

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

Katedra anorganické chemie



**CHEMICKÁ OLYMPIÁDA – HISTORIE A SOUČASNOST
(50. VÝROČÍ CHEMICKÉ OLYMPIÁDY)**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce:	Klára Černá
Studijní program:	B1407 Chemie
Studijní obor:	Chemie – Matematika
Vedoucí bakalářské práce:	doc. RNDr. Marta Klečková, CSc.

OLOMOUC 2013

ANOTACE

Chemická olympiáda je celosvětová soutěž s dlouholetou tradicí, která je určena pro žáky projevující zájem o chemii. Ve školním roce 2013/2014 slaví v České republice 50. výročí. Teoretická část bakalářské práce se podrobně zabývá historií, organizací a strukturou chemické olympiády několika vybraných států (ČR, USA, UK, Španělsko) a na olympiádu navazujících soutěží pořádaných na mezinárodní úrovni. V praktické části je pozornost věnována studiu náročnosti a obsahové stránky úloh chemické olympiády uvedených států, zejména úloh laboratorních. V diskuzi jsou tyto poznatky vyhodnoceny a je zde zmíněn možný vliv rozdílné organizační i obsahové struktury chemické olympiády v různých zemích na úspěšnost jejich žáků v mezinárodní chemické olympiádě.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. RNDr. Marty Klečkové, CSc. a s použitím literatury a zdrojů uvedených v závěru práce.

V Olomouci dne 28. dubna 2013

Klára Černá

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí své bakalářské práce paní doc. RNDr. Martě Klečkové, CSc. za čas, odborné vedení, ochotu a vstřícnost, kterou mi během zpracování bakalářské práce věnovala, a také panu RNDr. Petru Holzhauserovi, Ph.D. z VŠCHT v Praze za to, že mi umožnil přístup k archivu Chemické olympiády a za informace, které mi poskytl.

BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE

Jméno a příjmení:	Klára Černá
Název práce:	Chemická olympiáda – historie a současnost (50. výročí chemické olympiády)
Typ práce:	Bakalářská práce
Pracoviště:	Katedra anorganické chemie
Vedoucí práce:	doc. RNDr. Marta Klečková, CSc.
Rok obhajoby práce:	2013
Abstrakt:	Chemická olympiáda je celosvětová soutěž. Teoretická část bakalářské práce popisuje historii, organizaci a strukturu chemické olympiády ČR, USA, UK, Španělska a mezinárodních chemických soutěží. Praktická část se věnuje studiu náročnosti a obsahové stránky úloh chemické olympiády jednotlivých států s důrazem na úlohy laboratorní.
Klíčová slova:	Chemické soutěže, Chemická olympiáda ČR, USA, Španělsko, Velká Británie
Počet stran:	80
Počet příloh:	6
Jazyk:	Český

BIBLIOGRAPHICAL IDENTIFICATION

Autor's first name and surname: Klára Černá

Title: The Chemistry Olympiad - The history and the present
(The 50th Anniversary of the Chemistry Olympiad)

Type of thesis: Bachelor

Department: Department of Inorganic Chemistry

Supervisor: doc. RNDr. Marta Klečková, CSc.

The year of presentation: 2013

Abstract: The Chemistry Olympiad is a global competition. The theoretical part of the thesis describes the history, organization and structure of the Chemistry Olympiad in the Czech Republic, USA, UK, Spain and international chemistry competitions. The practical part is devoted to the study of the difficulty and content of the Chemistry Olympiad tasks of individual states with an emphasis on the laboratory tasks.

Keywords: Chemical competitions, Chemistry Olympiad in the Czech Republic, USA, Spain, United Kingdom

Number of pages: 80

Number of appendices: 6

Language: Czech

OBSAH

I.	ÚVOD	9
II.	TEORETICKÁ ČÁST	10
1	CHEMICKÁ OLYMPIÁDA V ČR	10
1.1	Historie a současnost chemické olympiády	10
1.2	Organizace a struktura chemické olympiády	11
1.2.1	Soutěžní kola chemické olympiády	12
1.2.2	Kategorie chemické olympiády	13
1.3	Letní odborné soustředění Běstvína	14
2	CHEMICKÁ OLYMPIÁDA SPOJENÝCH STÁTŮ AMERICKÝCH	15
2.1	Organizace a struktura chemické olympiády	15
3	CHEMICKÁ OLYMPIÁDA VE VELKÉ BRITÁNII	18
3.1	Organizace a struktura chemické olympiády	18
4	CHEMICKÁ OLYMPIÁDA VE ŠPANĚLSKU	19
4.1	Organizace a struktura chemické olympiády	19
4.2	Mezinárodní soutěže	20
5	MEZINÁRODNÍ CHEMICKÁ OLYMPIÁDA	21
5.1	Historie mezinárodní chemické olympiády	21
5.2	Organizace a struktura mezinárodní chemické olympiády	22
5.3	Vybrané ročníky mezinárodní chemické olympiády	26
6	GRAND PRIX CHIMIQUE	32
III.	PRAKTICKÁ ČÁST	33
7	CHARAKTERISTIKA ÚLOH CHEMICKÉ OLYMPIÁDY	33
7.1	Česká republika	33
7.2	Spojené Státy Americké	34
7.3	Velká Británie	35
7.4	Španělsko	36
7.5	Mezinárodní chemická olympiáda	36

8	PŘEHLED ÚLOH PRAKTICKÉ ČÁSTI CHEMICKÉ OLYMPIÁDY	38
8.1	Česká republika	38
8.2	Spojené Státy Americké	44
8.3	Mezinárodní chemická olympiáda	49
IV.	DISKUZE	52
V.	ZÁVĚR	56
VI.	POUŽITÁ LITERATURA A OSTATNÍ ZDROJE	57
VII.	PŘÍLOHY	61

I. ÚVOD

Cílem rešeršní bakalářské práce s názvem „Chemická olympiáda – historie a současnost“ bylo zpracovat přehled historie, uvést organizační řád a strukturu chemické olympiády v České republice a zahraničí a charakterizovat zaměření a typy soutěžních úloh, které se v zadání chemické olympiády vyskytují.

Teoretická část bakalářské práce je podrobně věnována historii, organizaci a struktuře chemické olympiády pořádané v České republice a dále se zabývá chemickou olympiádou ve Spojených Státech Amerických, Velké Británii a Španělsku. Nejvyšší příčkou v této chemické soutěži je účast na mezinárodní chemické olympiádě, proto i jí je věnována samostatná kapitola. Zmíněna je i další soutěž na mezinárodní úrovni, a to Grand Prix Chimique.

V praktické části je podrobněji rozebráno zadání chemické olympiády jednotlivých zemí z hlediska náročnosti, typu úloh a chemických oblastí, kterým se tyto úlohy věnují. Dále je pozornost zaměřena především na praktickou část olympiády a je uveden přehled laboratorních úloh posledních ročníků chemické olympiády ve zmíněných státech.

Poznatky, získané v praktické části bakalářské práce, jsou vyhodnoceny v diskuzi. Také je zde zmíněna možnost vlivu rozdílné organizační i obsahové struktury chemické olympiády v různých zemích na úspěšnost žáků v mezinárodní chemické olympiádě.

II. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHEMICKÁ OLYMPIÁDA V ČR

1.1 Historie a současnost chemické olympiády

Chemická olympiáda (ChO) je celostátní předmětová soutěž pro žáky základních a středních škol, kteří se zajímají o chemii a přírodovědné předměty vůbec. Jejím smyslem je vzbudit zájem žáků o chemii, rozvíjet jejich přirozený talent a podněcovat je k samostatnému a tvořivému myšlení. Účast žáků na olympiádě úzce navazuje na práci ve škole, a tudíž je vede k účelnému využívání jejich volného času.

Tato soutěž má dlouholetou tradici. První impulzy snahy pracovat s talentovanými žáky spadají do počátku šedesátých let minulého století, kdy začali nadšení učitelé chemie organizovat soutěže na školách, později v okresech a krajích. První mezikrajová soutěž se konala v roce 1966 v Brně a o rok později v Bratislavě. Postupem času byla sestavena pravidla soutěže a její organizační struktura, obojí je zakotvené v organizačním řádu [1].

Ve školním roce 2013/2014 proběhne již jubilejní 50. ročník chemické olympiády, což ji řadí mezi nejstarší přírodovědné předmětové soutěže u nás spolu s olympiádou matematickou (63. ročník), fyzikální (55. ročník) a biologickou (48. ročník) [2,3,4].

Chemickou olympiádu vyhlašuje Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT) pro žáky základních a středních škol, které také celou soutěž financuje. Soutěž organizuje Ústřední komise chemické olympiády (ÚK ChO). Od počátků soutěže do roku 1989 ÚK ChO spolupracovala s Ústředním domem pionýrů a mládeže Julia Fučíka, který se později změnil na Institut dětí a mládeže ČR. Ten se v roce 2006 sloučil s dalšími organizacemi a vznikl Národní institut dětí a mládeže, který soutěž garantoval do 31.12.2009. Od roku 2010 se na vlastní žádost stala garantem chemické olympiády VŠCHT v Praze, která odpovídá za organizační chod soutěže. Na odbornou stránku dříve dohlížela Československá, v současnosti Česká společnost chemická a Česká společnost průmyslové chemie [5-8].

Největších změn v uplynulých padesáti letech dosáhly soutěžní úlohy. Úlohy, které se v jednotlivých ročnících ChO vyskytují, jsou koncipovány tak, aby byly pro soutěžící zajímavé a poutavé. Protože se úlohy neomezují pouze na osnovami předepsanou látku, je nutná důkladná samostatná příprava žáků a nastudování jednotlivých pasáží z doporučené literatury. Zatímco obtížnost úloh kategorií A a E postupně vzrůstá v důsledku rozvoje oboru

a systému školství a také zpětným působením náročnosti mezinárodních soutěží, obtížnost kategorií B, C a D klesá s nástupem nových generací žáků, které je potřeba stále více motivovat a lákat ke studiu přírodovědných oborů a neodrazovat je příliš náročnými teoretickými úlohami.

Celkový počet účastníků chemické olympiády všech věkových kategorií se postupem času stabilizoval kolem 13 000 [5]. Nedílnou součástí přípravy žáků je také pomoc učitelů, bez níž se soutěžící neobejdou.

Mezi tvůrce úloh ChO patří zejména učitelé chemie a jejich žáci – bývalí účastníci soutěže, spolu s vysokoškolskými pedagogy z univerzit celé ČR (dříve i SR).

Olympiáda nekončí pouze samotným řešením úloh, na soutěž navazují nejrůznější besedy s autory úloh, přípravné semináře, soustředění a letní tábory, mezi nejznámější patří každoročně pořádaný tábor v Běstvině [1,9].

1.2 Organizace a struktura chemické olympiády

Chemická olympiáda je v současné době rozdělena do kategorií A, B, C, D a E podle ročníků a typů škol. Nejméně náročná je kategorie D, která je určena pro žáky základních škol a odpovídajících stupňů víceletých gymnázií. Kategorie A a E jsou nejvyšší, přičemž kategorie E je určena pro žáky středních škol s chemickým zaměřením.

Tab. 1 Kategorie chemické olympiády – rozčlenění do ročníků ZŠ a SŠ [1]

Kategorie	Ročník	Soutěžní kola
D	8. a 9. ročník ZŠ	školní, okresní, krajské
C	1. a 2. ročník SŠ	školní, krajské
B	2. a 3. ročník SŠ	školní, krajské
A, E	3. a 4. ročník SŠ	školní, krajské, národní

Mladší žáci se mohou zúčastnit kategorie vyšší, než která je pro jejich věk určena, ale naopak starší žáci nemohou soutěžit v nižší kategorii. Všechny kategorie obsahují teoretickou a praktickou část a jsou děleny na jednotlivá soutěžní kola – školní, okresní, krajské a národní (pouze u kategorie A, E), ve kterých se obtížnost úloh postupně zvyšuje.

1.2.1 Soutěžní kola chemické olympiády

Školní (domácí) kolo pro všechny kategorie chemické olympiády (D, C, B, A, E) se skládá ze tří částí – studijní teoretické, praktické laboratorní části a kontrolního testu. Teoretickou část řeší žák v klidu doma a praktickou část potom ve škole pod dohledem učitele. Na základě získaných výsledků vypracuje doma odpovědi na soutěžní otázky. Během vypracovávání úloh získává žák potřebné znalosti studiem doporučené literatury, která je součástí každého zadání chemické olympiády.

Kontrolní test školního kola se skládá pouze z teoretické části a úzce navazuje na úlohy řešené v domácím kole. Kontrolní test vypracovávají ve škole všichni žáci, kteří odevzdali řešení teoretické části domácího kola a na základě výsledků všech tří částí (teorie, praktické úlohy, kontrolní test) mají první tři nejúspěšnější žáci na škole největší šanci dostat se do dalšího kola.

Okresní kolo je součástí pouze kategorie D. Skládá se z teoretické i praktické části. Žáci, kteří se umístí na prvních třech místech, získávají věcnou cenu. Krajská komise ChO následně rozhodne, kteří žáci se zúčastní dalšího, krajského kola.

Krajské kolo je součástí všech soutěžních kategorií a kromě kategorie A a E je to také kolo poslední. Toto soutěžní kolo se skládá z teoretické a praktické části. První tři soutěžící dostávají věcnou cenu nebo peněžní poukázku a mají také možnost zúčastnit se letního odborného tábora v Běstvině. Výsledky nejlepších soutěžících kategorie A a E se posílají ústřední komisi, která vybere účastníky národního kola.

Národního kola se účastní pouze soutěžící kategorie A a E. Vybere se vždy nejlepší zástupce jednotlivých krajů a ostatní jsou vybíráni na základě počtu bodů v krajském kole. Toto kolo se skládá z teoretické a praktické části a probíhá několik dnů. Teoretická část prověřuje znalosti studentů z hlavních oborů chemie (anorganická, organická, fyzikální chemie, biochemie a analytická chemie v praktické části) v tom rozsahu, který jim byl dán doporučenou literaturou a postupným řešením předchozích kol. Poslední den soutěže se vyhlásují výsledky, rozdávají věcné ceny a ti nejlepší mohou získat jednorázová stipendia. Vítěz získává pohár. Úspěšní řešitelé národního kola ChO, kteří dosáhli alespoň 60 % bodů, mají možnost nastoupit na řadu chemických oborů našich univerzit bez přijímacího řízení. Hranici 60% může ústřední komise chemické olympiády změnit [10].

Národní kolo řídí ÚK ChO v souladu s organizačním řádem, na úrovni kraje a okresu soutěž řídí krajské a okresní komise ChO, na školách soutěž garantuje ředitel a zajišťují

pověření učitelé. V případě zájmu studentů o chemickou olympiádu je pro vedení školy závazné uskutečnit školní kolo této soutěže, případně zabezpečit účast žáků v tomto kole na jiné škole [11-18].

1.2.2 Kategorie chemické olympiády

Kategorie D je zaměřena na žáky 8. a 9. ročníků základních škol a 3. a 4. ročníků osmiletých gymnázií. To jsou žáci, kteří se s chemií teprve postupně seznamují, proto jsou úlohy koncipovány tak, aby nepřesahovaly rámec učiva základní školy. Mezi jednotlivými úlohami žáci najdou různé kvízy, doplňovačky a zajímavé úlohy z všedního života, které by měly žáky zaujmout a motivovat pro další studium chemie. Kategorie D začíná školním (domácím) kolem, po kterém následuje kontrolní test školního kola. Nejúspěšnější žáci postupují do kola okresního a dále do kola krajského, kterým soutěž končí. Soutěž se v této kategorii skládá ze dvou částí – teoretické (není dále dělena podle oborů chemie) a praktické.

Kategorie C je určena pro žáky 1. a 2. ročníků středních škol. V soutěžních úlohách se již neobjevuje pouze učivo probírané v hodinách chemie, proto je potřeba, aby žáci při řešení školního kola nastudovali také doporučenou literaturu a čerpali z ní. V teoretické části se objevují úlohy z obecné a anorganické chemie, praktická část bývá většinou zaměřena na chemii analytickou. V této kategorii žáci procházejí postupně školní kolem, kontrolním testem školního kola, a na rozdíl od kategorie D ti nejúspěšnější postupují přímo do krajského kola, kterým pro ně soutěž končí.

Kategorie B je o něco náročnější než kategorie předchozí, proto ji řeší žáci 2. a 3. ročníků středních škol. Obsahově pokrývá běžné učivo jen minimálně, samostudium je proto nedílnou součástí přípravy, bez které se řešitelé neobejdou. Teoretická část je zde rozdělena na dvě části – anorganickou a organickou. Stejně jako u kategorie C probíhá v kole školním, které zahrnuje i kontrolní test, a dále v kole krajském.

Nejnáročnější *kategorii A* řeší žáci 3. a 4. ročníků středních škol. Skládá se rovněž z teoretické a praktické části, přičemž teoretická část je zde rozdělena na anorganickou chemii, organickou chemii, fyzikální chemii, biochemii a praktická část využívá znalosti z analytické chemie. Témata úloh přesahují rámec běžného učiva, proto je nutné, aby soutěžící nastudovali doporučenou literaturu, která často obsahuje vysokoškolské učebnice. Tato kategorie probíhá ve školním kole, jehož součástí je kontrolní test, krajském kole a

národním kole. Nejúspěšnější řešitelé národního kola se zúčastní soustředění před mezinárodní chemickou olympiádou, kde ti nejlepší reprezentují náš stát.

Obdobou kategorie A je *kategorie E*, která je určena pro žáky 3. a 4. ročníků středních škol s chemickým zaměřením. Tito žáci soutěží v rámci chemické olympiády samostatně. Oproti kategorii A mají jednu praktickou úlohu navíc, teorie se shoduje. Jelikož se ve výuce věnují laboratorním cvičením podstatně více než ostatní, byli by oproti dalším soutěžícím zvýhodněni, a navíc pro ně existuje i jiný typ soutěže na mezinárodní úrovni, a to Grand Prix Chimique, vyhlašovaná jednou za dva roky [9-17,19].

1.3 Letní odborné soustředění Běstvína

Čtrnáctidenní letní odborné soustředění pořádá každoročně na konci července VŠCHT Praha ve spolupráci s Národním centrem pro mladé chemiky a je určeno pro nejlepší účastníky chemické a biologické olympiády. Běstvína je malá vesnička v podhůří Železných hor, areál tábora spravuje Národní institut dětí a mládeže. V průběhu soustředění mají mladí chemici možnost vzdělávat se na nejrozmanitějších přednáškách, absolvují praktická cvičení, připravují se na následující ročník chemické olympiády, ale také mají možnost užívat si letní čas při nejrůznějších hrách. Chemici jsou rozděleni do několika skupin podle toho, jakou kategorii ChO daný rok řešili (A, E, B, C).

Na toto soustředění se automaticky dostanou nejlepší tři řešitelé národního kola chemické olympiády, další účastníci jsou vybíráni na základě výsledků v krajském kole. Stalo se téměř pravidlem, že ti, kteří letním soustředěním v Běstvině prošli, dosahují v olympiádě lepších výsledků než ostatní a mají šanci uspět i v mezinárodním kole [1,20,21].

