



53. ročník
2016/2017

ŠKOLNÍ KOLO
kategorie A a E

ÚVODNÍ INFORMACE

DŮLEŽITÉ UPOZORNĚNÍ 1

Nejprve se prosím zaregistrujte na nových webových stránkách Chemické olympiády

<https://olympiada.vscht.cz>

a přihlaste se na kategorii A 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.

DŮLEŽITÉ UPOZORNĚNÍ 2

Změna termínu kontrolního testu školního kola.

Z důvodu zdržení zadání úloh školního kola odsouhlasila ústřední komise ChO posunutí termínu školního kola ze 14. 11. na 23. 11. Termín pro zaslání výsledků na kraje je do 28. 11. (místo 21. 11.). Všem řešitelům i učitelům se velmi omlouváme za komplikace, kterým musíte kvůli vzniklému zpoždění čelit. Pevně doufáme, že si i přes tyto komplikace užijete s ChO mnoho zábavy.

**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 A

pro žáky 3. a 4. ročníků středních škol a odpovídající ročníky víceletých gymnázií

kategorie E

pro žáky 3. a 4. ročníků středních odborných škol s chemickým zaměřením¹

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 požádat 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.²

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.³

¹ Tj. pro žáky odborných škol, kteří mají alespoň 2 hodiny chemie a 2 hodiny laboratorních cvičení týdně po celou dobu studia (4 roky).

² 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.

³ Podrobnější informace o tomto stipendiu jsou uvedeny na webových stránkách fakulty www.natur.cuni.cz/faculty/studium/info/mimoradna-stipendia. Výplata stipendia je vázána na splnění studijních povinností umožňujících postup do druhého ročníku.

Celostátní soutěž řídí Ústřední komise Chemické olympiády v souladu s organizačním řádem. Na území krajů a okresů řídí Chemickou olympiádu krajské a okresní komise ChO. Organizátoři 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.

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 A a E. 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
3. ročník

Kat.: A, 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 A a E

Studijní část školního kola: říjen 2016
Kontrolní test školního kola: 23. 11. 2016

Škola odešle výsledky školního kola
krajské komisi ChO nejpozději dne: 28. 11. 2016

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.

Soustředění před krajským kolem: 3. 11. 2016 Pevnost poznání, Olomouc
9. 11. 2016 NTK Praha

Krajské kolo: 9. 12. 2016

Předsedové krajských komisí ChO vloží
výsledky krajských kol do databáze do: 16. 12. 2016

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.

Ústřední komise ChO vybere na základě výsledků dosažených v krajských kolech soutěžící do Národního kola ChO.

Národní kolo: 23. 1. – 26. 1. 2017, Litvínov

Ústřední komise ChO vybere na základě výsledků dosažených v Národním kole soutěžící do výběrových soustředění (teoretického a praktického).

Teoretické soustředění: 20. – 25. 3. 2017 VŠCHT Praha
Praktické soustředění 23. – 28. 4. 2017 PřF UK Praha

Na Mezinárodní chemickou olympiádu postupují čtyři soutěžící s nejlepšími výsledky z Národního kola a z výběrových soustředění. Na základě výsledků dosažených v krajských kolech vyberou organizátoři soutěžící, kteří se mohou zúčastnit letního odborného soustředění ChO v Běstvině.

Mezinárodní olympiáda pro kategorii A: 6. – 15. 7. 2017, Bangkok, Thajsko
Grand Prix Chimique: srpen/září 2017, Slovinsko
Letní odborné soustředění 1. – 15. 7. 2017, Běstvína

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 spoluvyhlašovatelé chemické olympiády České chemické společnosti naleznete na internetových stránkách 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 A a E

ZADÁNÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

DŮLEŽITÉ UPOZORNĚNÍ 1

Nejprve se prosím zaregistrujte na nových webových stránkách Chemické olympiády

<https://olympiada.vscht.cz>

a přihlaste se na kategorii A 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.

DŮLEŽITÉ UPOZORNĚNÍ 2

Změna termínu kontrolního testu školního kola.

Z důvodu zdržení zadání úloh školního kola odsouhlasila ústřední komise ChO posunutí termínu školního kola ze 14. 11. na 23. 11. Termín pro zaslání výsledků na kraje je do 28. 11. (místo 21. 11.). Všem řešitelům i učitelům se velmi omlouváme za komplikace, kterým musíte kvůli vzniklému zpoždění čelit. Pevně doufáme, že si i přes tyto komplikace užijete s ChO mnoho zábavy.

TEORETICKÁ ČÁST (60 BODŮ)

ANORGANICKÁ CHEMIE

16 bodů

Autoři

RNDr. Petr Holzhauser, Ph.D.

Ústav anorganické chemie

Katedra učitelství a humanitních věd

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

doc. RNDr. Jan Kotek, Ph.D.

Katedra anorganické chemie

Přírodovědecká fakulta UK v Praze

Recenze

doc. RNDr. Pavel Vojtíšek, CSc. (odborná recenze)

Katedra anorganické chemie, PřF UK Praha

RNDr. Vladimír Vít (pedagogická recenze)

Gymnázium Ostrov nad Ohří

Milí soutěžící,

vítejte při řešení úloh nového ročníku Chemické olympiády kategorie A/E. Letošním téma, které se bude táhnout všemi obory i úlohami jednotlivých kol, nakousne průmyslovou chemii – vždyť Národní kolo se bude poprvé konat nikoliv na půdě nějaké vysoké školy, ale v chemických závodech – v Unipetrolu. V anorganické části se tak potkáme s využitím kovů při průmyslových reakcích – seznámíme se s funkcí katalyzátorů. Uvidíme, že katalyzátor není sprosté slovo, které nemá v běžném životě místo – naopak, ukážeme si, kde všude používáme katalyzátory i při našich každodenních činnostech. Pro pochopení základních katalytických cyklů je nutné si osvěžit základní pojmy z koordinační chemie. Bude řeč hlavně o tzv. organokovových sloučeninách, kdy se na centrální atom vážou ligandy přes atom uhlíku. Narazíme také na tzv. klastry – vícejaderné komplexy, ve kterých se uplatňuje vazba kov–kov. Vypadají komplikovaně, ale ve skutečnosti můžeme jejich struktury odvodit s využitím „prstové“ matematiky. Pravda, do výpočtů podle 18-tielektronového pravidla musíme zapojit i prsty na nohou...

Pro řešení úloh bude užitečné rozumět pojům 18-tielektronové pravidlo, oxidativní adice, reduktivní eliminace a katalytický cyklus. Pozornost bude věnována i nejznámějším vzácným kovům v roli katalyzátorů různých chemických reakcí. Připomeňte si princip výrob těch nejdůležitějších anorganických sloučenin. Ze všeobecných znalostí se neobejdete bez názvosloví, vyčíslování rovnic všeho druhu a stechiometrických výpočtů.

Přejeme vám, ať si řešení letošních úloh náležitě užijete. Hodně zdaru!

Autoři

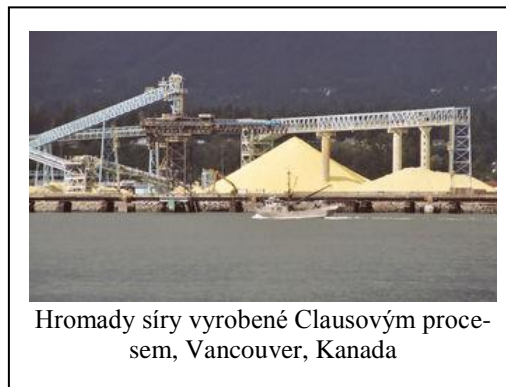
Doporučená literatura:

1. Středoškolské učebnice, kapitoly a pasáže týkající se katalýzy, základních anorganických výrob a pojmů uvedených v úvodu.
2. Internetové vyhledávače, klíčová slova – pojmy uvedené v úvodu.
3. C. E. Housecroft, A. G. Sharpe: Anorganická chemie, VŠCHT Praha 2014, str. 534–535, 539, 560–561, 763, 875–876, 884–886, 915–920, 940–943.
4. W. L. Jolly: Modern inorganic chemistry, McGraw-Hill, Inc., 1991, kapitola 16, str. 407–410 (18-tielektronové pravidlo, dostupné z https://olympiada.vscht.cz/media/filer_public/8a/fe/8afe8251-6b9a-4e18-8434-125bbe2651e2/53a_ach_jolly_clanek.pdf).

Úloha 1 Clausův proces

4 body

Síra je klíčovou surovinou, ze které se vyrábí kyselina sírová. Přibližně od roku 2000 se naprostá většina síry získává odsířením fosilních paliv a částečnou oxidací sulfanu – tzv. Clausovým procesem. Tato metoda, kterou vypracoval v roce 1880 CARL FRIEDRICH CLAUS, má dva kroky. V prvním kroku se sulfan spaluje s definovaným množstvím vzduchu při teplotě 850 °C. Větší část sulfanu se přemění na síru (1), část shoří na oxid siřičitý (2). Druhý krok je katalyzován materiálem na bázi Al_2O_3 a dochází k synproporcionaci zbývajícího sulfanu a oxidu siřičitého (3) postupně při teplotách 300 °C a 170 °C.



