Chelatonu 3 je třeba standardizovat.

Navážku 10 g  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  převedíte do odměrné baňky o objemu 1 l, rozpustíte v malém množství destilované vody a doplňte po rysku. Do titrační baňky odpipetujete 20 ml roztoku  $\text{MgSO}_4$ , přidejte 5 ml Schwarzenbachova pufru, asi 50 ml destilované vody a na špičku kopistky eriochromčern T. Roztok titrujte odměrným roztokem Chelatonu 3 z vínově červeného do modrého zbarvení.