2 CHEMICKÁ OLYMPIÁDA SPOJENÝCH STÁTŮ AMERICKÝCH

Chemická olympiáda Spojených Států Amerických (The U.S. National Chemistry Olympiad – USNCO) je soutěž, kterou sponzoruje a zaštiťuje Americká chemická společnost (the American Chemical Society – ACS). Tato soutěž vznikla ve Spojených Státech v roce 1984, kdy také USA vyslalo svůj první tým na mezinárodní chemickou olympiádu do německého Frankfurtu nad Mohanem.

Pořadatelé olympiády si nekladou za cíl pouze vybrat ty nejlepší čtyři žáky, aby reprezentovali svou zemi na mezinárodní úrovni, ale také vzbudit v mladých lidech a jejich učitelích aktivní zájem o chemii a podpořit jejich nadání pro tento přírodovědný předmět [22].

2.1 Organizace a struktura chemické olympiády

Americká chemická společnost je díky velké rozloze USA rozdělena do 187 místních sekcí (Local Sections) [22], které mají na starost nejen pořádání chemické olympiády, ale také rozvoj chemie na jejich geografickém území.

Chemickou olympiádu tvoří 3 části: Místní kolo, Národní kolo a Přípravný tábor.

Místní kolo (Local Section Competition)

Každý rok v březnu pořádá místní sekce na svém území „výběrové řízení“ pro všechny žáky středních škol, které má vybrat ty nejlepší, kteří postoupí do národního kola chemické olympiády. Není stanoveno, jakým způsobem má tento výběr proběhnout, sekce si mohou samy zvolit postup. Mezi metody použité v minulosti patří např. oficiální místní chemická olympiáda, kterou připravuje ACS, chemické soutěže mezi studenty – „chemathons“, laboratorní práce, doporučení od učitelů, chemické jarmarky, nebo kombinace uvedených. Oficiální místní chemická olympiáda, která obsahuje 60 otázek s výběrem čtyř možných odpovědí, je nejrozšířenějším způsobem výběru soutěžících do národního kola, každoročně se jí účastní kolem 10 000 středoškoláků.

Počet žáků, kteří mohou postoupit do národního kola, závisí na rozloze, kterou daná místní sekce zaujímá. Tento počet se pohybuje od 10 do 29 žáků. Navíc platí pravidlo, které říká, že do národního kola nesmí postoupit více než dva soutěžící ze stejné vzdělávací instituce, aby nebyly ve výhodě žáci ze škol s přírodovědným zaměřením.

Národní kolo (National Examination)

Národní kolo chemické olympiády se skládá ze 3 částí:

Část I – 60 otázek s výběrem čtyř možných odpovědí, přičemž za nesprávně zodpovězenou otázku se body neodečítají. Otázky jsou volně rozděleny do 6 skupin po 10 otázkách, každá skupina je zaměřena na jinou oblast chemie (popisná chemie/laboratorní technika, stechiometrie, plyny/kapaliny/pevné látky, termodynamika, kinetika, chemická rovnováha, elektrochemie, elektronová struktura/periodické zákonitosti, chemická vazba a organická chemie). Na vypracování této části mají žáci celkem 90 minut.

Část II – 8 otázek s volnými odpověďmi, pro získání maximálního počtu bodů musí žáci uvést všechny své myšlenkové pochody a výpočty. V této části se vyskytují témata, na která se ve středoškolském učivu neklade takový důraz, především organická chemie a chemie koordinačních sloučenin. Pro tyto otázky je vyhrazeno 105 minut.

Část III – laboratorní část, která zahrnuje 2 úlohy, a soutěžící na ni mají 90 minut, byla do chemické olympiády přidána až v roce 1994 [22-24].

Zatímco místního kola se mohou zúčastnit všichni žáci středních škol, soutěžící v národním kole musí splňovat několik podmínek [23]:

- musí být občany Spojených Států, nebo držitelé Zelené karty
- musí být zapsaní ve vzdělávacím systému Spojených Států více než jeden rok
- musí být mladší než 20 let a maturovat nejdříve v létě roku, kdy se olympiáda koná
- žáci, kteří se již dříve zúčastnili přípravného tábora, automaticky postupují do národního kola a nezapočítávají se do povoleného počtu soutěžících v jednotlivých sekcích
- žáci, kteří získali v mezinárodní olympiádě zlatou medaili, se nemohou účastnit dalších Přípravných táborů, výherci stříbrné a bronzové medaile se mohou do soutěže zapojit znovu a automaticky postupují do národního kola
- žáci se mohou do soutěže přihlásit pouze v místní sekci, kam patří jejich škola
- žáci, kteří se účastní přípravného tábora fyzikální, matematické nebo biologické olympiády, se tentýž rok nemohou zúčastnit přípravného tábora chemické olympiády

V národním kole každoročně soutěží přibližně 1 000 žáků. Prvních 20 žáků postupuje a účastní se přípravného tábora.

Přípravný tábor (Study Camp)

Nejlepší z národního kola jsou pozváni, aby se zúčastnili dvoutýdenního intenzivního přípravného tábora, který vždy v červnu pořádá Air Force Academy v Coloradu. Na tomto táboře se soutěžícím dostává znalostí na vysokoškolské úrovni s důrazem na organickou chemii. Žáci chodí na přednášky, řeší chemické úlohy, tráví čas v laboratořích a připravují se na možnost postoupit do mezinárodního kola chemické olympiády. Po dvou týdnech se určí čtyčlenný tým, který bude Spojené Státy Americké reprezentovat. Vybráni jsou také dva náhradníci, ale ti za dobu konání americké chemické olympiády ještě nebyli povoláni.

Spojené Státy Americké se mezinárodní chemické olympiády účastnily poprvé v roce 1984 [22] a za tuto dobu se staly velice silným soupeřem. Organizátorem byly zatím dvakrát, v roce 1992 a 2012.

3 CHEMICKÁ OLYMPIÁDA VE VELKÉ BRITÁNII

Britská chemická olympiáda (UK Chemistry Olympiad) je soutěž, kterou pořádá Královská chemická společnost (Royal Society of Chemistry – RSC) pro žáky středních škol. Je to způsob, jak vybrat čtyřčlenný tým pro reprezentaci Velké Británie na mezinárodní chemické olympiádě [25].

3.1 Organizace a struktura chemické olympiády

Zúčastnit soutěže se mohou všichni žáci, kterým je 16-18 let a navštěvují poslední dva ročníky maturitního studia. Chemická olympiáda se skládá ze dvou částí: Prvního kola a Druhého kola.

První kolo (Round I)

Na začátku roku přihlášení žáci píší test obsahující 5-6 obsáhlejších teoretických úloh. Škola, jejíž žák se umístil na prvním místě, získává zvláštní cenu 1000 £ na chemické vybavení a podporu chemie pro své žáky. Podmínkou pro získání této ceny je skutečnost, že se daná škola do chemické olympiády v posledních pěti letech nezapojila více než jednou.

Druhé kolo (Round II)

Nejlepší soutěžící z prvního kola se na jaře účastní víkendového chemického soustředění, kde vypracovávají nejen teoretické, ale i praktické úlohy. V závěru výběrová komise rozhodne, kteří žáci budou Velkou Británií reprezentovat na mezinárodním kole chemické olympiády.

4 CHEMICKÁ OLYMPIÁDA VE ŠPANĚLSKU

Chemická olympiáda ve Španělsku (La Olimpiada Española de Química) je celostátní soutěž vyhlášená Ministerstvem školství, kultury a sportu, Národní asociací chemiků Španělska (Asociación Nacional de Químicos de España) a Královskou španělskou chemickou společností (Real Sociedad Española de Química). Cílem této soutěže je podněcovat kreativitu a zájem žáků posledního ročníku střední školy o chemii [26,27].

4.1 Organizace a struktura chemické olympiády

Do soutěže se mohou zapojit všichni žáci posledního ročníku studia soukromých či státních středních škol, kteří splňují dvě podmínky: musí být zapsáni do posledního ročníku maturitního studia a do 1. října daného roku nesmí dovršit 19 let.

Chemická olympiáda je tvořena dvěma částmi: místním kolem a národním kolem. Celé Španělsko je rozděleno do několika univerzitních oblastí, přičemž každá tato oblast vytváří vlastní zadání pro místní kolo a vybírá žáky, kteří postoupí do kola národního. První národní kolo se ve Španělsku konalo v roce 1988 a ve většině univerzitních oblastí se v tomto roce konalo také první místní kolo, ovšem v některých oblastech, například v oblasti Asturias, se první ročník místního kola chemické olympiády konal už o rok dříve [26-32].

Místní kolo (Fase Local)

Tato část chemické olympiády je organizována Národní asociací chemiků a jejími přidruženými společnostmi každoročně v únoru nebo v březnu, přičemž se z každé univerzitní oblasti vyberou 3 nejlepší žáci, kteří postupují do národního kola. Všichni soutěžící získají diplom za účast. Obtížnost tohoto kola není veliká, obsahuje pouze standardní učivo středních škol. V zadání tohoto kola se objevují teoretické otázky, příklady, názvosloví, otázky s výběrem ze čtyř možných odpovědí, nebo kombinace uvedených.

Národní kolo (Fase Nacional)

Národní kolo chemické olympiády se koná každoročně v dubnu nebo v květnu v jedné ze španělských univerzit. Cílem je vybrat tým čtyř žáků, který bude Španělsko reprezentovat na mezinárodní úrovni. Zadání národního kola obsahuje 45 otázek s výběrem ze čtyř možných

odpovědí a 4 obsáhlejší a časově náročnější teoretické úlohy. Obtížnost tohoto kola je vyšší a požadují se znalosti nad rámec běžného učiva.

V červenci probíhá pro čtveřici nejlepších žáků přípravný kurz, bez jehož absolvování se nemohou účastnit mezinárodních soutěží.

4.2 Mezinárodní soutěže

Vrcholem chemické olympiády ve Španělsku je účast na chemických soutěžích pořádaných na mezinárodní úrovni. Mezi tyto soutěže patří Mezinárodní chemická olympiáda, do které se zapojují státy z celého světa, ale také Iberoamerická chemická olympiáda, pořádaná pouze pro Iberoamerické státy od roku 1995 [33].

5 MEZINÁRODNÍ CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

Mezinárodní chemická olympiáda (International Chemistry Olympiad – IChO) je nejvyšší možnou příčkou chemické olympiády, které mohou dosáhnout jen ti nejúspěšnější žáci středních škol, účastníci se této chemické soutěže.

Cílem mezinárodní chemické olympiády je podnítit činnost žáků, kteří se zajímají o chemii, a podpořit jejich samostatné myšlení při řešení chemických problémů. Prohlubuje kontakty mezi vědeckými pracovníky, kteří si mohou předávat pedagogické a vědecké zkušenosti. Také umožňuje navázat přátelské vztahy mezi mladými lidmi se zájmem o chemii z různých zemí, naučit je vzájemnému porozumění a spolupráci. Dává příležitost ke srovnání úrovně chemického vzdělání žáků středních škol z celého světa.

5.1 Historie mezinárodní chemické olympiády

Prvotní myšlenka zorganizovat IChO se zrodila v bývalém Československu v roce 1968. Politická situace tohoto roku byla bouřlivá, země pod novým vedením zažívala ekonomickou reformu a ve vzduchu byla cítit touha po kontaktu s ostatními zeměmi. Proto se chemici inspirovali myšlenkou uspořádat soutěž v chemii na mezinárodní úrovni, jak tomu bylo již dříve u matematiky a fyziky.

V té době pořádaly chemickou olympiádu všechny státy Sovětského bloku. Ústřední komise chemické olympiády (ÚK ChO) spolu s Ministerstvem školství Československa na jaře 1968 rozeslaly pozvánky na první IChO do všech socialistických zemí kromě Rumunska, které nebylo se Sovětským svazem v přátelském vztahu. Avšak politická situace mezi Československem a Sovětským svazem začala být vyhrocená, proto není divu, že pozvání přijaly pouze Polsko a Maďarsko, ostatní státy (Sovětský svaz, Bulharsko a Německá Demokratická Republika) na pozvání neodpověděly [34].

V květnu 1968 proběhlo setkání účastníků se zemí v Ostravě, kde byla projednána základní pravidla pro konání mezinárodní soutěže.

První IChO se konala 18. - 21. června 1968 v Praze na pedagogické fakultě Univerzity Karlovy. Každá ze tří zúčastněných zemí (ČSSR, Polsko, Maďarsko) vyslala do soutěže tým složený ze šesti žáků, kteří řešili čtyři teoretické úlohy. Historicky první mezinárodní chemickou olympiádu vyhrál žák z Československé republiky.

Po dohodě zúčastněných států se začala mezinárodní chemická olympiáda organizovat každoročně, vyjma roku 1971, přičemž počet soutěžících zemí se neustále zvyšoval.

5.2 Organizace a struktura mezinárodní chemické olympiády

Mezinárodní chemická olympiáda se pořádá každoročně v jedné ze soutěžících zemí v průběhu července a většinou je zaštiťována Ministerstvem školství dané země. Pořádající země (organizátor) je povinna pozvat na olympiádu všechny státy, které se soutěže zúčastnily předchozí rok. Pokud se olympiády chce zúčastnit některá země poprvé, musí vyslat pozorovatele na dvě po sobě jdoucí IChO, teprve potom, se souhlasem dalších dvou států, může do soutěže vyslat svůj reprezentační tým.

Reprezentační tým se skládá ze čtyř žáků a dvou dospělých – mentorů, kteří dohlízejí na svůj tým. Soutěžící musejí být žáky středních škol, které se nesespecializují na chemii a nesmějí dosáhnout 20 let dříve, než 1. července roku, kdy se soutěže účastní.

Olympiáda se skládá ze dvou částí – praktické a teoretické. Na řešení každé části mají soutěžící 4-5 hodin, přičemž mezi jednotlivými částmi musí být alespoň den na odpočinek. Celkově soutěž trvá přibližně 8 dní, ve zbylém čase, kdy soutěžící neřeší úlohy, je pro ně připraven pestrý program, kdy mají možnost poznávat památky a kulturu země, kde se olympiáda pořádá.

V teoretické části mohou soutěžící získat maximálně 60 bodů, v praktické části 40 bodů. Řešení opravují nezávisle na sobě autoři úloh a poté mentoři. Tyto dvě strany se potom sejdou a diskutují o konečném hodnocení každého soutěžícího. O oficiálních výsledcích soutěže a počtu medailí rozhoduje Mezinárodní porota, která se skládá z mentorů soutěžících zemí. Počet zlatých medailí se pohybuje od 8 % do 12 %, stříbrných medailí od 18 % do 22 % a počet bronzových medailí od 28 % do 32 % z celkového počtu soutěžících.

O přesném čísle se rozhoduje na základě výsledků v konkrétním roce. Čestné uznání dostane nejlepších 10 % soutěžících, kteří nebyli oceněni medailí. Dvě speciální ocenění jsou rozdávány soutěžícím, kteří dosáhli nejlepšího výsledku v teoretické a v praktické části. Každý soutěžící dostane diplom za účast.

Úlohy, jejich řešení a bodovací systém před soutěží schválí mezinárodní porota. Mentoři musejí být schopni přeložit text soutěžních úloh z angličtiny do jazyka, který si vybrali jejich žáci a musejí zvládnout opravit řešení úloh soutěžících. Od okamžiku, kdy

mentori dostanou texty soutěžních úloh na překlad, se nemohou vidět se svým týmem, aby nedošlo k úniku zadání úloh.

Organizátor na začátku daného roku posílá všem účastnícím se zemím sadu úloh v angličtině (Preparatory Problems). Tyto úlohy nastiňují soutěžícím zaměření tématu, obtížnost a typy úloh, se kterými se na IChO mohou v létě setkat. Úlohy, které mohou být součástí olympiády, jsou z oblastí organické, anorganické, analytické, fyzikální chemie, biochemie a spektroskopie.

Každá země má ve své vlastní kompetenci, jakým způsobem vybere svůj soutěžní tým. Obvykle žáci absolvují oblastní a národní kolo chemické olympiády. Mnoho států ty nejlepší z národního kola posílá na přípravná soustředění, kde je na mezinárodní kolo připravují především podle přípravných problémů, které jim byly zaslány organizujícím státem. Tohoto soustředění se podle pravidel soutěže nesmí zúčastnit skupina více než 50 žáků a nesmí přesáhnout 14 dní, ovšem každý rok se najdou státy, které toho pravidlo poruší. Dalším problémem, se kterým se olympiáda potýká, je ten, že některé země posílají stejný soutěžní tým do mezinárodního kola několik let za sebou, což jim podle jejich mínění má přinést lepší výsledky a více medailí. Vedou se diskuze o tom, zda toto chování není v rozporu se základní myšlenkou olympiády, vychovávat a podněcovat co nejvíce mladých chemiků v jejich zájmu o chemii.

Reprezentační tým České republiky se vybírá následujícím způsobem. Prvních přibližně 15 nejúspěšnějších žáků z národního kola je pozváno na týdenní teoretické soustředění konané v březnu, které poslední roky pořádá VŠCHT v Praze. Po tomto týdnu je vybráno asi 8 nejlepších žáků, kteří se účastní praktického soustředění na PřF Univerzity Karlovy. Nakonec se vyberou 4 soutěžící za stát a jeden náhradník, přičemž se rovným dílem sčítají výsledky z národního kola ChO a ze dvou odborných soustředění.

Mezinárodní informační centrum IChO, které shromažďuje a v případě nutnosti poskytuje dokumenty vztahující se k mezinárodní chemické olympiádě od počátku po současnost, má sídlo v Bratislavě.

Nejúspěšnějším rokem v historii naší samostatné České republiky je rok 2010, kdy jsme na 42. ročníku IChO konaném v japonském Tokiu získali dvě zlaté a dvě stříbrné medaile, přičemž oba zlatí medailisté byli teprve ve 2. ročníku SŠ, a tak se mohli této soutěže zúčastnit ještě dvakrát [34-41].