Hromady síry vyrobené Clausovým procesem, Vancouver, Kanada

1. Do roku 2000 se významné množství síry těžilo i tzv. Fraschovým procesem. Jaký je jeho princip?
2. Pomocí rovnic¹ (1) – (3) popište princip Clausova procesu.
3. V moderních ekologických provozech dochází ke konverzi až 99 %. Která rovnice popisuje sumárně celou výrobu?
4. V roce 2000 se v USA vyrobilo Clausovým procesem asi $9 \cdot 10^6$ tun síry. Jakou výšku by měla hromada, kdybychom všechnu tuto síru navršili ve vancouverském přístavu do tvaru jedné homole? Předpokládejte, že (i) se jedná o nejstabilnější alotropickou modifikaci síry, (ii) sypaná hustota materiálu je 25 % skutečné hustoty síry, (iii) výška homole je stejná jako poloměr její základny.

Úloha 2 Vynález profesora Döbereinera

5,5 bodu

V roce 1823 vyvinul prof. JOHANN WOLFGANG DÖBEREINER zařízení, které ho proslavilo do té míry, že se spolu s ním objevil na známce vydané v roce 1980 v DDR.

1. Co znamená zkratka DDR?
2. Jak se toto zařízení nazývá?

Zařízení funguje tak, že po stlačení páčky začne probíhat chemická reakce (1) generující plyn A. Ten uniká tryskou ven a v kontaktu s materiálem B se na vzduchu vznítí (2).

3. Napište rovnice reakcí (1) a (2).
4. Jak se nazývá materiál B? Jaký vztah má k reakci (2)?
5. Po uvolnění páčky přestane plyn z trysky unikat a po chvíli ustane díky důmyslné konstrukci i jeho vývoj. Na stejném principu pracuje jiné historické zařízení sloužící k přípravě plynů. Jak se jmenuje?



¹ V rovnicích uvádějte síru jednoduše jako S, nikoliv S_8 .

Materiál **B** se v práškové podobě používá i v současnosti. Připravit se dá ve dvou krocích. Tavením směsi hexachloridoplatičitanu amonného a dusičnanu sodného při 500 °C (**3**) uniká bílý dým, červenohnědý plyn a bezbarvý plynný prvek. Z taveniny je možno vyloučením a filtrací oddělit oxid platičitý. V druhém kroku se se tento oxid zahřívá v proudu plynu **A** a vzniká požadovaný produkt **B** (**4**).

6. Napište rovnice reakcí (**3**) a (**4**).

7. Jaké je nejznámější použití materiálu **B**:

- v anorganické technologii?
- v organické chemii?
- v elektrochemii?

Úloha 3 18-tielektronové pravidlo

6,5 bodu

Významná část průmyslových katalyzátorů obsahuje přechodný kov (d-kov) v podobě koordinační sloučeniny. V roli ligandů zde často nacházíme tzv. C-donory, jednoduché organické nebo anorganické molekuly navázané atomy uhlíku. Struktura těchto tzv. organokovových komplexů se řídí jednoduchým 18-tielektronovým pravidlem, které je analogické oktetovému pravidlu pro p-prvky¹. Pravidlo říká, že stabilní budou takové komplexy, kdy je v „elektronovém“ okolí centrálního atomu právě 18 elektronů (sčítáme „vlastní“ elektrony d-kovu a donorové elektrony od ligandů).

1. Určete, které z následujících komplexních částic splňují 18-tielektronové pravidlo:

komplexní částice	splňuje 18-e ⁻ pravidlo (ano/ne)
[Ni(CO) ₄]	
[Co(Cl)(CO) ₄]	
[Mo(CO) ₆]	
[W(CO) ₇]	
[Ni(η ⁵ -Cp) ₂]	
[Cr(η ⁶ -benzen)(CO) ₃]	
[Cu(CO) ₄] ⁺	
[Mn(CO) ₆] ⁻	
[Ir(CO) ₆] ³⁺	
[Mo(η ⁶ -benzen)(Br)(CO) ₂] ⁻	

Cp = cyklopentadienylový anion, (C₅H₅)⁻

Úvahou můžeme platnost 18-tielektronového pravidla rozšířit i na předpověď struktur vícejader-
ných komplexních částic, ve kterých se uplatňuje vazba kov–kov (tj. klastrů). Nedostatek elektronů
totiž může struktura kompenzovat vytvořením vazby M–M, kdy v elektronovém okolí obou zúčast-

¹ Oktetové pravidlo vychází z toho, že p-prvky mají k dispozici 1×s + 3×p = 4 valenční orbitály, které pojmu 8 elektronů, tedy oktet, a dosáhnou tak konfigurace uzavřené elektronové slupky. U d-kovů se ukazuje, že je opět výhodné mít zaplněné všechny valenční orbitály, které jsou k dispozici: 1×s + 5×d + 3×p = 9 orbitalů = 18 elektronů.

něných atomů kovu přibude jeden sdílený elektron. Počet vazeb M–M v kovových klastrech tak lze určit podle celkového počtu valenčních elektronů chybějících v dané vícejaderné komplexní částici k tomu, aby měl každý z atomů kovu elektronovou „osmnáctku“:

$$\text{počet vazeb M–M} = \frac{18 \times N - V - L}{2},$$

kde N je počet atomů kovu, V počet valenčních elektronů dodaných atomy kovů a L počet elektronů dodaných ligandy.

2. Na základě předchozí úvahy určete, jaká je struktura následujících klastrů (tj. jaký útvar tvoří atomy kovů):

klastr	struktura	
[Os ₃ (CO) ₁₂ (CN) ₂]	trojúhelník	lineární
[Ir ₄ (CO) ₁₂]	tetraedr	čtverec
[Ru ₄ (CO) ₁₆]	čtverec	motýl ¹
[Ir ₂ Os ₂ (CO) ₁₄]	motýl ¹	tetraedr
[OsRh ₄ (η ⁶ -benzen)(CO) ₁₂]	trigonální bipyramida	tetragonální pyramida

Jednou z klíčových meziproductů organické technologie je kyselina octová. Ocet, který znáte z kuchyně, je biogenního původu a vzniká z ethanolu při octovém kvašení. V průmyslovém měřítku se však kyselina octová vyrábí katalyzovanou reakcí methanolu a oxidu uhelnatého. Jako katalyzátor se používá *cis*-[Rh(CO)₂I₂][−] nebo analogická sloučenina iridia (výroby jsou nazývané obvykle jako procesy MONSANTO, resp. CATIVA).

- Jaký je oxidační stav rhodia a iridia v *cis*-[M(CO)₂I₂][−]?
- Jaký je počet valenčních elektronů v „elektronovém“ okolí centrálního iontu v tomto katalyzátoru?
- Prvním krokem katalytického cyklu výroby kyseliny octové je oxidativní adice jodmethanu na uvedenou komplexní částici. Proč může docházet k oxidativní adici? Nakreslete strukturu produktu.

¹ Motýl = 2 trojúhelníky sdílející společnou stranu

ORGANICKÁ CHEMIE**16 bodů****Autor****Mgr. Tomáš Fiala***Department of Chemistry, Columbia University,
New York, USA***doc. Ing. Tomáš Tobrman, Ph.D.***Ústav organické chemie, VŠCHT, Praha***Ing. Ondřej Šimůnek***Ústav organické chemie, VŠCHT, Praha***Recenze****prof. Ing. Jaroslav Kvíčala, CSc.** (odborná recenze)*Ústav organické chemie, VŠCHT, Praha***Ing. Petra Ménová, Ph.D.** (odborná recenze)*Max Planck Institute of Colloids and Interphases,
Potsdam, Spolková republika Německo***RNDr. Vladimír Vít** (pedagogická recenze)*Gymnázium Ostrov*

Milí přírodovědečtí nadšenci!

Následujících několik měsíců budete mít díky organickým úlohám ChO A plnou hlavu alkenů a konjugovaných dienu. V každé sérii Vás čeká úloha zaměřená na **1,2- a 1,4-adice na konjugované dieny**; dále Vás bude obtěžovat řada reagentů, kterými se dají **alkeny oxidovat**, především ozon (O_3); na závěr vždy potkáte nějakou tu **pericyklickou reakci** pojmenovanou po Otto Dielsovi a Kurtu Alderovi. Pokud si chcete ze všech kol odnášet nemalá množství bodů, bude dobré, když porozumíte **mechanismům** uvedených reakcí a seznámíte se s **formalismem zahnutých šipek**, který se pro zápisy mechanismů organických reakcí používá. Pro letošní ročník byste rovněž měli rozumět problematice **stability karbokationtů**, **hyperkonjugaci** a souvisejícímu **indukčnímu efektu**; cizí by Vám neměly být ani pojmy **kinetický a termodynamický produkt**, **relativní a absolutní konfigurace**, **enantiomery a diastereomery**, a **endo a exo isomery**. Rovněž Vám neuškodí se orientovat i v dalších organických přeměnách, kde figurují alkeny, zmiňme například **dehydrohalogenace**, **hydrogenace**, **oxymerkurace (hydroxymerkurace)** a **hydroborace**.

Hlavní zdroj informací, který Vám doporučíme, je učebnice od Johna McMurryho. Kapitoly 6 a 7 se věnují výhradně alkenům a jejich chemii, konjugovaným dienu je věnována zvláště kapitola 14. Obecné vysvětlení mechanismů organických reakcí a jejich zápis je k nalezení v kapitole 5., Dielsova-Alderova reakce je vysvětlena v kapitole 30.

Nezbývá než popřát Vám mnoho zdaru a hodně radosti a úspěchů spojených hlavně s chemickou olympiádou!

Doporučená literatura:

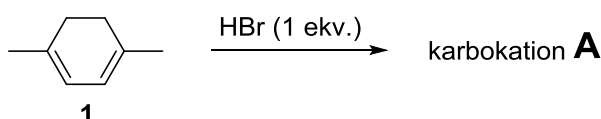
- McMurry, J. *Organická chemie*, 1. vydání.; VŠCHT Praha a VUTIUM: Praha, 2007, kapitoly 5 (mechanismy), 6 a 7 (alkeny), 14 (konjugované dieny) a 30 (pericyklické reakce).
- Učebnice středoškolské chemie, např. Mareček, A.; Honza, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia* - 3. díl, 3. vydání, Olomouc: Olomouc 2000.
- Vhodným pomocníkem pro potřeby domácího kola může být Wikipedie. Doporučujeme spíše anglickou verzi <http://en.wikipedia.org>.

Úloha 1 Dimethylcyklohexadien

6 bodů

1,4-Dimethylcyklohexa-1,3-dien (**1**) není z praktického hlediska příliš zajímavá látka. Organickým chemikům se ale může zdát atraktivní díky své reaktivitě v elektrofilních adicích. Nám nyní poslouží pro ilustraci 1,2- a 1,4-adičních reakcí. Z domácího studia byste měli vědět, že 1,2-adice většinou probíhá s kinetickým řízením reakce na méně stabilní produkt reakce, zatímco 1,4-adice obvykle probíhá s termodynamickým řízením za vzniku stabilnějšího produktu. Je však třeba si uvědomit, že tato tvrzení nejsou dogmatická a neplatí bezvýhradně.

Uvažujme nejprve reakci látky **1** s jedním ekvivalentem HBr (ve tmě a v nepřítomnosti radikálových iniciátorů – v takovém případě poběží reakce iontovým mechanismem). Prvním elementárním krokem reakce je regioselektivní protonace jedné dvojné vazby za vzniku karbokationtu **A**.



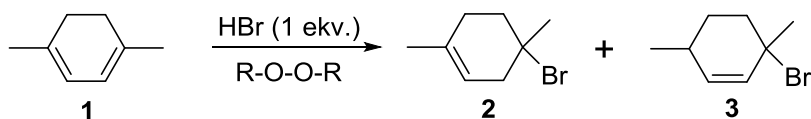
1. Nakreslete všechny rezonanční struktury karbokationtu **A**.
2. Která z těchto rezonančních struktur přispívá více ke skutečné struktuře karbokationtu **A**? Jinými slovy, na kterém atomu uhlíku je větší hustota kladného náboje? Svou odpověď zdůvodněte.

Druhým elementárním krokem iontové hydrobromace dienu **1** je připojení bromidového aniontu ke karbokationtu **A**. Ten se může adovat do dvou různých poloh za vzniku produktů **B** a **C**.



3. Produkt **B** vzniká rychleji než produkt **C** (**B** je kinetický produkt reakce). Uveďte strukturu **B** a zdůvodněte, proč produkt **B** vzniká rychleji.
4. Když reakce dospěje do chemické rovnováhy, je v reakční směsi přítomno více produktu **C** než produktu **B** (**C** je termodynamický produkt reakce). Uveďte strukturu **C** a zdůvodněte, proč je produkt **C** termodynamicky stabilnější než produkt **B**.
5. Který z produktů (**B** nebo **C**) bude preferován za následujících reakčních podmínek?
 - a. krátký reakční čas
 - b. dlouhý reakční čas
 - c. nízká teplota
 - d. vysoká teplota

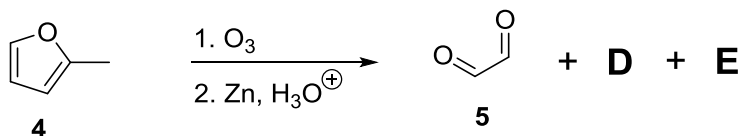
Hydrobromaci dienu **1** můžeme provést i za přítomnosti peroxidů, avšak reakce pak probíhá radikálovým mechanismem za vzniku produktů (**2** a **3**).



6. Nakreslete obě rezonanční struktury organického radikálu, který vzniká z látky **1** v průběhu uvedené reakce.
7. Který z produktů (**2** nebo **3**) je termodynamický a který kinetický produkt reakce?

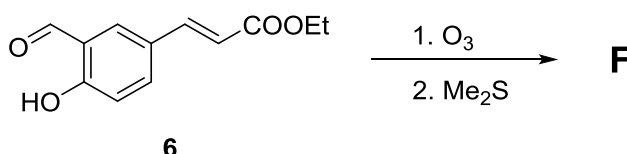
Úloha 2 Oxidujeme organické molekuly poprvé**5 bodů**

Ozonolýzou 2-methylfuranu (**4**) a následným redukčním zpracováním reakční směsi vzniká glyoxal (**5**) spolu se dvěma karboxylovými kyselinami – **D** a **E**.



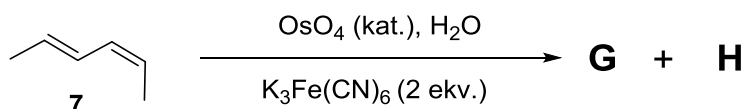
1. Určete strukturu karboxylových kyselin **D** a **E**.

Ethyl-3-(3-formyl-4-hydroxyfenyl)prop-2-enoát (**6**) je příklad funkcionalizovaného alkenu, u kterého probíhá chemoselektivní ozonolýza pouze jedné dvojně vazby.



2. Napište strukturu produktu **F** (menší fragment vzniklý při ozonolýze ignorujte).

Dihydroxylace konjugovaného dienu **7** poskytuje dva odlišné racemické dioly **G** a **H**.



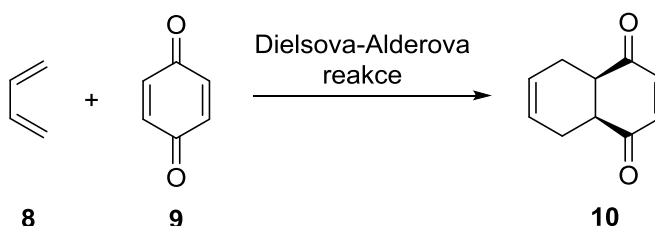
3. Napište strukturu vzniklých diolů **G** a **H**. Uveďte rovněž mechanismus části reakce, která zahrnuje OsO₄ (nezapomeňte na zahnuté šipky znázorňující přesun elektronových párů).

4. Vysvětlete, jaká je funkce K₃Fe(CN)₆.

Úloha 3 Seznamte se, Otto Diels a Kurt Alder**5 bodů**

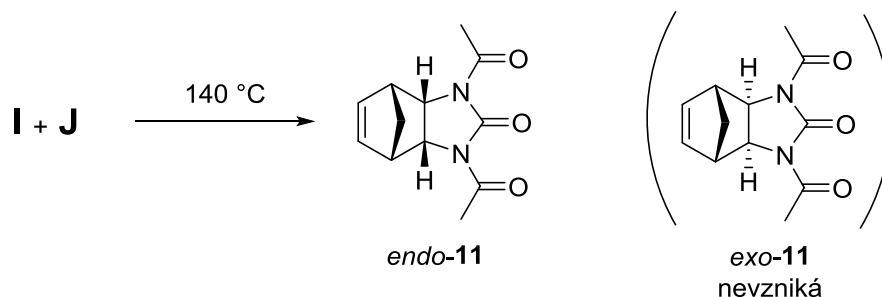
Dielsova-Alderova reakce patří mezi tzv. pericyklické reakce. Otto Paul Hermann Diels a Kurt Alder ji objevili v roce 1928 a v roce 1950 jim tato reakce přinesla Nobelovu cenu za chemii. Jedná se o reakci mezi alkadienem, ve kterém jsou obě násobné vazby v konjugaci, a dienofilem, což je alken nebo alkyne. Dien s dienofilem spolu začnou pericyklizovat, pokud jim dodáme energii zahřátím na vysokou teplotu nebo do reakční směsi přimícháme Lewisovu kyselinu (např. AlCl₃ nebo ZnCl₂) jako katalyzátor. Reakce probíhá lépe, pokud jsou k dienu připojené elektrondonorní skupiny a k dienofilu skupiny elektronakceptorní. Produktem je substituovaný cyklohexen nebo cyklohexadien (to v případě, že dienofilem byl alkyne). Pust'eme se nyní do konkrétních Dielsových-Alderových reakcí.