Tab. 2 Země pořádající jednotlivé ročníky mezinárodní chemické olympiády [34]

ročník	rok	místo konání
1.	1968	Praha (Československo)
2.	1969	Katovice (Polsko)
3.	1970	Budapešť (Maďarsko)
4.	1972	Moskva (Sovětský svaz)
5.	1973	Sofia (Bulharsko)
6.	1974	Bukurešť (Rumunsko)
7.	1975	Veszprém (Maďarsko)
8.	1976	Halle (NDR)
9.	1977	Bratislava (Československo)
10.	1978	Toruň (Polsko)
11.	1979	Leningrad (Sovětský svaz)
12.	1980	Linz (Rakousko)
13.	1981	Burgas (Bulharsko)
14.	1982	Stockholm (Švédsko)
15.	1983	Timisoara (Rumunsko)
16.	1984	Frankfurt nad Moh. (SRN)
17.	1985	Bratislava (Československo)
18.	1986	Leiden (Nizozemsko)
19.	1987	Veszprém (Maďarsko)
20.	1988	Helsinky (Finsko)
21.	1989	Halle (NDR)
22.	1990	Paříž (Francie)

ročník	rok	místo konání
23.	1991	Lodž (Polsko)
24.	1992	Pittsburg a Washington (USA)
25.	1993	Perugia (Itálie)
26.	1994	Oslo (Norsko)
27.	1995	Beijing (Čína)
28.	1996	Moskva (Rusko)
29.	1997	Montreal (Kanada)
30.	1998	Melbourne (Austrálie)
31.	1999	Bangkok (Thajsko)
32.	2000	Kodaň (Dánsko)
33.	2001	Bombaj (Indie)
34.	2002	Groningen (Nizozemsko)
35.	2003	Athény (Řecko)
36.	2004	Kiel (Německo)
37.	2005	Taipei (Taiwan)
38.	2006	Gyeongsan (Korejská republika)
39.	2007	Moskva (Rusko)
40.	2008	Budapešť (Maďarsko)
41.	2009	Cambridge (Velká Británie)
42.	2010	Tokio (Japonsko)
43.	2011	Ankara (Turecko)
44.	2012	Washington, D.C. (USA)

Tab. 3 Čeští reprezentanti na mezinárodní chemické olympiádě (z archivu ChO v Praze)

ročník	soutěžící				medaile			
1.	Cibulka Ivan	Děd Jiří	Sokol Jaroslav	Murtinger Karel	Z	S	S	B
2.	-	-	-	-	-	-	-	-
3.	-	-	-	-	Z	-	-	-
4.	Kukal Jaromír	Gebauer Petr	Duchek Petr	Divinský Ondřej	-	-	-	-
5.	Kukal Jaromír	Dvořák Dalimil	Kučera Igor	Leidar Erhardt	B	0	0	0
6.	Ondráček Jan	Vondrák Tomáš	Kučera Igor	Noga Josef	-	-	-	-
7.	Vondrák Pavel	Zadrazil Vojtěch	Ridzoň Štefan	Kohoutek Milan	B	0	0	0
8.	Vondrák Pavel	Weis Zdeněk	Matyska Luděk	Uhrín Dušan	B	B	0	0
9.	Kolafa Jiří	Matyska Luděk	Mariássy Michal	Barto Martin	Z	Z	Z	S
10.	Matyska Luděk	Kantor Ryszard	Rašo Ján	Lichý Alexander	S	B	B	0
11.	Kantor Ryszard	Lichý Alexander	Krakovský Ivan	Kysilka Roman	S	S	B	0
12.	Kovář Tomáš	Trnka Štefan	Krakovský Ivan	Farkašovský Marian	-	-	-	-
13.	Kovář Tomáš	Jindřich Jindřich	Obuch Milan	Urban Jan	Z	S	B	0
14.	Hanzal Josef	Jindřich Jindřich	Obuch Milan	Skládal Petr	Z	S	S	S
15.	Hanzal Josef	Putala Martin	Skládal Petr	Račinský Stanislav	S	S	S	B
16.	Hanzal Josef	Vaculík Martin	Bouř Petr	Valent Ivan	Z	S	S	B
17.	Valent Ivan	Pittner Jiří	Birošová Gabriela	Mačák Ivan	Z	Z	S	S
18.	Pittner Jiří	Řezáč Miroslav	Kosek Juraj	Mezencev Roman	B	B	B	B
19.	Řezáč Miroslav	Vojkovský Tomáš	Mezencev Roman	Lamačka Martin	Z	Z	S	B
20.	Juřek Michael	Owczarczy Robert	Mezencev Roman	Gontkovský Michal	Z	B	B	0
21.	Gontkovský Michal	Juřek Michael	Hýbal Marek	Kroutil Jiří	Z	S	B	B
22.	Kroulík Jiří	Viduna David	Štorek Michal	Šebo Lubomír	Z	S	S	B
23.	Štorek Michal	Jaracz Stanislav	Jiskra Jan	Ostatník Stanislav	Z	B	B	0
24.	Jaracz Stanislav	Trstenský Dušan	Novotný Petr	Špička Jiří	Z	S	B	0
25.	Šanda František	Špička Jiří	Pavlišťová Dagmar	Meca Luděk	S	S	B	B
26.	Janečer Jiří	Meca Luděk	Glücksman Igor	Kotek Jan	S	S	B	B
27.	Meca Luděk	Janeček Jiří	Franta Jiří	Matoušek Petr	Z	Z	B	B
28.	Franta Jiří	Matoušek Petr	Holzhauser Petr	Kulda Vlastimil	Z	S	S	B
29.	Kulda Vlastimil	Humpolíčková Jana	Kukla Stanislav	Demel Ondřej	Z	B	B	B
30.	Koubovská Jana	Šitina Michal	Mikeš Jakub	Dobeš Petr	S	B	B	0
31.	Šitina Michal	Rohlík Zbyněk	Kováč Martin	Polášek Miloslav	-	-	-	-
32.	Kysilka Jiří	Augustinský Pavel	Šmejkal Tomáš	Vaněk Ondřej	S	S	S	B

ročník	soutěžící				medaile			
	33.	Kysilka Jiří	Řezanka Pavel	Handrková Helena	Chudoba Richard	Z	B	B
34.	Pluhařová Eva	Chudoba Richard	Drahoš Bohuslav	Mikulka Tomáš	B	B	B	0
35.	Pluhařová Eva	Svoboda Marek	Sedláček Ondřej	Mikulka Tomáš	S	S	S	B
36.	Eva Pluhařová	Sedláček Ondřej	Ménová Petra	Mikulka Tomáš	Z	S	B	B
37.	Pluhařová Eva	Ménová Petra	Vosolsobě Stanislav	Jenčík Jiří	Z	S	S	B
38.	Gerhard Petr	Trnka Tomáš	Matuška Radek	Píša Rudolf	Z	S	B	B
39.	Červinka Ctirad	Hosek Petr	Juřík Petr	Stadlbauer Petr	S	S	B	0
40.	Liška Alan	Hollas Daniel	Motloch Petr	Stadlbauer Petr	S	B	B	U
41.	Henych Ondřej	Motloch Petr	Švec Pavel	Hák Ondřej	S	B	B	B
42.	Hák Ondřej	Petrouš František	Švec Pavel	Henych Ondřej	Z	Z	S	S
43.	Hák Ondřej	Petrouš František	Louša Petr	Pospíšilová Aneta	Z	Z	S	B
44.	Petrouš František	Maršálek Kamil	Hák Ondřej	Beránek Roman	Z	S	S	B

Vysvětlivky: Z – zlatá, S – stříbrná, B – bronzová medaile, U – čestné uznání, O – bez medaile, – chybí údaj

5.3 Vybrané ročníky mezinárodní chemické olympiády

1. ročník – Československo, Praha (18. – 21. června 1968)

Soutěž probíhala čtyři dny, zúčastnily se tři týmy po šesti soutěžících (Československo, Polsko, Maďarsko). Žáci řešili 4 teoretické a 2 praktické úlohy, maximum bodů bylo 61. První tři vítězové obdrželi ceny, nejúspěšnějším byl žák z Československa, který získal maximum bodů.

2. ročník – Polsko, Katowice (16. – 20. června 1969)

Soutěž trvala pět dní, zúčastnily se čtyři týmy po pěti žácích z Československa, Polska, Maďarska a nově z Bulharska. Od tohoto ročníku se maximální počet bodů ustálil na 100, tři soutěžící získali stejný počet bodů, a to 49. Vítězem se stal žák z Polska.

3. ročník – Maďarsko, Budapešť (1. – 5. července 1970)

Soutěž probíhala pět dní, zúčastnilo se jí sedm týmů po čtyřech žácích (Československo, Polsko, Maďarsko, Bulharsko, NDR, Rumunsko, Sovětský svaz), každý tým vyslal dva žáky

navíc jako náhradníky. Novými zeměmi byly Německá Demokratická republika, Rumunsko a Sovětský svaz. Ceny získalo více soutěžících než jen první tři.

Nebylo určeno datum ani místo konání 4. ročníku olympiády – v roce 1971 mezinárodní chemická olympiáda neproběhla.

4. ročník – Sovětský svaz, Moskva (1. – 10. července 1972)

Soutěž trvala 10 dní a od tohoto roku se jí účastnily týmy po čtyřech žácích a dvou doprovodných osobách – mentorech. Pozvání Sovětského svazu přijalo sedm zemí (Československo, Polsko, Maďarsko, Bulharsko, NDR, Rumunsko, Sovětský svaz). Vítězem se stal žák ze Sovětského svazu. Byla založena Mezinárodní porota a organizující země poprvé poskytla účastníkům se zemím sadu 60 přípravných úloh.

5. ročník – Bulharsko, Sofie (1. – 10. července 1973)

Sedm soutěžících zemí (Československo, Polsko, Maďarsko, Bulharsko, NDR, Rumunsko, Sovětský svaz). Řešení úloh opravovali autoři zadání olympiády. Maximum bodů bylo 100, ale ještě nebyl pevně dán poměr teoretických a praktických úloh. Vítězem se stal Polák.

6. ročník – Rumunsko, Bukurešť (1. – 10. července 1974)

Devět zúčastněných zemí (Československo, Polsko, Maďarsko, Bulharsko, NDR, Rumunsko, Sovětský svaz, Švédsko, Jugoslávie). Zvítězil žák ze Sovětského svazu. Rumunsko zorganizovalo první dvoudenní seminář, kde se řešily problémy týkající se výuky chemie v různých státech. Skladba *Gaudeamus igitur* byla prohlášena za hymnu mezinárodní chemické olympiády.

7. ročník – Maďarsko, Veszprém (1. – 10. července 1975)

Soutěžilo 12 zemí, mezi nové patřily Rakousko, Belgie a Německá spolková republika. Řešení poprvé v historii olympiády opravovali nezávisle na sobě autoři úloh a mentoři jednotlivých zemí, přičemž výsledky se na konci porovnaly. První místo opět získal Sovětský svaz.

8. ročník – Německá demokratická republika, Halle (10. – 19. července 1976)

Zúčastnilo se 12 zemí jako v předešlém ročníku, za Belgii soutěžili pouze dva žáci. Vyhrál žák z Maďarska.

9. ročník – Československo, Bratislava (4. – 14. července 1977)

Olympiáda trvala 11 dní, do Bratislavy přijelo 12 zemí. Poprvé v historii vítězové získali skutečné medaile, předešlé ročníky obdrželi pouze diplom. První místo získal žák z Rakouska.

10. ročník – Polsko, Torun (3. – 13. července 1978)

Soutěžilo 12 zemí. Do olympiády se zapojily dva nové státy Finsko a Turecko, zástupci z Belgie a Jugoslávie na tomto ročníku chyběly. Padlo rozhodnutí dávat zlaté medaile 10 %, stříbrné 20 % a bronzové 30 % soutěžícím z celkového počtu. První místo obsadil Sovětský svaz.

Během dalších let se struktura a organizace mezinárodní chemické olympiády postupně vylepšovala a měnila podle toho, jak bylo potřeba podle zkušeností z předešlých ročníků. Postupem času se k soutěži přidávalo více a více států z celého světa.

35. ročník – Řecko, Athény (5. – 14. července 2003)

Soutěže se zúčastnilo 232 žáků z 59 zemí celého světa. Sedm států na tento ročník olympiády vyslalo své pozorovatele, a to Peru, Tádžikistán, Albánie, Keňa, Pobřeží Slonoviny, Mongolsko a Nigérie.

36. ročník – Německo, Kiel (18. – 27. července 2004)

Soutěžilo 61 států s 240 žáky, sedm zemí tady mělo své pozorovatele. První místo získal žák z Ruska.

37. ročník – Taiwan, Taipei (16. – 25. července 2005)

Do Německa přijelo 225 soutěžících z 59 zemí se 117 mentory. Zadání olympiády bylo pro potřeby žáků přeloženo do 34 jazyků. První skončil Rus, zlatou medaili obdrželo 26 soutěžících, stříbrnou 48 soutěžících, bronzovou 80 soutěžících a čestné uznání si ze soutěže odneslo 6 žáků.

38. ročník – Korejská republika, Gyeongsan (2. – 11. července 2006)

Zúčastnilo se 66 států s celkovým počtem 254 soutěžících. První místo získal žák z Korejské republiky.

39. ročník – Rusko, Moskva (15. – 24. července 2007)

V Moskvě se sešlo 67 států a 256 soutěžících, Moldavsko se zúčastnilo této soutěže poprvé. Zlatou medaili si odneslo 31 žáků, stříbrnou 56 žáků, bronzovou medaili 71 žáků a čestné uznání dostalo 10 žáků. Absolutním vítězem se stal soutěžící z Číny. Dříve bylo čestné uznání pro soutěžící, kteří nedostali medaili, ale dosáhli plného počtu bodů alespoň v jedné úloze. Od tohoto roku čestné uznání získává 10 % nejlepších soutěžících z těch, kteří nezískali medaili. Ostatní na památku dostávají diplom za účast.

40. ročník – Maďarsko, Budapešť (12. – 21. července 2008)

Tohoto ročníku se zúčastnilo 257 žáků z 66 zemí světa, Kostarika, Saudská Arábie a Sýrie vyslali své pozorovatele. Opět zvítězil Číňan.

41. ročník – Velká Británie, Cambridge a Oxford (18. – 27. července 2009)

Do Velké Británie přijelo 250 soutěžících. Zlatou medaili si odvezlo 28 z nich, stříbrnou medaili 54, bronzovou 82 žáků a čestné uznání získalo 9 soutěžících.

42. ročník – Japonsko, Tokio (19. – 28. července 2010)

V tomto ročníku mezinárodní chemické olympiády soutěžilo 267 žáků z 68 zemí, které doprovázelo celkem 133 mentorů. Lichtenštejnsko, Nigérie a Srbsko tady mělo své pozorovatele.

43. ročník – Turecko, Ankara (9. – 18. července 2011)

Soutěže se zúčastnilo 273 žáků ze 71 států, doprovázelo je 139 mentorů. Pět států vyslalo své pozorovatele – Salvador, Makedonie, Nigérie, Srbsko a Uzbekistán. Zlatou medaili získalo 33 soutěžících, stříbrnou medaili 62 soutěžících, bronzovou medaili 83 soutěžících a čestné uznání si odvezlo 10 soutěžících.

44. ročník – USA, Washington, D.C. (21. – 30. července 2012)

Ve Washingtonu se sešlo 283 soutěžících ze 72 států. Šest zemí sem vyslalo své pozorovatele, a to Salvador, Makedonie, Uzbekistán, Gruzie a Černá Hora. První místo v tomto roce získal žák z Německa.

Mezinárodní chemická olympiáda se za dobu svého působení stala velice oblíbenou přírodovědnou soutěží, zatím nejúspěšnějším ročníkem co do počtu soutěžících byl poslední 44. ročník, konaný v červenci 2012. Následující IChO se bude konat v Moskvě 15. – 24.7.2013, Českou republiku bude reprezentovat tým složený z Adama Přády, Kamila Maršálka, Romana Beránka a Kryštofa Březiny [42-52].

Tab. 4 Státy soutěžící ve 44. ročníku mezinárodní chemické olympiády [52]

Argentina	Kanada	Rakousko
Arménie	Kazachstán	Rumunsko
Austrálie	Korejská republika	Rusko
Ázerbájdžán	Kostarika	Řecko
Belgie	Kuvajt	Saudská Arábie
Bělorusko	Kypr	Singapur
Brazílie	Kyrgyzstán	Slovenská republika
Bulharsko	Lichtenštejnsko	Slovinsko
Česká republika	Litva	Srbsko
Čína	Lotyšsko	Sýrie
Dánsko	Maďarsko	Španělsko
Egypt	Malajsie	Švédsko
Estonsko	Mexiko	Švýcarsko
Finsko	Moldavsko	Taiwan
Francie	Mongolsko	Tádžikistán
Chorvatsko	Německo	Thajsko
Indie	Nigérie	Turecko
Indonésie	Nizozemsko	Turkmenistán
Irsko	Norsko	Ukrajina
Island	Nový Zéland	Uruguay
Itálie	Pákistán	USA
Izrael	Peru	Velká Británie
Írán	Polsko	Venezuela
Japonsko	Portugalsko	Vietnam

Tab. 5 Vítězové mezinárodní chemické olympiády [42-52].

ročník	rok	1. místo	2. místo	3. místo
1.	1968	Maďarsko	Československo	Polsko
2.	1969	Polsko	Československo	Maďarsko
3.	1970	-	-	-
4.	1972	Sovětský svaz	Polsko	Polsko
5.	1973	Polsko	Polsko	Sovětský svaz
6.	1974	Sovětský svaz	Rumunsko	Sovětský svaz
7.	1975	Sovětský svaz	Sovětský svaz	Sovětský svaz
8.	1976	Maďarsko	Polsko	NDR
9.	1977	Rakousko	Sovětský svaz	Švédsko
10.	1978	Sovětský svaz	NDR	Sovětský svaz
11.	1979	Rakousko	Polsko	Polsko
12.	1980	Polsko	Rumunsko	Polsko
13.	1981	Československo	Maďarsko	Sovětský svaz
14.	1982	SRN	Polsko	Československo
15.	1983	Rumunsko	SRN	Rakousko
16.	1984	Sovětský svaz	Československo	SRN
17.	1985	Sovětský svaz	Rumunsko	SRN
18.	1986	Nizozemsko	Nizozemsko	USA
19.	1987	SRN	NDR	Sovětský svaz
20.	1988	Čína	NDR	Nizozemsko
21.	1989	Bulharsko	NDR	SRN
22.	1990	Čína	Čína	SRN
23.	1991	Čína	Čína	Maďarsko
24.	1992	Čína	Francie	Rakousko
25.	1993	Taiwan	Maďarsko	Německo
26.	1994	Rusko	Litva	Korea
27.	1995	Irán	Čína	Irán
28.	1996	Čína	Čína	Irán
29.	1997	Turecko	USA	Irán
30.	1998	Čína	USA	Argentina
31.	1999	USA	Argentina	Turecko
32.	2000	USA	Čína	Čína
33.	2001	Čína	Rusko	Argentina
34.	2002	Čína	Čína	Indie
35.	2003	Bělorusko	Indie	Čína
36.	2004	Rusko	Korejská republika	Čína
37.	2005	Rusko	Thajsko	Slovenská republika
38.	2006	Korejská republika	Taiwan	Čína
39.	2007	Čína	Čína	Rusko
40.	2008	Čína	Singapur	Rusko
41.	2009	Čína	Izrael	Taiwan
42.	2010	Čína	Rusko	Korejská republika
43.	2011	Čína	Rusko	Velká Británie
44.	2012	Německo	Korejská republika	Taiwan

6 GRAND PRIX CHIMIQUE

Grand Prix Chimique je mezinárodní chemická soutěž určená pro žáky 3. a 4. ročníků středních škol s chemickým zaměřením, kteří se účastní chemické olympiády kategorie E. V otázce organizace je obdobou mezinárodní chemické olympiády.

První ročník této soutěže se konal v roce 1991 v Německém Stuttgartu v Institutu Dr. Flada, kam si přijely poměřit své znalosti týmy z Československa, Francie, Německa, Řecka, Maďarska, Slovinska a Dánska. První místo v tomto roce získal žák z Maďarska. Grand Prix Chimique se koná každé dva roky, většinou na přelomu srpna a září, a je zaměřena na praktické dovednosti žáků. Tým se může skládat z maximálně tří žáků, kteří musí mít méně než 22 let, a jednoho mentora. Konkrétní počet soutěžících závisí na finančních možnostech pořádajícího státu.