1. V níže uvedené Dielsově-Alderově reakci identifikujte látku, která reaguje jako dien, a tu, která reaguje jako dienofil.

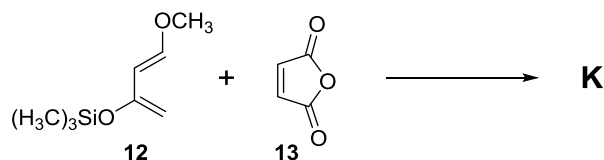


Při použití substituovaného dienu i dienofilu mohou v Dielsově-Alderově reakci teoreticky vznikat dva diastereomerní produkty, tzv. *exo* a *endo*. Obvykle je preferovaným produktem *endo*-izomer.

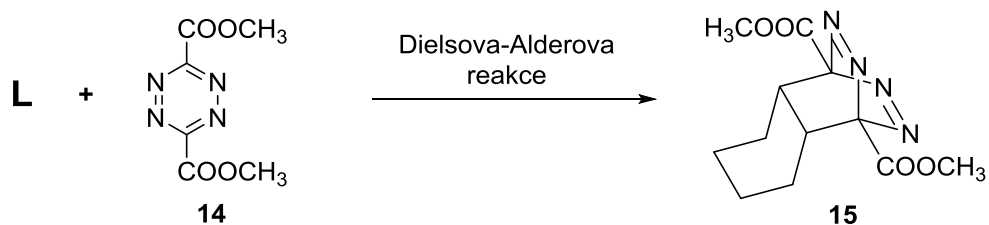
2. Napište výchozí látky (dien **I** a dienofil **J**) následující stereoselektivní Dielsovy-Alderovy reakce.



3. Následující reakce rovněž probíhá podle *endo*-pravidla. Napište strukturu produktu **K**, včetně správné stereochemie.



V Dielsově-Alderově reakci mohou reagovat i látky s násobnými vazbami nejen mezi dvěma uhlíkovými atomy. Příkladem může být použití tetrazinu **14** jako dienu.



4. Jaký dienofil **L** reaguje v následující reakci?

Produkt **15** může následně podléhat tzv. retro-Dielsově-Alderově reakci (reakce probíhající přesně obráceným směrem, než klasická Dielsova-Alderova reakce). Při této reakci je eliminován dusík N_2 .



5. Nakreslete strukturu produktu **M**.

FYZIKÁLNÍ CHEMIE**16 bodů****Autor****RNDr. Michal H. Kolář Ph.D.***Ústav Maxe Plancka pro biofyzikální chemii, Gotinky,
Spolková republika Německo***Mgr. Ing. Vladimír Palivec***Ústav organické chemie a biochemie AV ČR, Praha
Ústav fyzikální chemie, VŠCHT Praha***Recenze****prof. RNDr. et Bc. Petr Slavíček, Ph.D.** (odborná recenze)*Ústav fyzikální chemie, VŠCHT Praha***RNDr. Vladimír Vít** (pedagogická recenze)*Gymnázium Ostrov*

Když někde uslyšíte šplouchat ropu, zřejmě poblíž bude syčet i zemní plyn. S úlohami o vlastnostech plynů se proto v letošním ročníku fyzikálně-chemické části olympiády setkáte s vysokou četností. Ale jelikož jsme zastánci teze, že všestrannost je ctností fyzikálního chemika, řada úloh se bude více či méně od plynného skupenství odklánět. Troufáme si tvrdit, že mnoho úloh lze vyřešit bystrým úsudkem bez znalosti pro někoho možná složitých rovnic.

Co víc, vzorce, vztahy a rovnice uvádíme v tzv. vzorečkovníku (viz strana 19,). Některé vybočují ze středoškolského rozsahu chemie, všechny však mohou sloužit jako odrazový můstek při domácí přípravě. Vzorečkovník bude k dispozici ve všech kolech olympiády, proto není potřeba si jeho obsah pamatovat. Je ovšem nabílední, že kdo pochopí smysl rovnic a vzorců, bude mít v soutěži navrch. Toho lze dosáhnout např. studiem doporučené literatury [1-3]. Podle nás však existují i příjemnější, vzhledem k letošnímu ročníku již bohužel nedostupné způsoby [4]. Mimo to nabízíme krátký exkurz do metod numerického řešení komplikovaných rovnic [5], na které během letošního ročníku zlehka narazíte.

Závěrem si dovolueme doporučit absolventský film Jana Svěráka [6], který může svou lehce ropnou tematikou vhodně doplnit přípravu k úlohám domácí části, či navodit atmosféru před některým z vyšších kol soutěže.

Přejeme spoustu zábavy. V a M

Doporučená literatura:

1. Atkins, P. W.; de Paula. J. *Fyzikální chemie*, 1. vydání, VŠCHT Praha: Praha 2013, kapitoly 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 4.1, 4.2.2, 5.1.3, 5.3.1, 5.3.2.1, 5.3.2.2.
2. Moore, W. J. *Fyzikální chemie*, 1. vydání, SNTL Praha: Praha 1979, kapitoly 1.11-1.14, 1.18, 1.20-1.25, 2.1-2.5, 2.7, 2.8, 2.12-2.15, 2.19, 3.1, 6.7, 6.8, 6.10, 7.1, 7.5, 7.7, 7.9-7.12, 7.16, 7.17.
3. Malijevský, A.; Novák, J. P.; Labík, S.; Malijevská I. *Breviář fyzikální chemie*, 1. vydání, VŠCHT Praha: Praha 2000, kapitoly 1, 2, 3.1, 3.2, 3.5, 4.1, 4.2, 4.3, 5, 7.1, 7.4-7.8. Dostupný online z www.vscht.cz/fch/cz/pomucky/BREVALL.pdf
4. www.bestvina.cz
5. Kolář, M. H.; Palivec, V. *Nebojte se složitých rovnic*. Dostupné online z https://olympiada.vscht.cz/media/filer_public/87/6d/876d14f6-44b0-4cfc-9498-a90c7d8579f3/53a_fch_nebojte_se_slozitych_rovnic.pdf
6. Ropáci (1988), režie a scénář: Jan Svěrák, dostupné online na www.youtube.com

VZOREČKOVNÍK FYZIKÁLNÍ CHEMIE

stavová rovnice ideálního plynu	$pV = nRT = NkT$
Van der Waalsova stavová rovnice	$(p + \frac{an^2}{V^2}) \cdot (V - nb) = nRT$
Clausiova-Clapeyronova rovnice	$\ln(p_2) - \ln(p_1) = -\frac{\Delta H_v}{R} \cdot (\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1})$
Antoineova rovnice	$\ln(p^S) = A + \frac{B}{T-C}$
Raoultův zákon	$p_1 = p_1^S \cdot x_1$
Henryho zákon	$p_1 = K_H \cdot x_1$
Daltonův zákon	$p_{\text{celkový}} = p_1 + p_2$
změna vnitřní energie	$\Delta U = Q + W$
změna entalpie	$\Delta H = \Delta U + \Delta(p \cdot V)$
V následujících třech vztazích X značí vnitřní energii či entalpii	
Laplaceův-Lavoisierův zákon	$\Delta X_{1 \rightarrow 2} = -\Delta X_{2 \rightarrow 1}$
Hessův zákon	$\Delta X_{1 \rightarrow 3} = \Delta X_{1 \rightarrow 2} + \Delta X_{2 \rightarrow 3}$
Kirchhoffův zákon	$\Delta X(T_2) = \Delta X(T_1) + c_{x,m}(T_2 - T_1)$
teplo za konstantního objemu	$\Delta U = Q = n \cdot c_{v,m} \cdot \Delta T$
teplo za konstantního tlaku	$\Delta H = Q = n \cdot c_{p,m} \cdot \Delta T$
práce plynu za konstantního tlaku	$W = -p\Delta V = -p \cdot (V_2 - V_1)$
různé formy Poissonova zákona	$pV^\gamma = \text{konstanta}$
	$TV^{\gamma-1} = \text{konstanta}$
	$Tp^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \text{konstanta}$

práce plynu při obecném adiabatickém ději [$Q = 0$]

$$\Delta U = W = n \cdot c_{v,m} \cdot \Delta T$$

práce plynu při vratném adiabatickém ději

$$\Delta U = W = p_1 V_1^\gamma \cdot \frac{(V_2^{\gamma-1} - V_1^{\gamma-1})}{1-\gamma}$$