Většinou se soutěží ve dvou dnech, kdy je jeden den zaměřen na úlohy z preparativní organické chemie a druhý den žáci řeší úlohy z analytické chemie. Celkový čas přidělený soutěži je maximálně 16 pracovních hodin. Hodnotí se především laboratorní zručnost, práce s laboratorním sklem a přístroji, dodržení předepsaného postupu a také dodržování bezpečnosti práce v laboratoři. Mentori stejně jako u mezinárodní chemické olympiády překládají úlohy a jsou členy hodnotící komise.

Pro naše žáky je nutnou podmínkou účasti na soutěži být nejhůře šestý v celostátním kole ChO kategorie E a umístit se do třetího místa na výběrovém soustředění pro GPCh, které simuluje podmínky obvyklé na mezinárodní soutěži.

Česká republika byla organizátorem 8. ročníku Grand Prix Chimique 21. – 26. srpna 2005, kdy hostila celkem 10 soutěžních týmů z České republiky, Chorvatska, Dánska, Francie, Německa, Maďarska, Norska, Srbska a Černé hory, Slovinska a Slovenska. První místo obsadili dva žáci z České a ze Slovenské republiky [35,53-55].

III. PRAKTICKÁ ČÁST

Chemickou olympiádu pořádají země na celém světě, forma se ovšem stát od státu liší. V praktické části se proto blíže podíváme na zaměření úloh vybraných zemí zmiňovaných v teoretické části, které vychází ze studia zadání jednotlivých ročníků chemických olympiád.

7 CHARAKTERISTIKA ÚLOH CHEMICKÉ OLYMPIÁDY

Žáci v každém státě procházejí různým počtem a typem soutěžních kol, kterými se mohou probojovat až do kola mezinárodního. Většina států organizuje chemickou olympiádu pouze v jedné kategorii, a to pro žáky mezi 16 a 18 lety, proto by náročnost úloh měla být podobná. V České republice je soutěž pořádána v pěti kategoriích pro žáky od 8. ročníku základní školy až po 4. ročník střední školy (věkové rozpětí 13-18 let). U české chemické olympiády se dále budeme věnovat pouze kategorii A, ve které soutěžící odpovídají věkem žákům zahraničních olympiád a jako jediní z naší republiky mohou postoupit do mezinárodního kola chemické olympiády.

V dalších kapitolách pozornost zaměříme především na národní kola ChO jednotlivých států, typy úloh a témata, kterým se věnují. Ukázky úloh z národních kol vybraných států jsou uvedeny v přílohách (č. 1-5) na konci bakalářské práce, kompletní archiv zadání chemických olympiád a také úlohy jednotlivých ročníků mezinárodní olympiády jsou přiloženy v příloze č. 6 na CD.

7.1 Česká republika

Soutěžící chemické olympiády kategorie A v České republice procházejí školním, krajským a národním kolem. Zadání olympiády je vždy rozděleno na část teoretickou a část praktickou. Teoretická část je dále členěna na chemii anorganickou, organickou, fyzikální chemii a biochemii. Každý ročník je určitým způsobem tematicky zaměřen a toto téma provází soutěžící všemi koly chemické olympiády. Jednotlivá kola jsou si ve stavbě a struktuře úloh velice podobná, zvyšuje se pouze náročnost. Autoři úloh se snaží žáky

motivovat k účasti v soutěži, proto jsou především ve školním kole úlohy koncipovány tak, aby byly poutavé a pro soutěžící zajímavé.

NÁRODNÍ KOLO

Teoretická část národního kola kategorie A obsahuje každý rok ve všech čtyřech chemických oborech přibližně 3 úlohy. Vždy je popsán nějaký problém a na ten navazuje několik podotázek, které mají soutěžící zpracovat. Teoretická část bývá hodnocena 60 body a čas na vypracování je 180 minut.

Část *anorganická chemie* obsahuje otázky týkající se znalosti základních vlastností anorganických prvků a sloučenin, kreslení strukturních vzorců, názvosloví, reakčních schémat, vyčíslování chemických rovnic a nezřídka i problematiky obecné chemie. Oblíbené jsou také úlohy, kdy mají soutěžící na základě popisu chemických vlastností a dějů určit, o jakých prvcích či sloučeninách se mluví.

Organická chemie se zabývá vysvětlením chemických dějů, názvoslovím, obecnou organickou teorií. Soutěžící by také měli zvládnout navrhnout chemickou syntézu, doplnit produkty chemických reakcí a porovnat reakční vlastnosti sloučenin.

Fyzikální chemie se zabývá převážně chemickými výpočty, pojmy z fyzikální chemie, kreslením chemických struktur a logickými úvahami.

Biochemie obsahuje úlohy týkající se obecných pojmů, chování látek a jejich praktického využití, biochemických dějů, názvosloví a biochemických syntéz.

V praktické části zaměřené na analytickou chemii, na kterou je vyhrazeno 180 minut, žáci samostatně řeší 1-2 laboratorní úlohy a své poznatky zaznamenávají do pracovních listů. Tato část je hodnocena nejvýše 40 body [1,2,8-17].

7.2 Spojené Státy Americké

Tvůrci chemické olympiády ve Spojených Státech Amerických nemají ambice vytvořit úlohy zábavné a poutavé, zadání obsahuje pouze teoretické vědomostní otázky a problémy, bez obrázků a praktického propojení chemie s běžným životem.

Jak už bylo řečeno ve druhé kapitole, soutěžící, kteří se přihlásí do chemické olympiády, nejdříve projdou místním kolem, které může být organizováno několika způsoby, a ti nejlepší potom postupují do národního kola.

Pokud místní kolo probíhá klasickým způsobem, žáci dostanou test obsahující 60 otázek s výběrem ze čtyř možných odpovědí, přičemž vždy právě jedna je správná. V těchto otázkách je zahrnuto několik chemických okruhů (popisná chemie/laboratorní technika, stechiometrie, plyny/kapaliny/pevné látky, termodynamika, kinetika, chemická rovnováha, elektrochemie, elektronová struktura/periodické zákonitosti, chemická vazba a organická chemie). Následuje kolo národní, které je podrobněji rozebráno v další části.

NÁRODNÍ KOLO

Národní kolo se skládá ze tří částí, jedna z nich má stejnou stavbu jako už zmíněné místní kolo, druhou část tvoří 8 rozsáhlejších úloh, které obsahují několik podotázek (tato část je strukturou lehce podobná kolům chemické olympiády pořádané v České republice) a nakonec třetí laboratorní část, kde soutěžící řeší zpravidla dvě úlohy.

Part I – čas na vypracování této části je 90 minut. V 60 testových otázkách můžeme najít úlohy z obecné, anorganické, fyzikální chemie, z menší části také organické chemie a biochemie. Tato část chemické olympiády obsahuje značné množství příkladů, najdeme zde také zápis a vyčíslování chemických reakcí, chemické a fyzikální vlastnosti a seřazování látek podle těchto vlastností.

Part II – náplň osmi úloh bývá každý rok podobná, vyskytují se zde výpočty jak z obecné, tak i z fyzikální chemie, žáci mají za úkol napsat rovnice podle popisu chemického děje, vyžaduje se schopnost logického uvažování a schopnost vysvětlení chemických zákonitostí. Časová dotace pro tuto část je 105 minut.

Part III – vypracování dvou praktických úloh trvá 90 minut a hodnotí se jak výsledek práce, tak myšlenkové pochody, které k vyřešení úlohy vedly (viz příloha č. 6 na CD) [22-24].

7.3 Velká Británie

Chemická olympiáda ve Velké Británii se skládá pouze z jednoho kola, ze kterého jsou vybráni nejlepší žáci, kteří se účastní víkendového výběrového soustředění před mezinárodní chemickou olympiádou.

NÁRODNÍ KOLO (ROUND I)

Soutěžící mají 120 minut na vypracování 5-6 úloh. Ty jsou koncipovány velice podobně jako v České republice, vždy obsahují nějaký úvod do problematiky a poté následuje několik otázek a úkolů, které se žáci snaží co nejlépe vypracovat.

Témata úloh jsou zadávána tak, aby soutěžící zaujala na první pohled, např. Chemie hliníku a jed na krysy, Výbušniny, Nejmenší poháněné auto na světě – „Nano-auto“, apod. Zadání obsahuje chemické rovnice, vlastnosti látek, doplňování reakčních schémat, chemické výpočty a názvosloví ze všech oborů chemie a v neposlední řadě se snaží prověřit logické myšlení soutěžících (viz příloha č. 6 na CD) [25].

7.4 Španělsko

Každá univerzitní oblast ve Španělsku vytváří vlastní zadání místního kola, které se skládá z testových otázek, několika obsáhlejších úloh, nebo z kombinace obou. První tři soutěžící postupují do národního kola, které je pro celé Španělsko jednotné.

NÁRODNÍ KOLO

Národní kolo obsahuje 45 testových otázek a 4 rozsáhlejší úlohy, které jsou stavbou podobné úlohám druhé části národního kola chemické olympiády v USA. Každá z testových otázek má vždy právě jednu správnou odpověď hodnocenou jedním bodem, za chybnou odpověď se odečítá 0,25 bodu, aby se zamezilo pouhému tipování. Obě části národního kola jsou zaměřeny na podobné jevy jako v ostatních státech, ovšem chybí zde otázky z biochemie. Najdeme tady názvosloví, chemické a fyzikální vlastnosti látek, výpočty, seřazení látek dle konkrétní vlastnosti, pojmy z obecné i fyzikální chemie (viz příloha č. 6 na CD) [26-33].

7.5 Mezinárodní chemická olympiáda

Samotná účast na mezinárodní chemické olympiádě je pro soutěžící velkým úspěchem a dostanou se sem jen ti nejlepší mladí chemici z celého světa. Před mezinárodním kolem si každý žák prošel několika stupni chemické olympiády a ve většině států také několikadenním přípravným soustředěním. Na této úrovni chemické soutěže proto není nutné vymýšlet úlohy, které by byly tematicky zajímavé, spíše je zapotřebí, aby bylo zadání olympiády náročné,

úlohy byly neobvyklé a ukázalo se, který soutěžící je schopný v určeném čase i přes vysokou obtížnost úlohy vyřešit.

Mezinárodní chemická olympiáda má dvě části, teoretickou a praktickou. Teoretická část se skládá z osmi rozsáhlých úloh hodnocených nejvýše 60 body, praktická část obsahuje 2-3 úlohy za 40 bodů. Chemické oblasti, se kterými se v mezinárodním kole mohou soutěžící setkat, jsou stejné jako v národních kolech účastníků se zemí, s tím rozdílem, že obsahují navíc spektroskopii a více analytické chemie (viz příloha č. 6 na CD) [34-53].

8 PŘEHLED ÚLOH PRAKTICKÉ ČÁSTI CHEMICKÉ OLYMPIÁDY

V této kapitole jsou uvedeny úlohy praktické části chemické olympiády posledních ročníků několika zemí. Ne všechny státy, které každoročně posílají čtyřčlenný tým soutěžících na mezinárodní olympiádu, ale ve svých národních kolech mají praktickou část. Z těch zemí, které jsou v bakalářské práci porovnávány, má laboratorní úlohy ve své olympiádě zařazeny pouze Česká republika ve všech soutěžních kolech kategorie A a Spojené Státy Americké ve třetí části národního kola. Následující přehled laboratorních úloh je uveden také pro mezinárodní chemickou olympiádu.

8.1 Česká republika

34. ročník (1997/1998)

TÉMA: Využití oxido-reduktometrických metod (jodometrie, bromatometrie, manganometrie) pro stanovení vybraných anorganických iontů + syntéza soli organické kyseliny

Školní kolo

- 1) Navrhněte přípravu 8-hydroxychinolátu hlinitého (gravimetrie)
- 2) Navrhněte odměrné stanovení kationtu hlinitého z navážky části 8-hydroxychinolátu hlinitého připraveného v části 1 (bromatometrie + jodometrie)

Krajské kolo

- 1) Příprava šťavelanu železnatého
- 2) Stanovení železnaté soli (manganometricky)

Národní kolo

- 1) Příprava β -alaninátu měďnatého
- 2) Jodometrické stanovení obsahu mědi ve vzorku mosazi

35. ročník (1998/1999)

TÉMA: Využití srážecích reakcí při důkazu a odměrném stanovení vybraných iontů (argentometrie a merkurimetrie)

Školní kolo

- 1) Argentometrické stanovení jodidů, včetně standardizace odměrného roztoku dusičnanu stříbrného

Krajské kolo

- 1) Argentometrické stanovení bromidových iontů (dle Fajanse)

Národní kolo

- 1) Stanovení chloridových iontů dle Volharda v odpadních vodách po předchozím oddělení rušících látek na měničích iontů

36. ročník (1999/2000)

TÉMA: Využití chelatometrie při stanovení vybraných iontů (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Al^{3+} , Bi^{3+} a dalších) a tvorby barevných komplexů v kvalitativní analýze

Školní kolo

- 1) Stanovení vápníku a hořčíku ve směsi

Krajské kolo

- 1) Rozlišení organických činidel
- 2) Stanovení bismutu a olova ve směsi

Národní kolo

- 1) Spektrofotometrické stanovení konstanty stability komplexu $Fe(phen)_3^{2+}$
- 2) Chelatometrické stanovení zinku a olova

37. ročník (2000/2001)

TÉMA: Využití oxido–reduktometrických metod pro stanovení a důkazy organických látek (jodometrie, bromatometrie)

Školní kolo

- 1) Navrhněte a prakticky proved'te stanovení formaldehydu (jodometricky)

Krajské kolo

- 1) Bromatometrické stanovení kyseliny L-askorbové
- 2) Identifikace čtyř látek (škrob, glukosa, kyselina benzoová, kyselina askorbová)

Národní kolo

- 1) Jodometrické stanovení thiomocoviny
- 2) Za použití Tollensova a Fehlingova činidla rozhodněte, ve kterých ze tří předložených zkumavek se nachází aldehyd, keton a aromatický aldehyd

38. ročník (2001/2002)

TÉMA: Využití oxidačně-redukčních reakcí v odměrné analýze (především jodometrie) pro stanovení anorganických látek

Školní kolo

- 1) Jodometrické stanovení koncentrace odměrného roztoku thiosíranu sodného

Krajské kolo

- 1) Stanovení iontů prvku o různém oxidačním čísle
- 2) Jodometrické stanovení rozpuštěného kyslíku ve vodách

Národní kolo

- 1) Stanovení aniontů síry o různém oxidačním čísle
- 2) Nepřímé jodometrické stanovení barya

39. ročník (2002/2003)

TÉMA: Využití srážecích reakcí na důkazy a stanovení vybraných iontů (argentometrie, manganometrie, bromatometrie a jodometrie)

Školní kolo

- 1) Navrhněte a prakticky proveďte oddělení iontů Ca^{2+} od Fe^{3+} pomocí srážecích reakcí s následným manganometrickým stanovením Ca^{2+} iontů

Krajské kolo

- 1) Stanovení hliníku jako 8-chinolinolátu

Národní kolo

- 1) Stanovení stříbrných iontů argentometricky dle Volharda

40. ročník (2003/2004)

TÉMA: Využití analytických činidel (zejména organických) a jejich komplexotvorných reakcí v analytické chemii pro důkaz a stanovení anorganických iontů, především kationtů kovů

Školní kolo

- 1) Stanovení obsahu aktivní látky ve farmaceutickém preparátu, např. ZnO v zinkové masti

Krajské kolo

- 1) Stanovení koncentrace Cu^{2+} a H^+ v odměrném roztoku primárního standardu

Národní kolo

- 1) Kvalitativní analýza tří iontů ve směsi a jejich následné chelatometrické stanovení

41. ročník (2004/2005)

TÉMA: Využití oxidačně-redukčních reakcí v odměrné analýze (především jodometrie)

Školní kolo

- 1) Jodometrické stanovení formaldehydu

Krajské kolo

- 1) Jodometrické stanovení kyseliny L-askorbové

Národní kolo

- 1) Stanovení rozpustných dusitanů dle Lungeho (manganometricky)

42. ročník (2005/2006)

TÉMA: Reakce kyselin a bází, protolytické rovnováhy

Školní kolo

- 1) Stanovení uhličitanu vedle hydrogenuhličitanu (acidimetrie)

Krajské kolo

- 1) Analýza borátového pufru

Národní kolo

- 1) Stanovení obsahu kyseliny acetylsalicylové
- 2) Tenkovrstvá chromatografie

43. ročník (2006/2007)

TÉMA: Analytická chemie železa, jeho stanovení

Školní kolo

- 1) Příprava preparátu Mohrovy soli a stanovení jeho čistoty (manganometricky)

Krajské kolo

- 1) Stanovení obsahu železa v lékařském preparátu FERRONAT[®] RETARD
- 2) Důkaz iontových forem železa o různém oxidačním čísle (kvalitativní analýza iontů železa)

Národní kolo

- 1) Speciační analýza železa (stanovení Fe²⁺ a Fe³⁺ vedle sebe)

44. ročník (2007/2008)

TÉMA: Využití tvorby komplexů při stanoveních některých přechodných kovů, chelatometrie

Školní kolo

- 1) Stanovení mědi chelatometrickou titrací

Krajské kolo

- 1) Chelatometrické stanovení Zn²⁺
- 2) Nepřímé chelatometrické stanovení mědi

Národní kolo

- 1) Stanovení zinku v přítomnosti mědi chelatometrickou titrací
- 2) Stanovení iontů Ni²⁺ chelatometricky

45. ročník (2008/2009)

TÉMA: Využití oxidačně-redukčních reakcí v redoxních titracích

Školní kolo

- 1) Stanovení titru 0,01M thiosíranu sodného (jodometricky)
- 2) Chemické hodiny

Krajské kolo

- 1) Stanovení kyseliny L-askorbové v tabletě Celaskonu

Národní kolo

- 1) Stanovení Michaelisovy konstanty katalasy

46. ročník (2009/2010)

TÉMA: Alkalimetrické stanovení obsahu kyselin ve vodných roztocích

Školní kolo

- 1) Titrace do I. a do II. stupně

Krajské kolo

- 1) Stanovení obsahu HCl ve vzorku
- 2) Stanovení obsahu H_3BO_3 ve vzorku

Národní kolo

- 1) Titrace kyseliny vinné
- 2) Titrace kyselin sumárně

47. ročník (2010/2011)

TÉMA: Využití oxidačně-redukčních reakcí v odměrné analýze (především jodometrie a manganometrie)

Školní kolo

- 1) Stanovení peroxidu vodíku v kyselém prostředí

Krajské kolo

- 1) Stanovení rozpustných dusitanů dle Lungeho
- 2) Standardizace 0,02M roztoku KMnO_4

Národní kolo

- 1) Stanovení kyseliny peroxyoctové a peroxidu vodíku v přípravku PERSTERIL[®]

48. ročník (2011/2012)

TÉMA: Využití Tollensova činidla, Fehlingova činidla

Školní kolo

- 1) Tollensova reakce – důkaz redukujících látek
- 2) Příprava koloidního stříbra

Krajské kolo

- 1) Určení látek z cukrovaru

Národní kolo

- 1) Stanovení glukosy a sacharosy ve směsi

8.2 Spojené Státy Americké

1999

1) Dostali jste vzorek nápoje 7-Up, cukr (sacharosa) a destilovanou vodu. Navrhněte a proveďte pokus, kterým určíte množství cukru ve vzorku v procentech. Popište metodu, kterou jste tento úkol vyřešili. Molární hmotnost sacharosy ($C_{12}H_{22}O_{11}$) je $342,30 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

2) Dostali jste vzorek kuchyňského odstraňovače mastnoty Crystal Drano. Ten obsahuje dvě složky: lesklé kovové částičky a světle zelené zrníčka. Kovová složka obsahuje zinek, hořčík, nebo hliník, zelená zrníčka jsou NaOH, $Ca(OH)_2$, nebo $Al(OH)_3$. K dispozici máte 1M NaOH, 3M HCl a indikátor fenolftalein. Navrhněte a proveďte pokus, kterým určíte složky přípravku Crystal Drano. Popište metodu, kterou jste tento úkol vyřešili.

2000

1) Jestliže dáme za pokojové teploty bezvodý dusičnan amonný do vody, teplota roztoku se sníží. Jestliže dáme do vody bezvodý chlorid vápenatý, teplota roztoku se zvýší. Navrhněte a proveďte pokus, jak určit množství dusičnanu amonného, které spolu s 10 g $CaCl_2$ musíme přidat do 100 ml vody, aby se teplota výsledného roztoku nezměnila. Popište metodu, kterou jste tento úkol vyřešili.

2) Ačkoli se bromkresolová zeleň často používá jako acidobazický indikátor, v této úloze bude použita jako reaktant. Po smíchání se zředěným roztokem chlornanu bromkresolová zeleň postupně oxiduje a mění barvu. Barva odpovídá bromkresolové zeleni při pH 4. Navrhněte a proveďte pokus, kterým určíte kinetiku této oxidačně-redukční reakce s ohledem na chlornan. Popište metodu, kterou jste tento úkol vyřešili.

2001

1) Navrhněte a proveďte pokus, kterým určíte hustotu plastového objektu, který jste dostali. Můžete použít vodu, roztok alkoholu a vybavení laboratoře, s výjimkou vah. Popište metodu, kterou jste tento úkol vyřešili. Hustota vody je $1 \text{ g}\cdot\text{ml}^{-1}$ a hustota alkoholu je $0,85 \text{ g}\cdot\text{ml}^{-1}$.

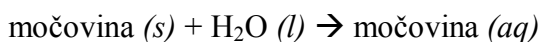
2) Navrhněte a proved'te pokus, kterým určíte látku obsaženou v osmi očíslovaných lahvičkách. Každá lahvička obsahuje jednu z těchto sloučenin: BaCl_2 , CaCO_3 , Ca(OH)_2 , KI , NaCl , NaHCO_3 , Na_2SO_4 , $\text{Pb(NO}_3)_2$. Kromě vybavení, které najdete v laboratoři, můžete použít destilovanou vodu. Dále máte možnost výběru jednoho dalšího činidla. K dispozici máte 6M H_2SO_4 , 6M HCl , 6M NaOH , fenolftalein.

Popište metodu, kterou jste tento úkol vyřešili.

2002

1) Navrhněte a proved'te pokus, kterým prozkoumáte vztah mezi velikostí povrchu kusu syrové brambory a rychlostí rozkladu peroxidu vodíku. Popište metodu, kterou jste tento úkol vyřešili.

2) Navrhněte a proved'te pokus, kterým určíte hodnotu rovnovážné konstanty pro tuto reakci (za pokojové teploty):



Popište metodu, kterou jste tento úkol vyřešili.

$$M_r(\text{CO(NH}_2)_2) = 60 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}, c(\text{H}_2\text{O}) = 55,5 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}.$$

2003

1) Sani-Flush je komerční prostředek určený na záchodové mísy, který obsahuje disíran sodný (hydrogensíran sodný) a uhličitan sodný jako účinné látky. Dalšími složkami jsou chlorid sodný, laurylsíran sodný, mastek a vonné přísady. S informací, že disíran sodný je ve výrazném nadbytku ve srovnání s uhličitanem sodným, proved'te pokus, kterým zjistíte hmotnostní procento obsahu uhličitanu sodného ve vzorku.

2) Dostali jste osm očíslovaných lahviček. Každá lahvička obsahuje jednu z následujících látek: Na_3PO_4 , NH_4Cl , ZnCl_2 , KNO_3 , Mg(OH)_2 , $\text{Pb(NO}_3)_2$, CaCO_3 , Na_2SO_3 . Můžete použít destilovanou vodu, zkumavky a pouze dvě další činidla. Na výběr máte 6M H_2SO_4 , 6M HCl , 6M AgNO_3 a fenolftalein. Tato činidla si musíte vybrat ještě před zahájením vašeho experimentu. Určete, co za sloučeninu obsahují jednotlivé lahvičky.

2004

1) Dostali jste lahvičku obsahující kyselinu maleinovou ($C_4H_4O_4$), kyselinu fumarovou ($C_4H_4O_4$), nebo kyselinu vinnou ($C_4H_6O_6$). Váš vedoucí určí kyselinu, kterou máte k dispozici.

Navrhněte a proveďte pokus, kterým určíte počet ionizovatelných H^+ iontů v každé molekule kyseliny, kterou jste dostali.

2) Dostali jste čtyři černé tužky. Navrhněte a proveďte pokus, kterým určíte, zda barvivo používané v každé tužce je sloučenina nebo směs. Poskytněte důkazy pro své závěry.

2005

1) Dostali jste tři kádinky obsahující $NaHCO_3$, $CaCl_2$ a vodu z kohoutku. Nechte tyto dvě sloučeniny reagovat v přítomnosti vody a tuto reakci popište chemickou rovnicí. Podpořte svůj návrh různými kvalitativními a kvantitativními pozorováními a měřeními.

2) Dostali jste pět očíslovaných lahviček. Tyto lahvičky obsahují methanol, 2-propanol, aceton, hexan a vodu (ne nutně v tomto pořadí). Také jste dostali stolní cukr ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Navrhněte a proveďte pokus, kterým určíte kapaliny obsažené v jednotlivých lahvičkách. Máte přístup k hodinám nebo stopkám.

2006

1) Kurkuma, přírodní látka, se kvůli chuti a barvě přidává do hořčice. Při pH 7,4 mění barvu ze žluté na červenou. Hořčice také obsahuje kyselinu octovou. Dostali jste vzorek 0,5M NaOH a hořčici, navrhněte a proveďte pokus, kterým určíte hmotnostní procento kyseliny octové v hořčici.

2) Dostali jste 3M kyselinu chlorovodíkovou, fenolftalein a máte k dispozici běžné laboratorní vybavení. Navrhněte experiment, kdy s použitím kvalitativních i kvantitativních důkazů určíte neznámý kov (Ag, Al, Ca, nebo Cr).

2007

1) Dostali jste dva roztoky, 0,1M roztok neznámé soli MCl_x a 0,1 M sodný roztok Na_2Y . Navrhněte a proveďte pokus, kterým určíte totožnost neznámého kationtu kovu a neznámého aniontu v těchto roztocích. Možné kationty jsou K, Zn, Al, Ag a možné anionty dusičnan, uhličitan, fosforečnan a sulfid. Na podporu své odpovědi proveďte kvalitativní i kvantitativní důkazové reakce.

2) LDPE (nízkohustotní polyethylen) je polymer na ropné bázi, který se používá do pružných lahví, filmů a plastových nádob. K dispozici máte vodu, ethanol (hustota je $0,789 \text{ g}\cdot\text{ml}^{-1}$) a běžné vybavení laboratoře. Navrhněte a proveďte pokus, kterým přesně určíte tloušťku vzorků LDPE, které dostanete.

2008

1) Dostali jste sedm lahviček obsahujících roztoky $AgNO_3$, $BaCl_2$, $Cu(NO_3)_2$, $CuSO_4$, $Pb(NO_3)_2$, KI a Na_2SO_3 , ne nutně v tomto pořadí. Použitím poskytnutých pomůcek experimentálně určete obsah všech lahviček.

2) Dostali jste vzorek neznámého uhličitanu M_xCO_3 , 3M kyselinu chlorovodíkovou, nafukovací balonek a nějaké laboratorní vybavení. Navrhněte a proveďte pokus, kdy kombinováním těchto dvou látek stanovíte množství vyrobeného plynu a neznámý kation uhličitanu. Možné kationty jsou Ba, Ca, Li, Na. Pokojová teplota je $25 \text{ }^\circ\text{C}$ a standardní tlak je 1 atm.

2009

1) Dostali jste šest očíslovaných lahviček obsahujících 0,5 M roztoky sodných solí Na_2CO_3 , $NaHCO_3$, $NaHSO_3$, NaH_2PO_4 , Na_2HPO_4 a Na_3PO_4 (ne nutně v tomto pořadí) a 50 ml kádinku obsahující 0,4 M HCl a lahvičku s methylovaním. Navrhněte a proveďte pokus, kterým určíte obsah jednotlivých lahviček (s využitím kvalitativních i kvantitativních reakcí).

2) Dostali jste teploměr, polystyrenový kelímek s víčkem, kádinku, odměrný válec, vodu o pokojové teplotě, teplou vodu a kostky ledu. Použitím těchto materiálů navrhněte a proveďte experiment, kterým určíte teplotu tání vody.

2010

1) Dostali jste podložku, několik zkumavek a pipet, koncentrovaný roztok amoniaku, destilovanou vodu a čtyři očíslované lahvičky, obsahující hexahydrát chloridu železitého, heptahydrát síranu kobaltnatého, dihydrát chloridu měďnatého a oxid draselný (ne nutně v tomto pořadí). Navrhněte a proveďte pokus pro výrobu nejméně pěti nových různých komplexních sloučenin, s použitím porozumění chemie koordinačních sloučenin a kvalitativních důkazů.

2) Dostali jste vzorek mořské vody, lahvičku obsahující $5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{ AgNO}_3$, lahvičku obsahující K_2CrO_4 (aq), několik malých zkumavek a přístup k vahám. Navrhněte a proveďte experiment, kterým určíte procento chloridových iontů v mořské vodě. Rovnovážná konstanta pro AgCl je $1,77 \cdot 10^{-10}$ a pro Ag_2CrO_4 je $1,12 \cdot 10^{-12}$.

2011

1) Americká jednocentová mince po roce 1983 má tenkou vnější měděnou vrstvu se zinkovým středem. Moderní pěticent má tenký povrch z niklu a zinkové jádro. Moderní deseticenty jsou slitiny mědi a niklu. Japonské 1¥ jsou z hliníku. Dostali jste 4 pětíčky, 3 deseticenty, 3 pěticenty, 2¥, měřič napětí a další pomůcky. Navrhněte a proveďte pokus, kterým vytvoříte baterii s co největším napětím a své výsledky odůvodněte.

2) Dostali jste vzorek pevného KNO_3 , laboratorní pomůcky, teplou vodní lázeň a elektronické váhy. Určete hodnotu ΔH° pro KNO_3 .

Rozpustnost KNO_3 je 100. $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ = -2,303RT \log K_c$

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

2012

1) Ocet je kyselá kapalina vyrobená fermentačním procesem z ethanolu. Fermentací cukrů vzniká alkohol a potom sekundární fermentací alkoholu vzniká kyselina octová. V současné době je vyžadováno, aby každý produkt, který se nazývá ocet, obsahoval aspoň 4 % kyseliny octové. Koncentrace kyseliny octové se podle typu octa liší od 4 % do 8 %. Navrhněte a proveďte proces k určení, který obchod je výtěžnější při výrobě 1 000 000 lahví octa:

Obchod A prodává 473 ml láhev octa za \$0,99.

Obchod B prodává 3,78 l láhev octa za \$7,92.

Náklady na nákup kyseliny octové jsou pro oba obchody stejné.

2) Peroxid vodíku se pomalu rozkládá na kyslík a vodu. Navrhněte metodu, jak zařadit následující látky podle jejich schopnosti katalyzovat rozklad 3 % roztoku peroxidu vodíku: chlorid železitý, kvasnice a jodid draselný. Vysvětlete vaše počínání.

8.3 Mezinárodní chemická olympiáda

32. ročník (2000)

- 1) Příprava komplexní soli $K_3[Mn(C_2O_4)_3] \cdot xH_2O$, analýza oxidačních a redukčních schopností této soli
- 2) Syntéza methylesteru hydrochloridu aminokyseliny

33. ročník (2001)

- 1) Příprava 2-jodbenzoové kyseliny
- 2) Odhad množství Mn^{2+} a Mg^{2+} iontů v předložených vzorcích – komplexometrická titrace
- 3) Stanovení rychlostní konstanty redoxní reakce ethanolu s chromanovými anionty

34. ročník (2002)

- 1) Enzymatická hydrolýza methyl-N-acetyl-fenylalaninu
- 2) Syntéza benzyldantoinu
- 3) Stanovení železa v potravinovém doplňku

35. ročník (2003)

- 1) Syntéza methylesteru N-acetyl-L-prolinyl-L-fenylalanin dipeptidu ($\text{Ac-L-Pro-Phe-OCH}_3$)
- 2) Titrace kyseliny askorbové jodičnanem draselným

36. ročník (2004)

- 1) Syntéza 2,2'-((propan-2,2-diylobis(oxy))bis(4,1-fenylen))dioctové kyseliny
- 2) Kvalitativní a kvantitativní analýza supravodiče

37. ročník (2005)

- 1) Syntéza D,L-fenylglycinu a jeho rozštěpení na enantiomery
- 2) Kvalitativní analýza neznámých anorganických vzorků

38. ročník (2006)

- 1) Chromatografie na reverzní fázi: Spektrofotometrická analýza
- 2) Chromatografie na reverzní fázi: Acidobazická titrace kyseliny octové a kyseliny salicylové
- 3) Kvalitativní analýza organických sloučenin

39. ročník (2007)

- 1) Iontově výměnná chromatografie aminokyselin
- 2) Stanovení uhličitánů a hydrogenfosforečnanů ve vzorku abrazivního pudru

40. ročník (2008)

- 1) Syntéza pentaacetátu α -D-glukopyranosy
- 2) Zjištění stechiometrického složení sraženiny vzniklé reakcí zinečnatých iontů s hexakynoželeznanem draselným
- 3) Analýza složení neznámých vodných roztoků

41. ročník (2009)

- 1) Aldolová kondenzace
- 2) Analýza měďnatého komplexu
- 3) Kritická micelární koncentrace surfaktantu

42. ročník (2010)

- 1) Reakce Hantzschova esteru s peroxohydrátem močoviny
- 2) Stanovení Fe(II) a Fe(III) vizuální kolorimetrií
- 3) Analýza polymerů

43. ročník (2011)

- 1) Analýza směsi chloridů
- 2) Příprava vodíku z amoniakátu boranu
- 3) Syntéza, purifikace a separace směsi diastereoizomerů

44. ročník (2012)

- 1) Kinetika, izotopový efekt a mechanismus jodace acetonu
- 2) Syntéza salenového komplexu manganu a určení vzorce produktu

IV. DISKUZE

Jedním z ukazatelů náročnosti chemické olympiády může být praktická část, ve které soutěžící řeší zadané úlohy v laboratoři. Jak již bylo řečeno v předcházející kapitole, ne všechny státy, které tuto chemickou soutěž pořádají, mají v organizační struktuře olympiády laboratorní úlohy obsaženy. Z těch zemí, které byly podrobněji popisovány v teoretické části, tyto úlohy mají v zadání chemické olympiády pouze Česká republika a Spojené Státy Americké.

V 8. kapitole byl uveden přehled jednotlivých laboratorních úloh těchto států z posledních několika ročníků chemické olympiády. Z tohoto přehledu lze vysledovat, jaký typ úloh je pro konkrétní olympiádu typický.

V České republice provádějí soutěžící laboratorní úlohy už od školního kola chemické olympiády. Vzhledem k tomu, že každý ročník je nějak tematicky zaměřen, žáci na začátku soutěže nastudují doporučenou literaturu a ví, co mohou v průběhu soutěže očekávat. Rovněž praktická část olympiády má nějaké zaměření, úlohy ve všech kolech jsou si podobné, pouze náročnost se zvyšuje. Mezi úlohami převládají problémy týkající se využití oxidačně-redukčních metod při důkazu a odměrném stanovení vybraných anorganických iontů (jodometrie, bromatometrie, manganometrie), srážecích reakcí (argentometrie) a komplexotvorných reakcí (chelatometrie). V zadání praktické části chemické olympiády jsou vždy vypsány chemikálie a pomůcky, které jsou pro vypracování úloh nezbytné, a je uveden přesný postup, který musí žáci striktně dodržet. Úspěšnost soutěžících závisí především na schopnosti dobře si rozvrhnout čas a na tom, s jakou přesností provádí dílčí kroky jednotlivých úloh.

Spojené Státy Americké mají na rozdíl od České republiky praktickou část chemické olympiády koncipovanou jiným způsobem. Soutěžící v národním kole vždy čekají dvě laboratorní úlohy různého typu. Co je trochu netradiční, žáci nemají určen postup, jakým ke správnému výsledku dospět. Součástí laboratorních úloh je tedy také vypracovat, jak zadaný úkol vyřešit. Mnohdy v zadání úloh není ani řečeno, které pomůcky mohou soutěžící použít – praktická část chemické olympiády tedy vyžaduje přímou aplikaci poznatků získaných v hodinách chemie do praxe. Tyto úlohy jsou pro žáky jistě náročnější, protože nemohou pracovat podle zadaného postupu, ale celou práci si musí od začátku do konce vymyslet sami.

Mezinárodní kolo chemické olympiády je, co se týče náročnosti, na vysoké úrovni a pro soutěžící jsou vždy připraveny 2 – 3 úlohy časově vysoce náročné. Aspoň jedna úloha se většinou týká syntézy organické sloučeniny. Aby žáci studující střední školu zvládli takto náročné úlohy, je nezbytná důkladná jak teoretická, tak i praktická příprava na přípravných soustředěních, kterými před mezinárodním kolem procházejí.

V Tab. 6 na následující straně jsou zpracovány úspěchy jednotlivých států v mezinárodní chemické olympiádě od roku 1994. Čína je zde uvedena proto, že její reprezentační týmy získávají každoročně ty nejlepší medaile. Spojené Státy Americké dosahují také velice dobrých výsledků. Následuje Česká republika, Velká Británie a na závěr Španělsko. Je těžké určit důvod, proč jsou některé státy úspěšnější než ostatní, ale jako jeden z ukazatelů můžeme brát praktickou část chemické olympiády, kterou státy vybírají tým na mezinárodní kolo olympiády. Spojené Státy Americké jsou velice úspěšné a jejich laboratorní úlohy jsou, jak už bylo řečeno, náročnější, než například úlohy v české chemické olympiádě. Naproti tomu žáci ze Španělska v chemické olympiádě řeší pouze teoretické otázky, a proto jsou na laboratorní část méně připraveni, než ostatní soutěžící.