účinnost děje

$$\eta = \frac{\text{odebraná energie}}{\text{dodaná energie}}$$

rozdělovací koeficient

$$P^{O/V} = \frac{c_O}{c_V}$$

Vztlaková síla

$$F_{vz} = V \cdot (\rho_{kapalina} - \rho_{těleso}) \cdot g$$

Tíhová síla

$$F_g = m \cdot g$$

objem koule

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

povrch koule

$$S = 4\pi r^2$$

obvod kruhu

$$O = 2\pi r$$

obsah kruhu

$$S = \pi r^2$$

kvadratická rovnice

$$a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$$

diskriminant kvadratické rovnice

$$D = b^2 - 4ac$$

kořeny kvadratické rovnice

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{D}}{2a}$$

$$x_2 = \frac{-b - \sqrt{D}}{2a}$$

Fyzikální konstanty:

$$g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$$

$$R = 8,314 \text{ J K mol}^{-1}$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

$$N_{Av} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$\pi = 3,1416$$

Úloha 1 **BTX****6 bodů**

Ne, teď nebude řeč o Bildschirmtext z 80. let. Máme na mysli směs benzen (B), toluenu (T) a xyle-nů (X). Tyto látky, naprosto stěžejní pro chemický průmysl, se získávají frakční destilací ropy, a právě destilace je předmětem této úlohy. Abychom si situaci zbytečně nekomplikovali, budeme se zabývat směsí pouhých dvou látek, a to toluenu a *p*-xylenu. Tady by mohlo dojít k pomýlení třeba s japonským Tsukuba expresem TX.

Tlaky nasycených par těchto látek jsou dány Antoineovou rovnicí, kde teplota je v jednotkách kelvin a tlak v jednotkách bar.

toluen:

$$\log_{10}(p^S) = 4,0783 - \frac{1343,9429}{T - 53,7731}$$

p-xylen:

$$\log_{10}(p^S) = 4,1114 - \frac{1450,6885}{T - 58,1617}$$

1. Při jaké teplotě začnou vřít čisté složky, je-li okolní tlak 99872 Pa?
2. Za jaké teploty začne vřít směs 60,5 % (mol.) toluenu a 39,5 % (mol.) *p*-xylenu? Pozn. zřejmě budete muset hledat řešení numericky, k čemuž by se vám mohl hodit přípravný text (viz doporučená literatura). Stručně vysvětlete, jak jste k numerickému výsledku dospěli.
3. Načrtněte závislost celkového tlaku a parciálních tlaků obou složek na molárním zlomku toluenu v kapalně fázi při teplotě 350 K (obrázek 1). Použijte Raoultův zákon a předpokládejte ideální chování plynné i kapalně směsi.



Obrázek 1: Závislost celkového tlaku a parciálních tlaků obou složek na složení směsi toluenu a *p*-xylenu.

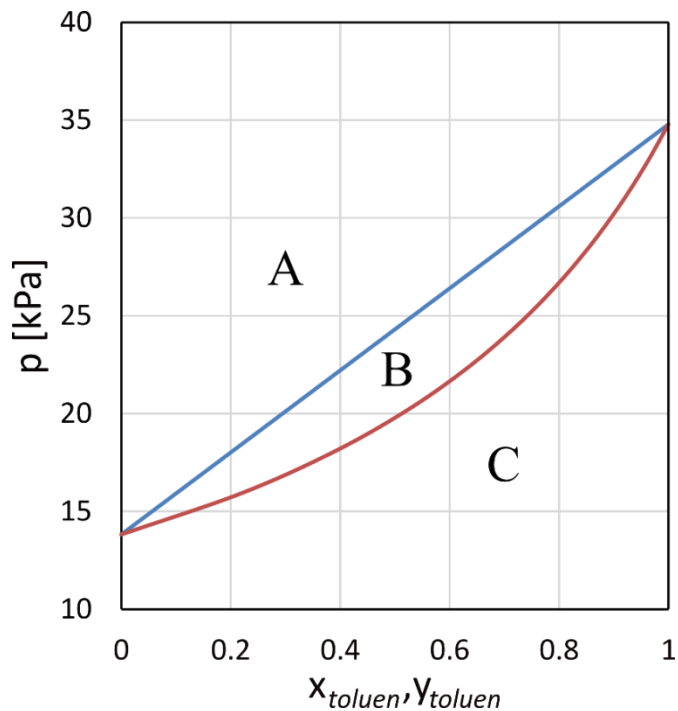
Jak je vidět z výsledků, nebo se lze dočíst v učebnicích fyzikální chemie, složení kapalně a plynně fáze, které jsou v rovnováze, nemusí být totožné.

4. Vyjádřete závislost molárního zlomku toluenu v plynně fázi y_{toluen} na molárním zlomku toluenu v kapalně fázi x_{toluen} .

Na obrázku 2 je znázorněna závislost celkového tlaku na složení kapalně a plynně fáze při teplotě 350 K.

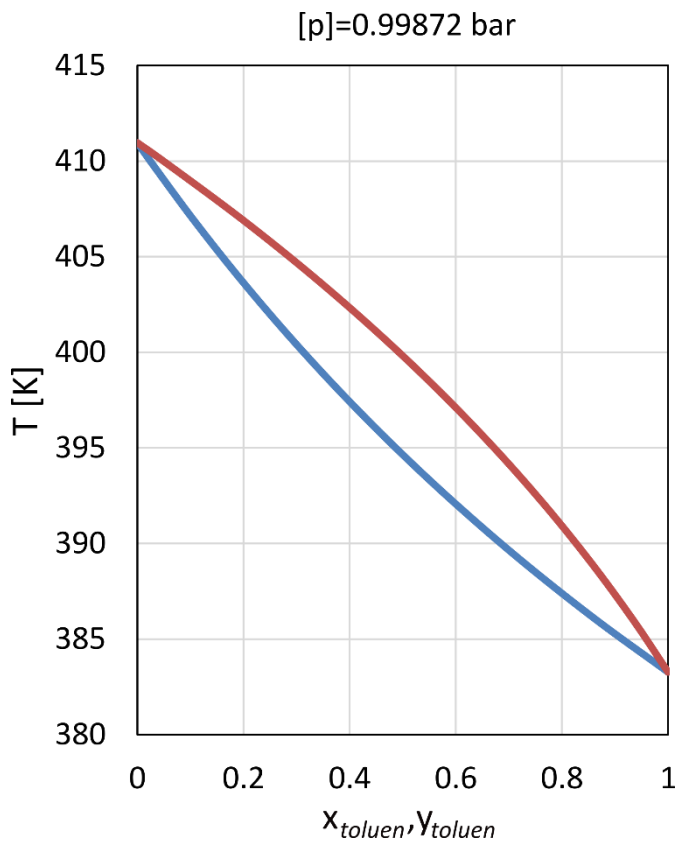
5. Vysvětlete, co každá křivka znázorňuje.
6. Dvě křivky rozdělují graf na tři oblasti označené A, B, a C. Vysvětlete, jaké vlastnosti má směs v každé z oblastí.

7. V jakém skupenství bude směs 60,5 % (mol.) toluenu a 39,5 % (mol.) *p*-xylynu při tlaku 15,0 kPa? Co se stane při dosažení tlaku 21,5 kPa jeho postupným zvyšováním?
8. Jaké složení bude mít zmíněná směs při tlaku 25,0 kPa?



Obrázek 2. Závislost tlaku na složení směsi toluenu a xylenu.

Podobný typ informací nám může poskytnout graf závislosti teploty na složení kapalné a plynné fáze za konstantního tlaku (obrázek 3).



Obrázek 3: Závislost teploty varu a teploty rosých bodů na složení směsi toluenu a xylenu.

9. Do obrázku 3 vyznačte, kde se nachází oblast plynné a kde kapalná fáze.
10. V obrázku 3 dále označte křivku rosných bodů a křivku teplot varů.
11. Kolik teoretických pater kolony je potřeba pro dosažení 95% (mol.) čistoty toluenu, vycházíme-li z kapalně směsi o $x_{\text{toluen}} = 0,605$?

Úloha 2 LTO

3 body

Lehké topné oleje (LTO) jsou ropné produkty, jež se v Československu a České republice proslavily díky rozsáhlým daňovým podvodům v 90. letech. Na rozdíl od chemicky téměř totožné motorové nafty nepodléhaly zdanění, proto „podnikatelé“ vydávající naftu za LTO ušetřili na daních nemalou částku. Odhaduje se, že celkově stát tehdy přišel o desítky miliard korun.