Tab. 6 Úspěšnost vybraných států na mezinárodní chemické olympiádě [42-52].
(úspěšnost klesá zleva doprava)

ročník	rok	Počet medailí																			
		Čína			USA			ČR			UK			Španělsko							
		Z	S	B	U	Z	S	B	U	Z	S	B	U	Z	S	B	U				
26.	1994	2	2	0	0	2	1	1	0	0	2	2	0	2	2	0	0	x	x	x	x
27.	1995	4	0	0	0	0	2	2	0	2	0	2	0	1	2	1	0	x	x	x	x
28.	1996	3	0	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0	0	3	1	0	x	x	x	x
29.	1997	0	4	0	0	1	2	1	0	1	0	3	0	0	0	3	1	0	0	1	1
30.	1998	1	3	0	0	2	1	1	0	0	1	2	0	2	0	2	0	0	0	0	1
31.	1999	-	-	-	-	3	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	2
32.	2000	3	1	0	0	2	0	2	0	0	3	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0
33.	2001	3	1	0	0	2	2	0	0	1	0	3	0	0	1	3	0	0	0	1	0
34.	2002	4	0	0	0	2	1	1	0	0	0	3	0	0	2	2	0	0	2	1	0
35.	2003	4	0	0	0	0	1	3	0	0	3	1	0	0	3	1	0	0	0	1	2
36.	2004	4	0	0	0	0	4	0	0	1	1	2	0	0	2	2	0	0	0	1	0
37.	2005	x	x	x	x	0	3	1	0	1	2	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0
38.	2006	4	0	0	0	0	3	1	0	1	1	2	0	0	1	3	0	0	0	0	3
39.	2007	4	0	0	0	0	3	1	0	0	2	1	0	0	2	2	0	0	0	1	0
40.	2008	4	0	0	0	0	1	3	0	0	1	2	1	0	2	2	0	0	0	1	0
41.	2009	3	1	0	0	1	3	0	0	0	1	3	0	0	4	0	0	0	0	1	1
42.	2010	4	0	0	0	2	1	1	0	2	2	0	0	1	2	1	0	0	0	3	0
43.	2011	4	0	0	0	2	2	0	0	2	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1
44.	2012	2	2	0	0	1	3	0	0	1	2	1	0	0	2	2	0	0	0	1	0

Výsvětlivky: Z – zlatá, S – stříbrná, B – bronzová medaile, U – čestné uznání, – chybí údaj, x – neúčastnila se

Doplňující informace

Garantem chemické olympiády v ČR se na vlastní žádost v roce 2010 stala VŠCHT v Praze. Zde jsou uloženy všechny materiály týkající se chemické olympiády od jejího založení po současnost. Během zpracování dat ke své bakalářské práci jsem měla možnost do tohoto archivu nahlédnout a využít materiály, které se tady nacházejí.

Jednotlivá kola chemické olympiády pořádají ve svých prostorách střední, případně vysoké školy. V dubnu 2012 se konalo na Slovanském gymnáziu v Olomouci krajské kolo kategorie D, kterého jsem měla možnost zúčastnit se jako dozor. V letošním roce, v dubnu 2013, hostila krajské kolo chemické olympiády kategorie D Katedra analytické chemie Univerzity Palackého v Olomouci.

Obr. 1 Krajské kolo kategorie D (Slovanské gymnázium, Olomouc – 16.4.2012)



V. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo získat informace o chemické olympiádě v České republice a ve vybraných zahraničních státech a provést související srovnání.

Chemická olympiáda je soutěž, která má podněcovat, podporovat a motivovat žáky, kteří se o chemii zajímají. V České republice je systém chemické olympiády koncipován tak, aby vychovávala mladé chemiky již od první chvíle, kdy se s chemií ve škole setkají poprvé. Ti nejstarší žáci, kteří soutěží v kategorii A, mají možnost přes školní, krajské a národní kolo postoupit do dvou přípravných soustředění, ze kterých jsou vybráni čtyři nejlepší, aby naši republiku reprezentovali na mezinárodní chemické olympiádě. V některých zahraničních státech je ale chemická olympiáda brána pouze jako prostředek pro výběr čtyřčlenného týmu na mezinárodní olympiádu, což je škoda, protože cílem jakýchkoliv soutěží tohoto typu je především podpořit aktivitu žáků a případně i takto působit výchovně na veřejnost, a podnítit zájem o přírodní vědy, ne pouze přání získat zlatou medaili v mezinárodní soutěži.

Do chemické olympiády se každoročně zapojuje velký počet vysokoškolských profesorů, kteří se snaží vymyslet poutavé úlohy pro soutěžící, středoškolských učitelů, kteří pomáhají žákům s přípravou na tuto soutěž, a v neposlední řadě také samotných škol, které na své půdě umožňují konání jednotlivých kol chemické olympiády. Všem, kteří se do soutěže jakýmkoliv způsobem zapojují, patří velký dík, protože jim není lhostejné, zda je chemie vnímána pouze jako mezi žáky neoblíbený předmět, nebo jako věda, která dokáže být i zábavná a zajímavá.

VI. POUŽITÁ LITERATURA A OSTATNÍ ZDROJE

1. <<http://web.natur.cuni.cz/cho>> [citováno 9. ledna 2013].
2. BOČEK, Leo; HORÁK, Karel (eds.). *50 let matematické olympiády*. Praha: MATFYZPRESS, 2001. ISBN 80-85863-64-2.
3. <<http://fyzikalniolympiada.cz>> [citováno 9. ledna 2013].
4. FARKAČ, J.; BOŽKOVÁ, H. *Biologická olympiáda*. Praha: Nakladatelství Jan Farkač, 2006.
5. VYMĚTAL, J. *České chemické společnosti* – Bulletin Chemické Listy 100, 919-942. Česká společnost chemická, 2006. ISSN 0009-2770.
6. ŠIMÁNEK V. *Česká společnost chemická ve volebním období 1997-2001* – Bulletin Chemické Listy 96, 49-74. Česká společnost chemická, 2002. ISSN 0009-2770.
7. ZACHAŘ P. *Česká společnost chemická a společnosti předcházející a příbuzné na území bývalého Československa* – Bulletin Chemické Listy 106, 693-720. Česká společnost chemická, 2012. ISSN 0009-2770.
8. HOLZHAUSER, P. *Informace k organizační změně Chemické olympiády* – Bulletin Chemické Listy 104, 61-77. Česká společnost chemická, 2010. ISSN 0009-2770.
9. CHOCHOLATÝ, J. *Příprava sbírky vybraných úloh z chemické olympiády a její evaluace*. Olomouc: Univerzita Palackého. Přírodovědecká fakulta. Katedra anorganické chemie, 2010. Vedoucí diplomové práce RNDr. Lukáš Müller, Ph.D.
10. *Organizační řád Chemické olympiády ze dne 16.4.2012* [online]. [citováno 27. března 2013]. Dostupné z <<http://web.natur.cuni.cz/cho>>.
11. *Chemická olympiáda 42. ročník (2005/2006), kategorie A, národní kolo*, Praha: Institut dětí a mládeže MŠMT, 2005.
12. HOLZHAUSER, P. *Ústřední kolo 42. ročníku Chemické olympiády* – Bulletin Chemické Listy 100, 283-310. Česká společnost chemická, 2006. ISSN 0009-2770.
13. ČADOVÁ, R. *Celostátní kolo Chemické olympiády* – Bulletin Chemické Listy 97, 217-242. Česká společnost chemická, 2003. ISSN 0009-2770.
14. HOLZHAUSER, P. *Ústřední kolo 44. ročníku Chemické olympiády* – Bulletin Chemické Listy 102, 285-305. Česká společnost chemická, 2008. ISSN 0009-2770.
15. HOLZHAUSER, P. *Ústřední kolo 45. ročníku Chemické olympiády* – Bulletin Chemické Listy 103, 327-362. Česká společnost chemická, 2009. ISSN 0009-2770.

16. LICHTENBERG, K. *Národní kolo 46. ročníku Chemické olympiády* – Bulletin Chemické Listy 104, 267-292. Česká společnost chemická, 2010. ISSN 0009-2770.
17. KAFKA S. *Ústřední kolo jubilejního 40. ročníku Chemické olympiády* – Bulletin Chemické Listy 98, 213-228. Česká společnost chemická, 2004. ISSN 0009-2770.
18. MACHÁČKOVÁ J.; ŠPIČKA J. *Chemická olympiáda 1967 – 1969: sborník úloh*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1970.
19. <<http://www.chem.elte.hu/w/gpch/>> [citováno 9. ledna 2013].
20. <<http://www.bestvina.cz>> [citováno 9. ledna 2013].
21. MENOVÁ, P. *Ráj mladých chemiků* – Bulletin Chemické Listy 98, 43-62. Česká společnost chemická, 2004. ISSN 0009-2770.
22. <<http://portal.acs.org>> [citováno 9. ledna 2013].
23. *U.S. National Chemistry Olympiad: Coordinator's Handbook* [online]. [citováno 9. ledna 2013]. Dostupné z <http://portal.acs.org>.
24. <<http://www.newyorkacs.org/>> [citováno 9. ledna 2013].
25. <<http://www.rcs.org>> [citováno 9. ledna 2013].
26. <http://www.quimicosmadrid.com/html/actividades_olimpiada_presentacion.html> [citováno 9. ledna 2013].
27. <<https://olimpiadasquimica.es/>> [citováno 9. ledna 2013].
28. <<http://www.colegiodequimicos.org>> [citováno 9. ledna 2013].
29. <<http://www.colquimur.org>> [citováno 9. ledna 2013].
30. <<http://www.quimicoscyl.org>> [citováno 9. ledna 2013].
31. <<http://www.alquimicos.com>> [citováno 9. ledna 2013].
32. <<http://www.uco.es/>> [citováno 9. ledna 2013].
33. <<http://www.una.ac.cr>> [citováno 9. ledna 2013].
34. <<http://www.iuventa.sk>> [citováno 9. ledna 2013].
35. LINKEŠOVÁ, Mária. *Vývojové trendy chemických súťaží*. Bratislava: VEDA, 2005. ISBN 80-224-0860-3.
36. VENTURA, K.; SEJBAL, J. *Do Indie, kam jinam aneb krátká zpráva o 33. mezinárodní chemické olympiádě* – Bulletin Chemické Listy 96, 49-74. Česká společnost chemická, 2002. ISSN 0009-2770.
37. MRÁZKOVÁ, E. *Mezinárodní chemická olympiáda v Kielu* – Bulletin Chemické Listy 98, 9443-960. Česká společnost chemická, 2004. ISSN 0009-2770.

38. HOLZHAUSER, P. *42. ročník Mezinárodní chemické olympiády* – Bulletin Chemické Listy 104, 955-990. Česká společnost chemická, 2010. ISSN 0009-2770.
39. HOLZHAUSER, P. *41. ročník Mezinárodní chemické olympiády* – Bulletin Chemické Listy 103, 847-869. Česká společnost chemická, 2009. ISSN 0009-2770.
40. KVÍČALA J. *Účast týmu České republiky na 37. Mezinárodní chemické olympiádě* – Bulletin Chemické Listy 100, 55-86. Česká společnost chemická, 2006. ISSN 0009-2770.
41. PETROUŠ, F. *Mise v zemi vycházejícího slunce* – Bulletin Chemické Listy 105, 63-93. Česká společnost chemická, 2011. ISSN 0009-2770.
42. *A brief review on the history and content of the International Chemistry Olympiad*. Bratislava: Iuventa, 1998. ISBN 80-88893-21-6.
43. <<http://www.35icho.uoa.gr>> [citováno 9. ledna 2013].
44. <<http://www.icho.de/>> [citováno 9. ledna 2013].
45. <<http://icho.chem.ntnu.edu.tw>> [citováno 9. ledna 2013].
46. <<http://icho2006.kcsnet.or.kr>> [citováno 9. ledna 2013].
47. <<http://www.icho39.chem.msu.ru/>> [citováno 9. ledna 2013].
48. <<http://icho.hu>> [citováno 9. ledna 2013].
49. <<http://www.icho2009.co.uk>> [citováno 9. ledna 2013].
50. <<http://www.icho2010.org>> [citováno 9. ledna 2013].
51. <<http://icho43.metu.edu.tr/>> [citováno 9. ledna 2013].
52. <<http://www.icho2012.org/>> [citováno 9. ledna 2013].
53. <<http://www.chem.elte.hu/w/gpch/>> [citováno 9. ledna 2013].
54. JANKŮ, J. *Grand Prix Chimique 2001* – Bulletin Chemické Listy 96, 49-74. Česká společnost chemická, 2002. ISSN 0009-2770.
55. BROŽEK J.; ŠÁCHOVÁ M.; JANKŮ J. *8. ročník Grand Prix Chimique 2005* – Bulletin Chemické Listy 99, 747-768. Česká společnost chemická, 2005. ISSN 0009-2770.
56. *2012 U.S. National Chemistry olympiad, National exam*, Washington, D.C.: American Chemical Society, 2012.
57. *41st International Chemistry Olympiad, UK Round One*, INEOS, 2009.
58. *XXIII Olimpiáda Nacional de Química*, Sevilla: ANQUE, 2010.
59. *42nd International Chemistry Olympiad, Japan 2010*, Tokyo, 2010.

Poznámka: Použitá literatura a další zdroje byly citovány podle ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690-2:

BOLDIŠ, Petr. *Bibliografické citace dokumentů podle ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690-2: Část 1 – Citace: metodika a obecná pravidla*. Verze 3.3. © 1999-2004, poslední aktualizace 11.11.2004. Dostupné z: <<http://www.boldis.cz/citace/citace1.pdf>>.

BOLDIŠ, Petr. *Bibliografické citace dokumentů podle ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690-2: Část 2 – Modely a příklady citací u jednotlivých typů dokumentů*. Verze 3.0 (2004). © 1999-2004, poslední aktualizace 11.11.2004. Dostupné z: <<http://www.boldis.cz/citace/citace2.pdf>>.

VII. PŘÍLOHY

Zde je uveden výběr úloh chemické olympiády ČR, zahraničí a mezinárodní chemické olympiády. Příloha č. 6 obsahuje rozsáhlý archiv zadání chemické olympiády.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: ChO ČR – 42. ročník (2005/2006), národní kolo (kategorie A) – výběr úloh

Příloha č. 2: ChO USA – rok 2012, National Exam – výběr úloh

Příloha č. 3: ChO UK – rok 2009, Round 1 – výběr úloh

Příloha č. 4: ChO Španělsko – 23. ročník (2009/2010), Fase Nacional – výběr úloh

Příloha č. 5: IChO – 42. ročník (Tokio 2010) – výběr úloh

Příloha č. 6: CD – Archiv zadání chemické olympiády

I. ANORGANICKÁ CHEMIE

Úloha 1 Estery kyseliny fosforité

6 bodů

Již dříve jste se dozvěděli, že kyselina fosforitá není jen tak obyčejná kyselina. Na první pohled se jeví jako trojsytná, ale už na ten druhý zjistíme, že se jedná o dvojsytnou kyselinu.

1. Nakreslete strukturální vzorce, které odpovídají A) dvojsytné formě, B) trojsytné formě kyseliny fosforité (H_3PO_3).

Mezi oběma formami existuje rovnováha, která je však ve vodných roztocích prakticky úplně posunuta ve prospěch formy A. Proto existují jen dvě řady solí, odpovídající této formě. Úplně jiná situace však existuje v případě esterů. Skutečně nalezneme dvě řady esterů, odpovídající oběma formám:

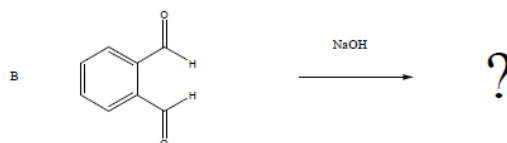
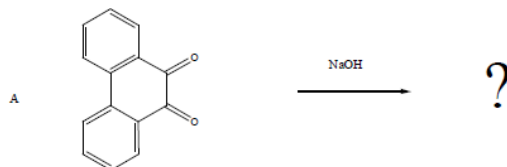
- (1) Reakcí chloridu fosforitého s ethanolem vzniká tzv. diethylfosfit, ester, který odpovídá struktuře A.
 - (2) Reakcí chloridu fosforitého s ethanolem v přítomnosti pyridinu (slabá báze) vzniká tzv. triethylfosfit, ester, který odpovídá struktuře B.
2. Nakreslete strukturální elektronové vzorce obou esterů a napište vyčíslené rovnice reakcí (1) a (2).
 3. Uvedli jsme, že H_3PO_3 je ve vodě pouze dvojsytná kyselina. Jak byste postupovali, kdybyste chtěli z molekuly diethylfosfitu odštěpit velmi málo kyselý vodík vázaný na atom fosforu? Které teorii kyselin a bází odpovídá takovéto kyselé chování?
 4. Vykazuje triethylfosfit v rámci některé z teorií kyselin a bází vůbec nějaké acidobazické chování? Pokud ano, uveďte jaké a svou odpověď zdůvodněte.
 5. Trimethylfosfit je termodynamicky nestabilní látka. Podléhá exotermní izomeraci, která je (strukturou reaktantů a produktů) analogická jako u samotné kyseliny trihydrogenfosforité. Produktem je ester nejjednodušší organofosforečné kyseliny. Nakreslete jeho vzorec. Jak byste chemickou cestou zabránili izomeraci trimethylfosfitu?
 6. Který ester odvozený od oxokyseliny fosforu hraje klíčovou roli v energetickém metabolismu buněk? Obsahuje ve své molekule také vazbu C–P?

II. ORGANICKÁ CHEMIE

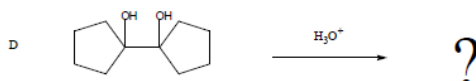
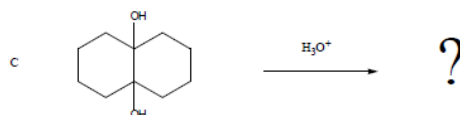
Úloha 1 Reakce vyvolané působením báze a kyseliny

5 bodů

1. Jaké produkty můžeme očekávat při reakcích 9,10-fenantrenchinonu (látka A) a *o*-ftalaldehydu (látka B) v bazickém prostředí hydroxidu sodného?



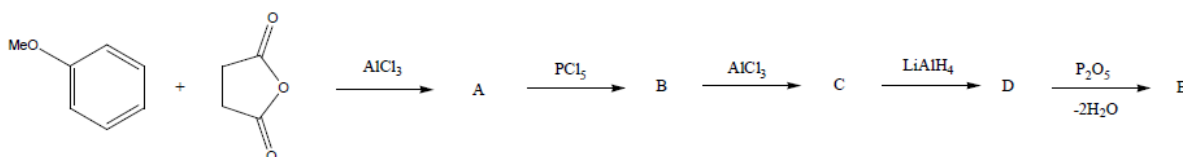
2. Dále uveďte jaké produkty můžeme očekávat při reakcích dekahydronaftalen-4a,8a-diolu (látka C) a 1,1'-bi(cyklopentyl)-1,1'-diolu (látka D) při zahřívání s minerální kyselinou.
3. Uveďte jaké jsou jmenné názvy jednotlivých reakcí.



Úloha 2 Dvakrát Lewisova kyselina

5 bodů

1. S využitím dvojnásobné Friedelovy-Craftsovy reakce v níže uvedeném schématu doplňte produkty reakcí A až E. Malou nápovědou v řešení Vám bude informace, že látka E je derivátem naftalenu.
2. Jakým způsobem aktivuje chlorid hlinitý sukcinanhydrid?



III. FYZIKÁLNÍ CHEMIE

Úloha 1 Kyselina octová

8 bodů

„Tot', že je víno? Tenhle kvas?
Vždyť křiví ústa, láme vaz!“

Romance o Karlu IV.