Lehké topné oleje neboli topná nafta se značkují sloučeninou Solvent Yellow 124 (SY124) v koncentraci 6 mg dm^{-3} . SY124 se v kyselém prostředí rozpadá, mění barvu z oranžové na červenou, stává se polární a lze ji extrahovat do roztoku HCl. Toho se využívá při odhalování trestné činnosti spojené s LTO. Tímto postupem lze stanovit až 0,35 ppm (hmot.) značkovací sloučeniny ve vzorku.

$$\rho_{LTO} = \rho_{\text{nafta}} = \rho_{\text{směs}} = 830 \text{ kg m}^{-3} \text{ (při } 15 \text{ }^\circ\text{C)}$$

1. Určete hmot. zlomek značeného LTO v motorové naftě, který jsme schopni odhalit.

Rozdělovací poměr značkovací sloučeniny v systému organická/vodná fáze $P_{O/V}$ je vyjádřen logaritmem

$$\log_{10}(P_{O/V}) = \log_{10}\left(\frac{c_O}{c_V}\right) = -2,52,$$

kde c_O značí koncentraci v SY124 v pančované naftě a c_V koncentraci v SY124 v roztoku HCl. Pro zjednodušení předpokládejte, že SY124 se vyskytuje pouze v jedné (polární) formě a že voda a ropná směs jsou vzájemně nemísitelné.

2. Jaký objem roztoku HCl bychom potřebovali, abychom 100 dm^3 motorové nafty pančované v poměru 1:1 (hmot.) značeným LTO extrakcí vyčistili pod detekovatelnou mez v jednom kroku extrakce?

Úloha 3 Dřevoplyn

3 bodů

V 1. polovině 20. století byly populární automobily spalující dřevoplyn - plyn vznikající řízenou přeměnou (zplyňováním) organického materiálu. Jejich součástí byl generátor dřevoplynu, proto lze bez nadsázky tvrdit, že taková vozidla jezdila na dřevo. Dřevoplyn se skládá přibližně z 51 % N_2 , 27 % CO , 14 % H_2 , 4,5 % CO_2 , 3 % CH_4 a 0,5 % O_2 (objemově). Potřebné termochemické údaje jsou následující:

- standardní spalná entalpie H_2 : -286 kJ mol^{-1}
- standardní slučovací entalpie CO : -111 kJ mol^{-1}
- standardní spalná entalpie C : -394 kJ mol^{-1}
- standardní slučovací entalpie CH_4 : -75 kJ mol^{-1}

1. Určete hmotnostní zlomky jednotlivých složek dřevoplynu. Předpokládejte, že směs plynů se chová ideálně.

Plyn podobného složení je produkován v zažívacím traktu vyšších organismů včetně člověka. Skládá se z 59 % N₂, 21 % H₂, 9 % CO₂, 7 % CH₄, 4 % O₂ (objemově) a stopových množství jiných plynů zodpovědných mimo jiné za charakteristický zápach směsi. Příležitostné uvolnění nahromaděného plynu se odborně nazývá flatulence.

2. Jak se tento děj lidově označuje?
3. Ze zadaných thermochemických údajů vypočítejte entalpii spojenou se spálením jednoho molu dřevního a střevního plynu za atmosférického tlaku 1 atm a teploty 25 °C.

Úloha 4 LPG

4 body

Zkapalněný ropný plyn (angl. *liquified petroleum gas* – LPG) je směsí několika plynů, z nichž butan má nejvyšší zastoupení. LPG se využívá jako palivo jak při vaření nebo vytápění, tak pro zážehové motory. Mějme 2,3 kg čistého butanu v lahvi o objemu 20 dm³ při teplotě 27 °C.

1. Spočítejte tlak v lahvi za předpokladu, že se butan za daných podmínek chová ideálně a je všechen v plynné fázi.

Věrohodněji popisuje chování butanu viriálová stavová rovnice. Závislost druhého viriálního koeficientu B (v jednotkách cm³ mol⁻¹) na teplotě lze v intervalu 500-1200 K popsat rovnicí

$$B = -733,229 + 1,327 \cdot T - 5,463 \cdot 10^{-4} \cdot T^2.$$

2. Určete Boyleovu teplotu. Vysvětlete, jaké vlastnosti má reálný plyn při Boyleově teplotě.

Pro reálné použití je důležité si uvědomit (už třeba jen z názvu komodity), že v lahvi bude koexistovat kapalná a plynná fáze. Antoineova rovnice pro tlak nasycených par p^S v jednotkách bar a teplotu T v jednotkách kelvin má tvar

$$\log_{10}(p^S) = 4,356 - \frac{1175,580}{T - 2,070}.$$

3. Určete, jaké množství butanu (s přesností jednotek gramů) bude v lahvi o objemu 20 dm³ v kapalném stavu při teplotě 27 °C, pokud celková hmotnost butanu v lahvi je 10 kg a hustota kapalného butanu je 580 kg m⁻³? Pro zjednodušení předpokládejte, že se mezi kapalinou a plynem ustanoví rovnováha, při které se plyn chová ideálně.
4. Kolik kg LPG by se do lahve vešlo, pokud by se skutečně choval jako ideální plyn? Proč zrovna tolik? Předpokládejte nekonečně pevnou láhev.

BIOCHEMIE**16 bodů****Autor****Mgr. Martin Hrubý***Ústav makromolekulární chemie AV ČR, v.v.i.***Recenze****RNDr. Ondřej Vaněk, PhD.** (odborná recenze)*Katedra biochemie, PřF UK Praha***RNDr. Vladimír Vít** (pedagogická recenze)*Gymnázium Ostrov*

Milí přírodovědečtí nadšenci!

V biochemické části se dozvíte mnoho zajímavého o kvasných biotechnologiích. Kvasné biotechnologie využívající mikroorganismy provázejí lidstvo od úsvitu dějin, například pivo prokazatelně vařili už staří Sumerové. Dnes jsou kvasné biotechnologie klíčovými součástmi výroby celé řady produktů, například pečiva, mléčných výrobků a dalších potravin, alkoholických nápojů, léčiv a vitamínů, bioplynu a jiných biopaliv, speciálních chemikálií a plastů, ale jsou využívány i k dekontaminaci.

V letošním ročníku chemické olympiády si nastudujte ethanolové kvašení, výrobu piva, vína, kyseliny octové, mléčné a citronové, strukturu kyselin přítomných v ovoci (citronová, jablečná, vinná, atd.) a dále pak struktury nejdůležitějších mono-, di-, oligo- a polysacharidů.

Jako zdroj informací využijte libovolné Vám dostupné tištěné nebo online vysokoškolské učebnice: Biochemie; Potravinářské chemie a technologie; Biotechnologie. V literatuře hledejte pasáže týkající se ethanolového kvašení, mléčného kvašení, malolaktického kvašení, octového kvašení, kyseliny octové, kyseliny jablečné, kyseliny citronové, kyseliny vinné, kyseliny mléčné, glukózy, fruktózy, sacharózy, maltózy, dextrinu, škrobu, metabolismu ethanolu, glykolýzy, Krebsova cyklu a důkazů sacharidů v biologickém materiálu. Z biotechnologií si nastudujte výrobu piva, vína, kyseliny citronové a efedrinu. Hlavně ale použijte „zdravý selský rozum“.

Hodně zdaru ☺!

Doporučená literatura:

1. Velíšek J., Hajšlová J. *Chemie potravin I a II*, 1. vydání, Osis: Tábor 2009.
2. Vhodným pomocníkem pro potřeby domácího kola může být Wikipedie. Doporučujeme spíše anglickou verzi <http://en.wikipedia.org>

Úloha 1 Kvašení sacharidů

10 bodů

Jednou z historicky i v současnosti nejpoužívanějších kvasných biotechnologií je kvašení sacharidických substrátů kvasinkou *Saccharomyces cerevisiae*, kde hlavním produktem je ethanol.

1. Nakreslete vzorec D-sacharózy.
2. Napište, z jakých monosacharidických jednotek je D-sacharóza složena.
3. Jakou vazbou jsou tyto monosacharidické jednotky vzájemně vázány?
4. Co znamená, že nějaký mono- nebo oligosacharid je redukující a jaký strukturní motiv za to může?
5. Je D-sacharóza redukující sacharid? Jak byste to dokázali? Uveďte alespoň jedno činidlo + chemický princip příslušného důkazu (slovně).
6. Hlavním žádaným produktem kvašení *Saccharomyces cerevisiae* je obvykle ethanol. Je však jedna potravinářská technologie, která naopak využívá druhý hlavní produkt tohoto kvašení. Jaký je tento produkt a co je to za technologii?
7. Napište rovnici kvašení D-glukózy *Saccharomyces cerevisiae* (sumárním vzorcem).
8. Zatímco kvašení ovocné šťávy obsahující D-sacharózu, D-glukózu nebo D-fruktózu je možné provést přímo, u škrobnatých surovin (např. výroba piva nebo bramborového lihu) je třeba provést ještě jednu operaci. Kterou a proč?
9. Častým problémem vinařů je usazování tzv. vinného kamene na stěnách sudů, může ale vykrystalovat i v lahvích. Co je to za sloučeninu?

Úloha 2 Kyselina citronová

2 body

Kyselina citronová je průmyslově vyráběna fermentací sacharidických substrátů organismem *Aspergillus niger*.

1. Napište rovnici výroby kyseliny citronové z D-glukózy (sumárními vzorci).
2. Popište postup izolace kyseliny citronové z fermentačního média.