Nahořklá chuť a nepříjemný zápach ve víně jsou nespornou známkou přítomnosti kyseliny octové, o čemž se přesvědčilo mnoho lidí, mezi jinými třeba i král Karel IV. a Bušek z Velhartic.

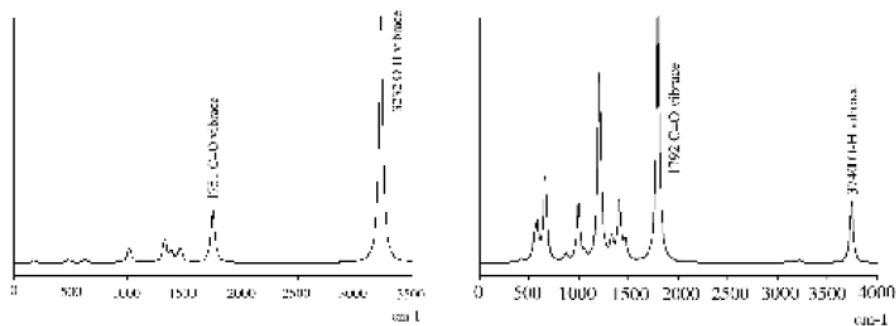
My se ale budeme v této úloze zajímat o chování kyseliny octové v plynné fázi. Je známo, že kyselina octová velmi ochotně vytváří v plynné fázi dimer. Najít rovnovážnou konstantu popisující dimerizaci není triviální úloha.

Experimentátoři si ale s tímto úkolem poradili. Do evakuované nádobky o objemu $21,4 \text{ cm}^3$ odpařili při teplotě 437 K proti tlaku 101896 Pa kyselinu octovou ($M_r = 60,05 \text{ g mol}^{-1}$). Soustavu pak zvažili a určili hmotnost kyseliny octové: $0,0519 \text{ g}$. Uvažujte, že kyselina octová se chová jako ideální plyn.¹

1. Kolik molů kyseliny octové je za těchto podmínek přítomno ve formě dimeru?
2. Jaká je rovnovážná konstanta dimerizace při teplotě 437 K ?
3. Jaká bude rovnovážná konstanta dimerizace při teplotě 471 K , známe-li reakční teplo dimerizace $\Delta_r H = -99 \text{ kJ mol}^{-1}$?
4. Posouvá se rovnováha se zvyšující se teplotou ve prospěch dimeru? (Na otázku můžete odpovědět i v případě, že vaše zdůvodnění není podloženo výpočtem.)

Tvorba dimeru je velice pěkně pozorovatelná i v infračerveném spektru. Na obrázcích 1 a 2 jsou spektra příslušející kyselině octové a dimeru kyseliny octové.

Obrázky 1 (vlevo) a 2 (vpravo):



5. Které spektrum přísluší monomeru a které dimeru kyseliny octové? Svě rozhodnutí vysvětlete!

Z teoretické studie (J. Chocholoušová et al: *J. Phys. Chem. A* **2003**, *107*, 3086) vyplývá, že nejstabilnější struktura dimeru v plynné fázi je cyklická.

6. Nakreslete strukturu cyklického dimeru, která souhlasí s jedním ze spekter na obrázku.

Tvorba dimeru byla pozorována i v chloroformu.

7. Vysvětlete ochotu kyseliny octové vytvářet dimer v nepolárním rozpouštědle. (Povšimněte si, jaký je dipólový moment monomeru a dimeru.)

¹ Nezapomeňte, že pokud se zajímáme o tlak v soustavě, chová se dimer kyseliny octové jako jedna částice.

IV. BIOCHEMIE

Úloha 3

5 bodů

Jednou ze skupin enzymů jsou trávicí enzymy, které rozkládají makromolekuly potravy na menší, vstřebatelné bloky.

1. Proč jsou enzymy vylučovány do trávicího traktu v neaktivní formě (jako proenzym) a teprve v trávenině přeměněny na aktivní formy? Uveďte příklad jedné takové dvojice proenzym-enzym.
2. V žaludku je silně kyselé prostředí, které aktivuje hlavní žaludeční trávicí enzym. Jak se tento enzym nazývá?
3. V žaludku je kyselé prostředí vytvářeno iontovými pumpami, které aktivně pumpují ionty H^+ přes membránu z buněk do žaludečního obsahu. Existují kyseliny, které mají příznivou hodnotu pK a zároveň dostatečnou rozpustnost obou (protonované i deprotonované) forem v membráně, takže slouží jako zkratovače gradientů protonů na membránách (tzv. ionofory). Patří mezi ně např. 2,4-dinitrofenol, kyselina acetylsalicylová – lék Acylpyrin, anebo ibuprofen – lék Ibalgin. Nakreslete strukturální vzorce prvních dvou zmiňovaných látek a zakroužkujte kyselé atomy vodíku.



4. Proč tyto látky poškozují žaludeční sliznici?
5. Ionofory pro proton (viz. otázka 3), zejména 2,4-dinitrofenol, způsobují při silném předávkování kromě jiných toxických příznaků i horečku a silné hubnutí. Vysvětlete.
6. Proč jsou bílkoviny samy o sobě schopné slabě pufovat vodný roztok, ve kterém jsou rozpuštěny?

SOUTĚŽNÍ ÚLOHY PRAKTICKÉ ČÁSTI

Acylypyrin

Celkem 40 bodů

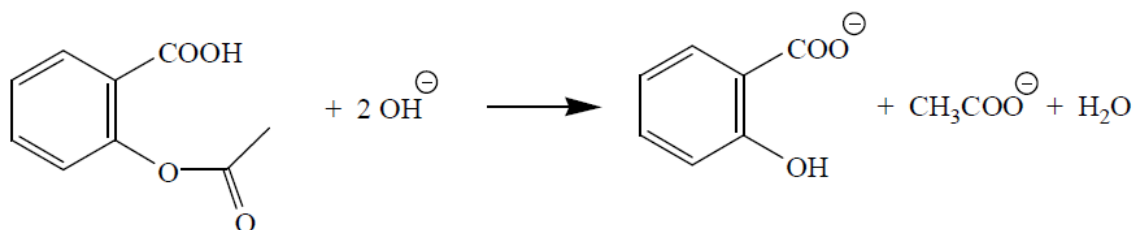
Součástí praktické části celostátního kola jsou dvě úlohy zaměřené na analýzu známého léčiva Acylypyrinu, používaného jako analgetikum a antipyretikum. Ve farmaceutické praxi se obvykle požaduje co nejpřesnější charakterizace výsledné lékové formy – stanovení obsahu účinné látky a ověření její čistoty.

Proto v první úloze stanovíte v tabletách Acylypyrinu obsah kyseliny acetylsalicylové. Ve druhé úloze bude vaším úkolem určit složení neznámého vzorku pomocí tenkovrstvé chromatografie. Vzorek obsahuje buď kyselinu acetylsalicylovou nebo produkt její hydrolyzy, kyselinu salicylovou.

Úloha 1 Stanovení obsahu kyseliny acetylsalicylové

26 bodů

Kyselina acetylsalicylová hydrolyzuje v alkalickém prostředí na salicylát podle rovnice



Tato reakce probíhá poměrně pomalu, proto ji nemůžeme použít pro přímé alkalimetrické stanovení. S výhodou však můžeme využít nepřímé stanovení, při kterém kyselinu hydrolyzujeme zahorka odměrným roztokem hydroxidu a jeho nadbytek zjistíme acidimetricky pomocí silné kyseliny.

NATIONAL EXAM PART I

- Fe_2O_3 reacts with excess CO at a high temperature according to the equation below.

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$$

If 6.50 g of Fe_2O_3 yields 3.85 g of Fe what is the percentage yield of the reaction?

(A) 59.2% (B) 69.9% (C) 76.3% (D) 84.7%
- What is the final $[\text{Na}^+]$ in a solution prepared by mixing 70.0 mL of 3.00 M Na_2SO_4 with 30.0 mL of 1.00 M NaCl ?

(A) 2.00 M (B) 2.40 M (C) 4.00 M (D) 4.50 M
- The mass percentage of O in a potassium salt, $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_x$, is 36.0%. What is the formula of the polyatomic ion?

(A) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ (B) $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}$ (C) $\text{S}_2\text{O}_7^{2-}$ (D) $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$
- Cu reacts with HNO_3 according to the equation

$$\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

If NO and NO_2 are formed in a 2:3 ratio, what is the coefficient for Cu when the equation is balanced with the simplest whole numbers?

(A) 2 (B) 3 (C) 6 (D) 9
- The active ingredient in commercial bleach is sodium hypochlorite, NaOCl , which can be determined by iodometric analysis as indicated in these equations.

$$\text{OCl}^- + 2\text{H}^+ + 2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$$

If 1.356 g of a bleach sample requires 19.50 mL of 0.100 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ solution, what is the percentage by mass of NaOCl in the bleach?

(A) 2.68% (B) 3.70% (C) 5.35% (D) 10.7%
- A 12.0 M acid solution that contains 75.0% acid by mass has a density of 1.57 g/mL. What is the identity of the acid?

(A) HCl ($M = 36.5$) (B) $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ ($M = 60.0$)
 (C) HBr ($M = 80.9$) (D) H_3PO_4 ($M = 98.0$)
- Which solid is much more soluble in 1 M HCl than in H_2O ?

(A) CaHPO_4 (B) CaCl_2
 (C) BaBr_2 (D) BaSO_4
- Which experimental procedure is best suited to determine the H_2O_2 concentration in an aqueous solution?

(A) precipitation with standard MgCl_2 solution
 (B) reaction with excess Zn to form H_2
 (C) titration with standard H_2SO_4
 (D) titration with standard KMnO_4
- When equal volumes of 0.2 M solutions of the following compounds are mixed, which combination forms a red precipitate?

(A) $\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{S}$ (B) $\text{AgNO}_3 + \text{K}_2\text{CrO}_4$
 (C) $\text{NiCl}_2 + \text{NaOH}$ (D) $\text{CuSO}_4 + \text{NH}_3$
- Which combination represents an n-type semiconductor?

(A) Si doped with Ge (B) Si doped with As
 (C) Si doped with Ga (D) As doped with Ga
- In an experiment to determine the empirical formula of magnesium oxide, a student weighs an empty crucible then adds a strip of magnesium metal and reweighs the crucible. The crucible and magnesium are heated with a burner flame, which ignites the magnesium and forms a gray-white solid. After cooling, the crucible and solid are reweighed and the data are analyzed to give an empirical formula of Mg_5O_4 . Which could account for the observed Mg_5O_4 result rather than the expected MgO ?

(A) Some of the magnesium reacts with atmospheric nitrogen to produce magnesium nitride.
 (B) A mixture of magnesium oxide and magnesium peroxide forms during combustion.
 (C) The piece of magnesium ribbon is shorter than recommended in the procedure.
 (D) The crucible and magnesium are heated longer than recommended in the procedure.
- An acidic solution of methyl red has an absorbance of 0.451 at 530 nm in a 5.00 mm cell. Calculate the molarity of methyl red in this solution.
 [molar absorptivity = $1.06 \times 10^5 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ at 530 nm]

(A) $2.13 \times 10^{-6} \text{ M}$ (B) $4.26 \times 10^{-6} \text{ M}$
 (C) $8.51 \times 10^{-6} \text{ M}$ (D) $1.05 \times 10^{-5} \text{ M}$

NATIONAL EXAM - PART II

- [11%] The concentration of ethanol (C_2H_5OH) in aqueous solutions can be determined by reacting it with potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$) in acid to produce ethanoic acid (CH_3COOH) and Cr^{3+} ions.
 - Write a balanced equation for this reaction.
 - Describe the color change observed during this reaction.
 - A standard solution of $K_2Cr_2O_7$ is prepared in the following manner:
 - 125 mL of H_2O is placed in a 250 mL volumetric flask
 - 70 mL of concentrated H_2SO_4 is added while swirling and cooling under running water
 - 0.750 g of dried $K_2Cr_2O_7$ is added and the solution is diluted to the mark on the neck of the flask with H_2O .
 - Account briefly for the order in which the liquid solution components are mixed (H_2O , H_2SO_4 , H_2O) and for the fact the initial mixture is cooled.
 - Calculate the $[Cr_2O_7^{2-}]$ in the 250 mL solution.
 - 0.600 mL of a popular mouthwash is diluted to 100. mL with H_2O . When a 10.0 mL aliquot of this solution is titrated with the solution of $K_2Cr_2O_7$ prepared in c., 20.25 mL of $K_2Cr_2O_7$ are required.
 - Calculate the number of moles of ethanol in 0.600 mL of mouthwash.
 - Determine the mass percentage of ethanol in this mouthwash (Assume the density of mouthwash to be $0.966 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$).
- [11%] $Cu(OH)_2(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$ $K_{sp} = 2.2 \times 10^{-20}$
 $Cu^{2+}(aq) + 4NH_3(aq) \rightarrow Cu(NH_3)_4^{2+}(aq)$ $K_f = 2.1 \times 10^{13}$

Use the equations and K values above to answer the questions below.

 - Determine the solubility of $Cu(OH)_2$ in mol/L at $pH = 8.00$
 - If 20.0 mL of 0.0010 M $CuSO_4$ is mixed with 50.0 mL of 0.0010 M $NaOH$, determine whether $Cu(OH)_2$ will precipitate. Support your answer with appropriate calculations.
 - Write the equation for the reaction of $Cu(OH)_2$ with aqueous NH_3 and calculate the K value for this reaction.
 - Calculate the $[NH_3]$ that would be needed to dissolve 0.100 g of $Cu(OH)_2$ in 1.00 L of H_2O .
 - Describe what would be observed if 5.0 M NH_3 is added dropwise to a 0.10 M solution of Cu^{2+} ions.

NATIONAL EXAM PART III

Lab Problem 1

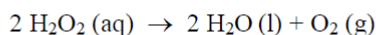
Vinegar is an acidic liquid produced from the fermentation process of ethanol. Fermentation of sugars produces alcohol and then a secondary fermentation of the alcohol produced acetic acid. Today, in this country, the FDA requires that any product that is called vinegar have at least 4.0% acetic acid. Depending on the type of vinegar, acetic acid concentrations vary from 4.0% to 8.0%.

Devise and carry out a process to determine which store would be more profitable making 1,000, 000 bottles of its vinegar given the following information:

Store A sells its vinegar for \$0.99 for a 473mL bottle.
Store B sells its vinegar for \$7.92 for a 3.78 L bottle.
The cost for acetic acid is the same for both stores.

Lab Problem 2

Hydrogen peroxide slowly decomposes on its own into oxygen gas and water.

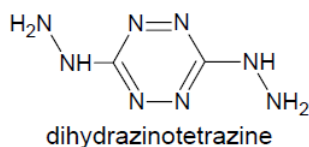


Devise and carry out a method to rank the following substances on their ability to catalyze the decomposition of a 3% hydrogen peroxide solution: iron (III) chloride, yeast and potassium iodide. Explain your ranking.

1. This question is about environmentally friendly fireworks

Recent research on fireworks has sought to reduce the quantity of heavy metal salts used for colouration, and perchlorate or chlorate(VII), an oxidiser that is also toxic. By employing a fuel that generates less smoke, less metal salt is required for the same visual effect.

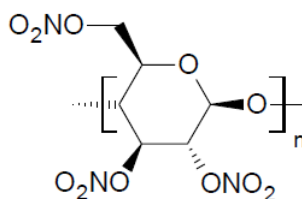
Replacing the carbon and hydrogen in fuels by nitrogen can cut the smoke evolved, but many compounds containing mostly nitrogen are dangerously unstable. However, one compound finding favour as a fuel is *dihydrazinotetrazine* (shown below) which, despite its high nitrogen content, is remarkably stable.



- (a) i) By considering the bonding in the ring suggest why this compound is so stable.
- ii) It is possible to record nitrogen NMR spectra, due to the presence of the NMR-active ^{15}N isotope. Predict the number of signals you would expect to see in the ^{15}N NMR spectrum in dihydrazinotetrazine by working out how many different nitrogen environments are present in the molecule.
- iii) When dihydrazinotetrazine is burnt in excess oxygen the products are nitrogen gas and two other substances. Write a balanced equation for this combustion in excess oxygen.

Octanitrocubane is another potential fuel. Its structure has a cage of carbon atoms at the corners of a cube with each carbon atom bonded to a nitro group ($-\text{NO}_2$). Due to bond strain, the molecule is difficult to make and less stable than dihydrazinotetrazine.

- (b) i) How many degrees smaller is the C–C–C bond angle in octanitrocubane compared with that in a straight-chained alkane?
- ii) Give a balanced chemical equation to show that no additional oxygen – and therefore no (toxic) oxidiser – is required when octanitrocubane is used as a fuel.
- (c) Another nitrogenated fuel is the polymer nitrocellulose whose repeat unit is shown below. Give the empirical formula of nitrocellulose, and hence write an equation for the combustion of this formula unit in excess oxygen.



3. This question is about the chemistry of matches

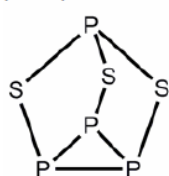
The heads of strike-anywhere matches contain a mixture of phosphorus sesquisulfide P_4S_3 and potassium chlorate(V) $KClO_3$. When the match is struck across a rough surface the heat of friction is sufficient to ignite the phosphorus sesquisulfide; the potassium chlorate(V) decomposes to provide the oxygen needed for combustion.



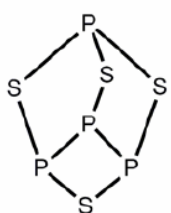
- (a) i) Write an equation to show the combustion of phosphorus sesquisulfide into phosphorus(V) oxide and sulfur dioxide.
- ii) Write an equation to show the decomposition of potassium chlorate(V) into potassium chloride and oxygen.
- iii) Hence or otherwise write a single equation to show the reaction that takes place between these two substances when a match-head ignites.
- iv) Calculate the mass ratio in which phosphorus sesquisulfide and potassium chlorate(V) should be combined on the match-head.
- v) Given the following standard molar enthalpy changes of formation, calculate the standard enthalpy change for the reaction in part (iii).

	KCl (s)	KClO ₃ (s)	SO ₂ (g)	P ₄ S ₃ (s)	P ₄ O ₁₀ (s)
$\Delta_f H^\ominus$ kJ mol ⁻¹	-436.7	-397.7	-296.8	-154.0	-2948

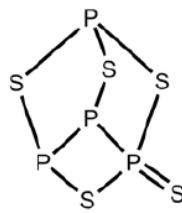
Phosphorus sulfides can be made by heating white phosphorus with sulfur. When this reaction is carried out at low temperature a range of products from P_4S_3 to P_4S_{10} are produced. ³¹P NMR spectroscopy has been used to determine the structures of many of the phosphorus sulfides:



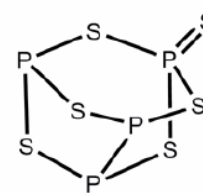
P_4S_3



P_4S_4



P_4S_5



P_4S_6

In ³¹P NMR spectroscopy the number of peaks seen corresponds to the number of different P environments, for example P_4S_3 has two different P environments so shows two peaks in the ³¹P NMR spectrum.

- (b) Using the structures above, predict how many peaks would be seen in the ³¹P NMR spectrum of: i) P_4S_4 ii) P_4S_5 iii) P_4S_6 .

P_4S_4 has, in fact, been shown to exist in two different isomeric forms. You are given the structure of one isomer above. The second isomer shows only one peak in the ³¹P NMR spectrum.

- (c) Suggest a structure for the second isomer of P_4S_4 .

Examen de Cuestiones

Conteste en la **Hoja de Respuestas**.

Sólo hay una respuesta correcta para cada cuestión.

Cada respuesta correcta se valorará con 1 punto y las incorrectas con 0,25 negativo.

1. ¿Cuántos neutrones hay en un mol de $^{238}_{92}\text{U}$?

- A. $1,6 \times 10^{25}$
 - B. $1,43 \times 10^{26}$
 - C. $5,5 \times 10^{25}$
 - D. $8,8 \times 10^{25}$
 - E. $2,0 \times 10^{26}$
- $N_A = 6,023 \times 10^{23}$

2. ¿Cuál de los siguientes elementos es un sólido en condiciones normales (1 atm y 25°C)?

- A. Br
- B. F
- C. He
- D. P
- E. I

3. En la prueba de un motor, la combustión de 1 L (690 g) de octano en determinadas condiciones, produce 1,5 kg de dióxido de carbono. ¿Cuál es el rendimiento porcentual de la reacción?

- A. 35,2 %
- B. 65,5 %
- C. 94,0 %
- D. 69,0 %
- E. 70,4 %

Masas atómicas (u): C = 12; O = 16

4. Se hace reaccionar un trozo de tiza de 6,5 g con HCl (aq) diluido y se producen 2,3 g de $\text{CO}_2(\text{g})$. Sabiendo que el CaCO_3 es el único componente de la tiza que reacciona con el HCl, ¿Cuál es el porcentaje en masa de CaCO_3 en la tiza?

- A. 15,6 %
- B. 80,4 %
- C. 40,2 %
- D. 31,1 %
- E. 62,2 %

Masas atómicas (u): C = 12; O = 16; Ca = 40

30. Si una sustancia tiene un calor de condensación de $-1,46 \text{ kJ/g}$ y un calor de sublimación de $4,60 \text{ kJ/g}$, ¿cuál es el calor de solidificación en kJ/g ?

- A. $4,60 - 1,46$
- B. $-(4,60 + 1,46)$
- C. $1,46 - 4,60$
- D. $4,60 + 1,46$
- E. Ninguna de las respuestas anteriores

31. El número de coordinación y el estado de oxidación del ion metálico central en el complejo $[\text{CrBr}_2(\text{NH}_3)_4]^+$ son, respectivamente:

- A. 6 y +1
- B. 6 y +3
- C. 2 y +1
- D. 2 y +3
- E. 4 y +3

32. En una reacción de primer orden del tipo $A \rightarrow P$, si el 90% de A se convierte en P en 30 min, ¿cuál es el tiempo de vida media?

- A. 18,0 min
- B. 9,03 min
- C. 0,076 min
- D. 0,11 min
- E. 13,0 min

33. Para la siguiente reacción: $4\text{HBr}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Br}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$,

- A. Las unidades de la constante de velocidad no dependen de la ecuación de velocidad.
- B. El orden total de reacción puede pronosticarse a partir de la ecuación estequiométrica anterior.
- C. La velocidad de formación de agua es igual a la velocidad de desaparición de HBr.
- D. Las unidades de la velocidad de reacción son $\text{mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$.
- E. La velocidad de reacción es muy elevada ya que se trata de una reacción en fase gaseosa.

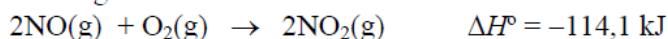
34. Para la reacción $A \rightarrow \text{Productos}$, se obtienen los siguientes datos:

$[\text{A}] = 1,512 \text{ M}$	$t = 0 \text{ min}$
$[\text{A}] = 1,490 \text{ M}$	$t = 1,0 \text{ min}$
$[\text{A}] = 1,469 \text{ M}$	$t = 2,0 \text{ min}$

¿Cuál es la velocidad inicial de la reacción en este experimento?

- A. $0,40 \text{ M/min}$
- B. $0,022 \text{ M/min}$
- C. $0,089 \text{ M/min}$
- D. $9,8 \times 10^{-3} \text{ M/min}$
- E. $0,011 \text{ M/min}$

35. Para la siguiente reacción:



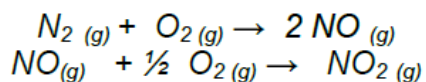
¿Cuál de los siguientes cambios conduce a un aumento de NO_2 en el equilibrio?

- A. Aumento de la temperatura
- B. Aumento de la presión.
- C. Aumento de volumen.
- D. Adición de N_2 a volumen constante
- E. Ninguno de los cambios anteriores.

EXAMEN DE PROBLEMAS

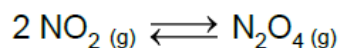
PROBLEMA 1. LOS ÓXIDOS DE NITRÓGENO. IMPACTO AMBIENTAL

El oxígeno y el nitrógeno se combinan formando varios compuestos químicos gaseosos que reciben el nombre genérico de "óxidos de nitrógeno", a menudo abreviado con el término NO_x . Algunas de las reacciones en las que se producen óxidos de nitrógenos son las siguientes:



Algunos de estos compuestos, principalmente el monóxido de nitrógeno (NO), y sobre todo el dióxido de nitrógeno (NO_2), producen **importantes impactos ambientales y en la salud**. La acción humana está incrementando la emisión de este tipo de gases, mediante el escape de vehículos motorizados, sobre todo de tipo diesel, la combustión del carbón, petróleo o gas natural, el uso de fertilizantes, el incremento de residuos de origen humano y animal, y durante diversos procesos industriales. Conocer el comportamiento de los óxidos de nitrógeno es vital para evaluar su efecto ambiental y en la salud.

Las moléculas paramagnéticas de NO_2 en fase gas se asocian (dimerizan) para dar moléculas diamagnéticas de N_2O_4 según el equilibrio siguiente:

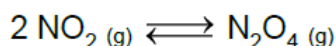


A) Teniendo en cuenta que la molécula de NO_2 tiene un electrón desapareado (es paramagnética) mientras que la molécula N_2O_4 no presenta electrones desapareados (es diamagnética), establezca las estructuras de Lewis usando el concepto de resonancia para representar los enlaces presentes en la molécula NO_2 . Ilustre, mediante diagramas de orbitales atómicos y moleculares, cómo dos moléculas de NO_2 (g) se combinan para generar una molécula de N_2O_4 (g) **[1 punto]**

B) A 298 K, el valor de ΔG^0 de formación para el N_2O_4 (g) es de + 98,28 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, mientras que para el NO_2 (g) es +51,84 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Partiendo de un mol de N_2O_4 (g) a 1,0 atm y 298 K, calcule la fracción de N_2O_4 (g) que se habrá descompuesto si se mantiene constante la presión total a 1,0 atm y la temperatura a 298 K. **[3 puntos]**

C) Si el valor de ΔH^0 para la reacción N_2O_4 (g) \rightarrow 2 NO_2 (g) es +53,03 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, ¿para qué valor de la temperatura la fracción descompuesta de N_2O_4 (g) sería doble del valor calculado en el apartado anterior (B)? **[3 puntos]**

D) La disociación de N_2O_4 (g) para dar NO_2 (g) es una reacción de primer orden con una constante específica de velocidad de $5,3 \times 10^4 \text{ s}^{-1}$ a 298 K, mientras que la reacción de asociación de NO_2 (g) para dar N_2O_4 (g) es de segundo orden con una constante de velocidad específica de $9,8 \times 10^6 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ a 298 K. Calcule el valor de la constante K_c a 298 K para el equilibrio:



¿Cuál es el valor de la constante K_p para este mismo equilibrio a 298 K ? **[3 puntos]**

DATOS: Constante $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$

Problem 1

8% of the total

1a	1b	1c	1d	1e	1f	1g	1h	1i	Task 1
2	4	2	1	1	1	3	2	1	17

In 1894, Lord Rayleigh reported that the mass of chemically prepared nitrogen was different from that of nitrogen extracted from the atmosphere, as shown in Tables 1 and 2. Later, this difference was attributed to the presence of argon in *atmospheric nitrogen*. The masses of gases were measured by using a glass vessel with a known volume under atmospheric pressure (1.013×10^5 Pa).

Table 1. Mass of *Chemical Nitrogen in the Vessel*

From nitric oxide	2.3001 g
From nitrous oxide	2.2990 g
From ammonium nitrite purified at a red heat	2.2987 g
From urea	2.2985 g
From ammonium nitrite purified in the cold	2.2987 g
Mean	2.2990 g

Table 2. Mass of *Atmospheric Nitrogen in the Vessel*

O ₂ was removed by hot copper (1892)	2.3103 g
O ₂ was removed by hot iron (1893)	2.3100 g
O ₂ was removed by ferrous hydrate (1894)	2.3102 g
Mean	2.3102 g

- Calculate the volume V [m³] of the vessel used by Rayleigh from the mean mass of *chemical nitrogen*, which must have been pure nitrogen. Assume that the measurements were carried out at a temperature of 15.0 °C.
- Estimate the mole fraction x of argon in Rayleigh's *atmospheric nitrogen*, by assuming that argon and nitrogen were the only constituents. Use the mean masses of the *atmospheric* and *chemical nitrogen* for the calculation.

Ramsay and Clève discovered helium in cleveite (a mineral consisting of uranium oxide and oxides of lead, thorium, and rare earths; an impure variety of uraninite) independently and virtually simultaneously in 1895. The gas extracted from the rock showed a unique spectroscopic line at around 588 nm (indicated by D₃ in Figure 1), which was first observed in the spectrum of solar prominence during a total eclipse in 1868, near the well-known D₁ and D₂ lines of sodium.

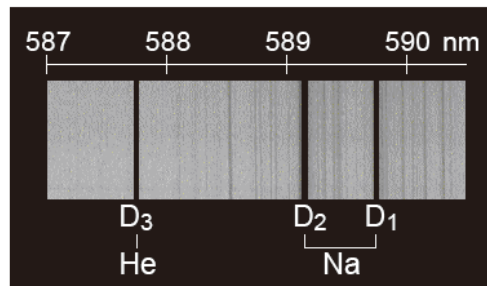


Figure 1. Spectral lines around 588 nm

- c) Calculate the energy E [J] of a photon with the wavelength of the D₃ line of helium shown in Figure 1.

Figure 2 shows an energy diagram of the atomic orbitals of helium. The arrows indicate the "allowed" transitions according to the spectroscopic principle.

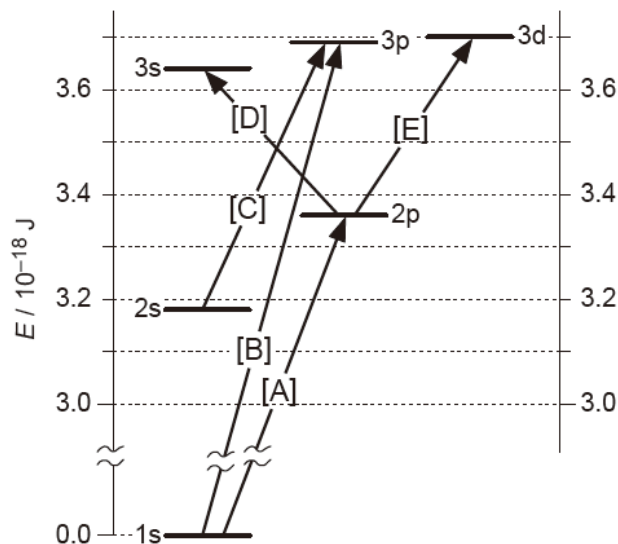
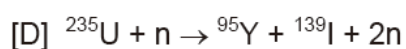
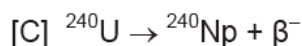
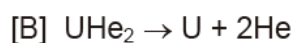
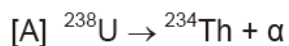


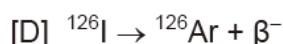
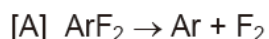
Figure 2. Energy diagram of atomic orbitals of helium when an electron resides in the 1s orbital.

- d) Identify the transition relevant to the D₃ line of helium among the transitions [A] to [E] indicated in Figure 2. Mark one on the answer sheet:
- e) Which equation explains the occurrence of helium in cleveite among [A] to [D] below? Mark one on the answer sheet:



Argon is also found in minerals such as *malacon*.

- f) Which equation explains the occurrence of argon in rocks among [A] to [D] below? Mark one on the answer sheet.



One of the strongest evidences for the monoatomicity of argon and helium is the ratio of the heat capacity under constant pressure to that at constant volume, $\gamma = C_p / C_v$, which is exactly 5/3 (1.67 ± 0.01) for a monoatomic gas. The ratio was derived from the measurement of speed of sound v_s by using the following equation, where f and λ are the frequency and wavelength of the sound, and R , T , and M denote the molar gas constant, absolute temperature, and molar mass, respectively.

$$v_s = f\lambda = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

For an unknown gas sample, the wavelength of the sound was measured to be $\lambda = 0.116$ m at a frequency of $f = 3520$ Hz ($\text{Hz} = \text{s}^{-1}$) and temperature of 15.0 °C and under atmospheric pressure (1.013×10^5 Pa). The density ρ of the gas for these conditions was measured to be 0.850 ± 0.005 kg m⁻³.

- g) Calculate the molar mass M [kg mol⁻¹] of this gas.
- h) Calculate the heat capacity ratio γ for this gas sample.
- i) Which is this gas among [A] to [D]? Mark one on the answer sheet:
- [A] HCl
[B] HF
[C] Ne
[D] Ar

Task 2

Determination of Fe(II) and Fe(III) by visual colorimetry

In this experiment, you are required to determine Fe(II) and Fe(III) in a given sample solution which simulates a dissolved magnetite ore by visual colorimetric analysis involving a color reaction between Fe(II) and 2,2'-bipyridine (bpy) to form an intensely red complex, $\text{Fe}(\text{bpy})_3^{2+}$.

The amount of $\text{Fe}(\text{bpy})_3^{2+}$ complex can be quantified by visual colorimetric measurement using Nessler tubes. This is a quite simple technique that was employed before photoelectric instruments were generally available, but an accuracy of less than $\pm 5\%$ can be achieved. In this technique, a pair of Nessler tubes is used; one is filled with a reference solution, and the other is filled with a solution to be tested. The depths of colors of the two solutions are balanced by adjusting the heights of liquid columns of the solutions.

When the colors look the same, the concentration can be calculated from that of the reference solution with a known concentration and the height of the column of each solution based on the Lambert-Beer law:

$$A = \epsilon cl$$

where A is the absorbance, c is the concentration, l is the path length and ϵ is the molar absorption coefficient. First, you will learn to employ this technique by conducting **measurements A** and **B**, and then you will determine the concentrations of Fe(II) and Fe(III) with **measurements C** and **D**.

Procedures

- (1) Add 5 mL of acetate buffer solution, 5 mL of disodium hydrogenphosphate solution (to mask Fe(III)), 5 mL of 2,2'-bipyridine solution and 10.00 mL of sample solution into a 50-mL volumetric flask using appropriate pipettes for each and dilute the resulting solution with water to the 50-mL mark. Then stopper the flask and mix the solution well. Allow it to stand for at least **20 min** to fully develop color. This solution is named "**sample 1**."
- (2) Add 5 mL of acetate buffer solution, 5 mL of 2,2'-bipyridine solution and 5.00 mL of sample solution into a 50-mL volumetric flask. Then add 20 mg of sodium thioglycolate powder (in excess) to reduce Fe(III) to Fe(II). Dilute the solution with water to the

50-mL mark, stopper the flask and mix the solution well. Allow it to stand for at least **20 min.** This solution is named “**sample 2.**”

- (3) Perform visual colorimetric measurements A – D based on the “Instructions for visual colorimetric measurement” shown below.

Instructions for visual colorimetric measurement

Set a pair of Nessler tubes on a Nessler tube rack placed on an LED light box (do not remove it from the bag at any time) and turn on the light (see Fig. 2.1). Pour the provided “**standard $\text{Fe}(\text{bpy})_3^{2+}$ solution 1**” into one tube to an appropriate height (70 – 90 mm is recommended) from the bottom (etched marks on the tube indicate fixed heights from the bottom in mm) and use this as a reference for **measurements A - D.** Pour the solution to be measured into the other tube, and then compare its depth of color with that of the reference solution by looking downward through the solutions toward the LED light box.

Adjust the height of the liquid column of the test solution by adding or removing the solution with a graduated pipette until the depth of color in the two tubes is identical. Estimate your reading to at least 1 mm.

Note that the depths of color in a certain range may be recognized as identical to human eyes. The appropriate value for the height of the test solution, h , should be determined by taking the range into the consideration. For example, if you adjust the height of the liquid column of the test solution only by increasing (or decreasing) the volume, you could reach a lower (or higher) value than the true one. A possible way to estimate the true value is to take an average between the values of lower and higher limits.

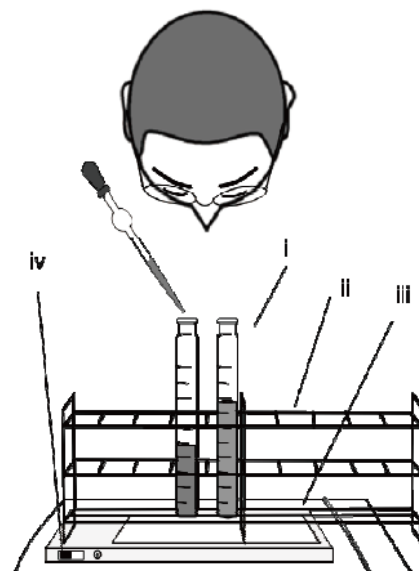


Fig. 2.1 Visual colorimetric measurement: i, Nessler tube; ii, Nessler tube rack; iii, LED light box in a zipper storage bag; iv, power switch.

Measurement A: Perform a measurement using “standard $\text{Fe}(\text{bpy})_3^{2+}$ solution 1” as both the reference and the test solutions. In this measurement, pour the reference solution into a Nessler tube to achieve an appropriate height, and then pour the test solution into the other Nessler tube until the colors of the two solutions match each other. (When the colors match, the heights should IDEALLY be the same.) Then add more test solution until you recognize that the colors have become different from each other. Report both the lower and higher limits of the height of the liquid column of test solution with the same depth of color as the reference solution.

a) Report your results for **measurement A** using the table provided on the answer sheet.

Measurement B: Perform a measurement of “standard $\text{Fe}(\text{bpy})_3^{2+}$ solution 2” as a test solution using “standard $\text{Fe}(\text{bpy})_3^{2+}$ solution 1” as a reference.

b) Report your results for **measurement B** using the table provided on the answer sheet.

Measurement C: Perform measurement of **sample 1**.

c) Report your results for **measurement C** using the table provided on the answer sheet.

Measurement D: Perform measurement of **sample 2**.

d) Report your results for **measurement D** using the table provided on the answer sheet.

e) Express the concentration of the test solution, c , using the concentration of the reference solution, c' , and the height of each liquid column, h and h' .

f) Calculate the concentrations of Fe(II) and Fe(III) in the original sample solution in mg L^{-1} .