53. ročník
2016/2017

ŠKOLNÍ KOLO
kategorie A a E

ZADÁNÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI

PRAKTICKÁ ČÁST (40 BODŮ)

Autoři

Ing. Marek Lanč

Ústav fyzikální chemie, VŠCHT Praha

RNDr. Petr Holzhauser, Ph.D.

Ústav anorganické chemie, VŠCHT Praha

Katedra učitelství a humanitních věd, VŠCHT Praha

Recenze

doc. RNDr. Pavel Vojtíšek, CSc. (odborná recenze)

Katedra anorganické chemie, PřF UK Praha

RNDr. Vladimír Vít (pedagogická recenze)

Gymnázium Ostrov nad Ohří

Milí soutěžící,

i v praktické části letošního ročníku kategorií A a E budeme pronásledovat katalyzátory, resp. přechodné kovy, které jsou jejich aktivní složkou. Budeme zjišťovat jejich složení a na pomoc si vezmeme chelatometrii⁷. To je titrační metoda, která pro odměrné stanovení i indikaci bodu ekvivalence využívá vznik komplexů mezi stanovovanými ionty a speciálními činidly (chelatony¹ a indikátory). Aby vás nic nepřekvapilo, seznamte se základními pojmy v libovolné učebnici analytické chemie nebo skriptech, ve kterých je princip chelatometrie vysvětlen. Abyste uspěli, měli byste také ovládat správnou laboratorní praxi při titraci a stechiometrické výpočty, které jsou potřeba pro zpracování výsledků.

Klíčová slova: odměrný roztok, základní látka, standardní roztok, standardizace, titrace, bod ekvivalence, spotřeba, EDTA, Chelaton 3, metalochromní indikátor, přímá a zpětná titrace, maskování.

Poněkud netradičně je letos zařazena nehodnocená demonstrační úloha 2. Ta je můstkem mezi teoretickou a praktickou částí letošních úloh. Můžete se na vlastní oči vyzkoušet jednu z nejdůležitějších katalytických reakcí průmyslu v efektním provedení a ještě se o zážitek podělit se svými spolužáky!

Přesné výsledky a spoustu zábavy přejí,

autoři

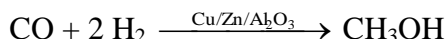
Doporučená literatura:

1. Libovolná učebnice/skripta pojednávající o základních principech a využití chelatometrie.
2. Internetové vyhledávače, klíčová slova uvedená v úvodu.
3. A. Berka, L. Feltl, I. Němec: Příručka k praktiku z kvantitativní analytické chemie, SNTL/ALFA, Praha 1985, str. 49–54, str. 174–180.
4. J. Komínková a kol.: Stanovení niklu v pevném vzorku (aktualizace textu J. Fogl: Návody pro laboratorní cvičení z analytické chemie I, VŠCHT, Praha 2000), str. 12–15, 17–20, on-line dostupné z: http://uanlch.vscht.cz/files/uzel/0012437/1_Gr%20Chel_2012-03.pdf.
5. P. Coufal a kol.: Seminář z analytické chemie, teorie, příklady, cvičení, Nakladatelství Karolinum, Praha 2003, str. 40–47.
6. R. Přibíl: Komplexometrie, SNTL 1977, str. 20–27, 31–35, 39–73.
7. R. Přibíl: Komplexony v chemické analýze, Nakladatelství ČSAV, Praha 1957, str. 248–252, 258–260, 263–267.

⁷ Pojmy *chelatometrie* a *komplexometrie* jsou synonyma, stejně jako *chelaton* a *komplexon*.

Úloha 1 Chelatometrické stanovení obsahu mědi v katalyzátoru 40 bodů

Výroba metanolu z oxidu uhelnatého a vodíku probíhá za přítomnosti katalyzátoru na bázi mědi:



Mezi používané katalyzátory patří směsné katalyzátory Cu/ZnO/Al₂O₃ či měď na řadě jiných oxidických nosičů. Vaším úkolem je stanovit obsah mědi (hm. %) v neznámém katalyzátoru chelatometricky. Před samotným stanovením provedete standardizaci odměrného roztoku chelatonu pomocí standardního roztoku olovnatých iontů.

Pro analýzu bylo naváženo 0,8501 g katalyzátoru typu Cu/ZnO/Al₂O₃. Postupným rozpouštěním a srážením byla kvantitativně oddělena měď od ostatních složek katalyzátoru. Měď byla rozpuštěna v koncentrované kyselině dusičné a vzorek pro analýzu byl připraven úpravou pH a naředěním destilovanou vodou (vzorek Cu).

Úkol:

- Proveďte standardizaci odměrného roztoku Chelatonu 3 ($c \approx 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$) pomocí standardního roztoku olovnatých iontů.
- Stanovte chelatometricky obsah mědi v neznámém katalyzátoru. Výsledek uveďte v hm. %.

Pomůcky:

- 2× pipeta 10 ml
- odměrný válec 100 ml
- 2× byreta 25 ml
- 2× kádinka 100 ml
- odměrná baňka 100 ml (se vzorkem)
- 3× titrační baňky 250 ml
- skleněná tyčinka
- nerezová kopistka
- stříčka
- 2× nálevka

Chemikálie:

- Chelaton 3, $c \approx 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$
- Pb²⁺, $c = 0,025 \text{ mol dm}^{-3}$ (přesnou koncentraci uvedou organizátoři)
- vzorek Cu (v odměrné baňce 100 ml)
- urotropin (hexamethylentetraamin)
- xylenolová oranž
- murexid
- amonný pufr
- destilovaná voda

$$A_r(\text{Cu}) = 63,55$$

Pracovní postup:

a) Standardizace odměrného roztoku Chelatonu 3

- Do titrační baňky odpipetujte 10,0 ml standardního roztoku Pb^{2+} a odměrným válcem přidejte 50 ml destilované vody. Přidejte na špičku kopistky indikátor xylenolovou oranž a promíchejte.
- Pak přidávejte po malých dávkách urotropin do trvalého červenofialového zbarvení roztoku.
- Připravený roztok titrujte odměrným roztokem Chelatonu 3 do čistě žlutého zbarvení.
- Přidejte další malé množství urotropinu. Pokud nedochází ke změně odstínu, je titrace dokončena, v případě že dojde ke změně barvy roztoku (na oranžovou až fialovou), pokračujte v titraci do čistě žlutého zbarvení. Pokud dochází během titrace pouze k pozvolné změně barvy roztoku do červeného odstínu, přidejte urotropin již v průběhu titrace.
- Titraci proveďte alespoň třikrát, spotřeby zapište do pracovního listu.

b) Stanovení obsahu Cu ve vzorku

- Vzorek Cu v odměrné baňce doplňte po rysku destilovanou vodou.
- Do titrační baňky odpipetujte 10,0 ml takto naředěného vzorku a odměrným válcem přidejte 40 ml destilované vody.
- Upravte pH roztoku pomocí amonného pufru – přidávejte opatrně po kapkách amonný pufr do prvního čirého modrého zbarvení. Přidejte na špičku kopistky indikátor murexid (roztok se zbarví do našedivělého odstínu zeleno-žluté).
- Titrujte odměrným roztokem Chelatonu 3 do čistě fialového zbarvení.
- Titraci proveďte alespoň třikrát, spotřeby zapište do pracovního listu.

Otázky a úkoly (odpovězte do pracovního listu):

1. Jaký je při chelatometrické titraci stechiometrický poměr mezi stanovovaným kovem a chelatačním činidlem?
2. Vypočítejte skutečnou koncentraci odměrného roztoku Chelatonu 3.
3. Vypočítejte obsah mědi v původním pevném vzorku katalyzátoru v hm. % Cu.
4. Z jakého důvodu je potřeba standardizovat roztok Chelatonu 3?
5. Proč se před titrací přidává urotropin?

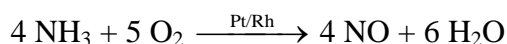
Úloha 2 Katalytická oxidace amoniaku – dobrovolný demonstrační experiment

Katalytická oxidace amoniaku vzdušným kyslíkem je prvním krokem Ostwaldova procesu syntézy kyseliny dusičné. Ta představuje jednu z tělních tekutin moderního chemického průmyslu. Její produkce je vázána na Haber-Boschovu syntézu amoniaku z prvků. Technologické zvládnutí těchto průmyslových procesů vyústilo nejen k udělení několika Nobelových cen, ale doslova ovlivnilo moderní historii v globálním měřítku.

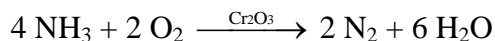
Tato praktická úloha je dobrovolná. Dává ti příležitost ukázat spolužákům krásný chemický experiment, který modeluje jednu z nejdůležitějších chemických výrob a ukazuje, jak chemie ovlivnila chod dějin.

Princip:

Katalytické procesy v průmyslu využívají takových katalyzátorů, které při svojí ceně a požadovaných pracovních parametrech vedou k ekonomickému optimu, tedy co nejlevnější výrobě příslušného produktu. Pro katalytickou oxidaci amoniaku vzdušným kyslíkem se využívají síta ze slitiny platiny s 10 % rhodia:



Oxidaci amoniaku vzdušným kyslíkem katalyzována řadou dalších látek. Např. zelený oxid chromitý, za laboratorní teploty nereaktivní zelený prášek, který se používá jako zelený pigment. Po zahřátí do červeného žáru se však stává účinným katalyzátorem oxidace amoniaku! Ve školní laboratoři se dá sehnat určitě snáz, než slitina platiny a rhodia. V ideálním případě ho má váš učitel chemie v lahvičce. Pokud ne, mohl by mít k dispozici dichroman amonný, ze kterého se dá jiným efektním experimentem připravit⁸. Jeho výhodou pro demonstrační účely je i to, že místo jedovatého oxidu dusnatého vzniká neškodný dusík⁹:



Pokyny:

1. Všichni řešitelé ChO kategorie A se ve třídě domluvíte, jak experiment provedete, kdo bude předvádět, kdo bude povídat.
2. Experiment si ve spolupráci s učitelem chemie vyzkoušejte několikrát předem, ať máte jistotu, že se všechno povede. *Dbejte jeho pokynů týkajících se bezpečnosti práce!*
3. Připravte si minipřednášku, kde stručně a poutavě vysvětlíte:
 - a) obrovský význam syntézy amoniaku a kyseliny dusičné, co všechno se z těchto látek vyrábí (hnojiva, barviva, léčiva a výbušniny),
 - b) jak zvládnutí Haber-Boschovy syntézy ovlivnilo průběh 1. světové války,
 - c) jak produkce umělých dusíkatých hnojiv vedla nejprve k nakrmení a následně přelidnění naší planety.

⁸ Zeptejte se ho, je to známý pokus „sopka“ – tepelný rozklad dichromanu amonného na potřebný oxid chromitý, dusík a vodní páru.

⁹ *J. Chem. Educ.* **2000**, 77 (2), 177, dostupné z https://olympiada.vscht.cz/media/filer_public/8a/fe/8afe8251-6b9a-4e18-8434-125bbe2651e2/53a_ach_jolly_clanek.pdf.

4. Proveďte experiment před vaší třídou. Ideální je pozdější hodina, kdy už bude trochu šero, nebo pokud můžete, využijte zatemnění.
5. Vysvětlete podstatu experimentu, co bylo vidět a čím to bylo způsobené.
6. V případě úspěchu zopakujte experiment ještě jednou 😊

Pomůcky:

- velká baňka s kulatým dnem a zátka, nebo 3l láhev od okurek s víčkem
- spalovací lžička
- plynový kahan a sirky
- nehořlavá podložka
- ochranné brýle

Chemikálie:

- koncentrovaný roztok amoniaku
- oxid chromitý (nebo dichroman amonný)

Pracovní postup:

1. Do baňky nebo do láhve od okurek nalijte asi 10 ml koncentrovaného roztoku amoniaku. Baňku/láhev zazátkujte/zavíčkujte a točte s ní tak, aby se roztok rozlil po stěnách a došlo k nasycení nádoby amoniakem.
2. Na spalovací lžičku naberte trochu oxidu chromitého a v plameni kahanu ho rozpalte do rudého žáru. Jednou rukou otevřete nádobu s amoniakem a druhou rukou vsuňte do nádoby lžičku s rozpáleným oxidem – pozorujte efektní chemickou reakci!

PRACOVNÍ LIST (40 BODŮ)

Soutěžní číslo:

body celkem

Úloha 1 Stanovení obsahu mědi v katalyzátoru**40 bodů****a) Standardizace odměrného roztoku Chelatonu 3**

číslo stanovení	1.	2.	3.	4.	5.	Průměr:
spotřeba [ml]						

body:

b) Stanovení obsahu Cu ve vzorku

číslo stanovení	1.	2.	3.	4.	5.	Průměr:
spotřeba [ml]						

body:

Otázky a úkoly:

1. Jaký je při chelatometrické titraci stechiometrický poměr mezi stanovovaným kovem a chelatačním činidlem?

$$n(M^{n+}) : n(\text{Chelaton 3}) = \quad :$$

body:

2. Vypočítejte koncentraci odměrného roztoku Chelatonu 3.

Opište přesnou koncentraci standardního roztoku: $c(\text{Pb}^{2+}) = \quad \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Výpočty:

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

body:

3. Vypočítejte obsah mědi v původním pevném vzorku katalyzátoru v hm. % Cu.

$$A_r(\text{Cu}) = 63,55$$

Opište původní navážku pevného vzorku: $m(\text{katalyzátor}) =$ g

Výpočty:

$$w(\text{Cu}) = \quad \% \text{ hm.}$$

body:

4. Z jakého důvodu je potřeba standardizace roztoku Chelatonu 3?

body:

5. Proč se před titrací přidává urotropin?

body:

Periodická soustava prvků



relativní atomová hmotnost
 značka
 protonové číslo
 elektronegativita
 název

1 I. A	1,00794 1 H 2,20 Vodík	2 II. A											13 III. A	14 IV. A	15 V. A	16 VI. A	17 VII. A	18 VIII. A	
2	6,941 3 Li 0,97 Lithium	9,012 4 Be 1,50 Berylium											10,811 5 B 2,00 Bor	12,011 6 C 2,50 Uhlík	14,007 7 N 3,10 Dusík	15,999 8 O 3,50 Kyslík	18,998 9 F 4,10 Fluor	20,179 10 Ne Neon	
3	22,990 11 Na 1,00 Sodík	24,305 12 Mg 1,20 Hořčík	3 III. B	4 IV. B	5 V. B	6 VI. B	7 VII. B	8 VIII. B	9 VIII. B	10 VIII. B	11 I. B	12 II. B	26,982 13 Al 1,50 Hliník	28,086 14 Si 1,70 Křemík	30,974 15 P 2,10 Fosfor	32,060 16 S 2,40 Síra	35,453 17 Cl 2,80 Chlor	39,948 18 Ar Argon	
4	39,10 19 K 0,91 Draslík	40,08 20 Ca 1,00 Vápník	44,96 21 Sc 1,20 Skandium	47,88 22 Ti 1,30 Titan	50,94 23 V 1,50 Vanad	52,00 24 Cr 1,60 Chrom	54,94 25 Mn 1,60 Mangan	55,85 26 Fe 1,60 Železo	58,93 27 Co 1,70 Kobalt	58,69 28 Ni 1,70 Nikl	63,55 29 Cu 1,70 Měď	65,38 30 Zn 1,70 Zinek	69,72 31 Ga 1,80 Gallium	72,61 32 Ge 2,00 Germanium	74,92 33 As 2,20 Arsen	78,96 34 Se 2,50 Selen	79,90 35 Br 2,70 Brom	83,80 36 Kr Krypton	
5	85,47 37 Rb 0,89 Rubidium	87,62 38 Sr 0,99 Stroncium	88,91 39 Y 1,10 Yttrium	91,22 40 Zr 1,20 Zirkonium	92,91 41 Nb 1,20 Niobium	95,94 42 Mo 1,30 Molybden	~98 43 Tc 1,40 Technecium	101,07 44 Ru 1,40 Ruthenium	102,91 45 Rh 1,40 Rhodium	106,42 46 Pd 1,30 Palladium	107,87 47 Ag 1,40 Stříbro	112,41 48 Cd 1,50 Kadmium	114,82 49 In 1,50 Indium	118,71 50 Sn 1,70 Cín	121,75 51 Sb 1,80 Antimon	127,60 52 Te 2,00 Tellur	126,90 53 I 2,20 Jod	131,29 54 Xe Xenon	
6	132,91 55 Cs 0,86 Cesium	137,33 56 Ba 0,97 Barium			178,49 72 Hf 1,20 Hafnium	180,95 73 Ta 1,30 Tantal	183,85 74 W 1,30 Wolfram	186,21 75 Re 1,50 Rhenium	190,20 76 Os 1,50 Osmium	192,22 77 Ir 1,50 Iridium	195,08 78 Pt 1,40 Platina	196,97 79 Au 1,40 Zlato	200,59 80 Hg 1,40 Rtuť	204,38 81 Tl 1,40 Thallium	207,20 82 Pb 1,50 Olovo	208,98 83 Bi 1,70 Bismut	~209 84 Po 1,80 Polonium	~210 85 At 1,90 Astat	~222 86 Rn Radon
7	~223 87 Fr 0,86 Francium	226,03 88 Ra 0,97 Radium			261,11 104 Rf	262,11 105 Db	263,12 106 Sg	262,12 107 Bh	270 108 Hs	268 109 Mt	281 110 Ds	280 111 Rg	277 112 Uub	~287 113 Uut	289 114 Uuq	~288 115 Uup	~289 116 Uuh	~291 117 Uus	293 118 Uuo

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