



53. ročník
2016/2017

ŠKOLNÍ KOLO
kategorie C

ÚVODNÍ INFORMACE

DŮLEŽITÉ UPOZORNĚNÍ

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

<https://olympiada.vscht.cz>

a přihlaste se na kategorii C Chemické olympiády.

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

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

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

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

2016/2017

kategorie C

pro žáky 1. a 2. ročníků středních škol a odpovídající ročníky víceletých gymnázií

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Vzor záhlaví vypracovaného úkolu

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

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

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

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

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

Pověřený učitel spolu s ředitelem školy nebo jeho zástupcem:

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

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

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

VÝNATEK Z ORGANIZAČNÍHO ŘÁDU CHEMICKÉ OLYMPIÁDY

Čl. 5

Úkoly soutěžících

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

Čl. 6

Organizace a propagace soutěže na škole, školní kolo ChO

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

třech částech (studijní část, laboratorní část a kontrolní test).

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

HARMONOGRAM 53. ROČNÍKU CHEMICKÉ OLYMPIÁDY PRO KATEGORII C

Studijní část školního kola: listopad - březen 2017

Kontrolní test školního kola: 20. 3. 2017

Škola odešle výsledky školního kola
krajské komisi ChO nejpozději dne: 27. 3. 2017

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

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

Krajské kolo: 12. 4. 2017

Předsedové krajských komisí ChO vloží
výsledky krajských kol do databáze do: 19. 4. 2017

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

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

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

KONTAKTY NA KRAJSKÉ KOMISE CHO PRO ŠKOLNÍ ROK 2016/2017

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

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

Další informace získáte na adrese:

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

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

Ústřední komise ChO je členem Asociace českých chemických společností. Informace o asociaci a spoluvyhlašovatelé chemické olympiády České chemické společnosti naleznete na internetových stránkách www.csch.cz

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



53. ročník
2016/2017

ŠKOLNÍ KOLO
kategorie C

ZADÁNÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

DŮLEŽITÉ UPOZORNĚNÍ

Nejprve se prosím zaregistrujte na nových webových stránkách Chemické olympiády

<https://olympiada.vscht.cz>

a přihlaste se na kategorii C Chemické olympiády.

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

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

TEORETICKÁ ČÁST (60 BODŮ)

Autoři

RNDr. Bohuslav Drahoš, Ph.D.

Katedra anorganické chemie PřF UP Olomouc

Doc. RNDr. Marta Klečková, CSc.

Katedra anorganické chemie PřF UP Olomouc

Recenze

doc. RNDr. Vojtěch Kubíček, Ph.D. (odborná recenze)

Katedra anorganické chemie, PřF UK Praha

Mgr. Luděk Míka (pedagogická recenze)

Gymnázium dr. A. Hrdličky, Humpolec

Oxidačně redukční reakce – reakce kovů s kyselinami, vzájemné vytěsňování kovů z roztoků jejich solí, ušlechtilé versus neušlechtilé kovy

Milý řešitelé Chemické olympiády kategorie C,

v letošním ročníku se budete věnovat reaktivitě vybraných kovů, především v souvislosti s tím, jak snadno se daný kov oxiduje či redukuje. Budete studovat reakce kovů s kyselinami a dále si teoreticky i prakticky vyzkoušíte, jak lze některé kovy snadno získat z roztoků jejich solí (síranů, dusičnanů apod.), dokonce i v podobě krystalů. Protože se při reakci některých kovů s kyselinami uvolňuje vodík, prostudujete také vlastnosti vodíku. Principem všech těchto reakcí jsou oxidačně-redukční děje, se kterými se setkáváme v běžném životě i přírodě.

Dále jsme pro vás vybrali několik konkrétních témat, kterým byste měli věnovat pozornost:

1. názvosloví základních anorganických sloučenin – oxidů, kyselin, solí (systematické i triviální),
2. oxidačně redukční reakce a rovnice – základní pojmy a vyčíslení rovnic (i v iontovém tvaru),
3. fyzikální a chemické vlastnosti následujících kovů Pb, Zn, Fe, Al, Cu, Ag, Hg, Sn (především reaktivita s běžnými minerálními kyselinami jako jsou HCl, H₂SO₄ a HNO₃) a vodíku, vlastnosti jejich běžných sloučenin (především solí a v případě vodíku i běžných minerálních kyselin),
4. elektrochemická (Beketovova) řada napětí kovů, elektrochemický potenciál,
5. stechiometrické výpočty, chemické výpočty z chemických rovnic.

Doporučená literatura:

1. Flemr, V.; Dušek, B. *Chemie I (obecná a anorganická) pro gymnázia*, SPN: Praha 2001.
2. Mareček, A.; Honza, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia*, 1.–2. díl, Nakladatelství Olomouc: Olomouc 1998.
3. Vacík, J. *Přehled středoškolské chemie*, SPN: Praha 1995.
4. Beneš, P. a kol *Základy chemie*, 1. a 2. díl, Fortuna: Praha 1993.
5. Škoda, J.; Doulík, P. *Chemie 8 a 9 pro ZŠ*, Fraus: Plzeň 2007.
6. Klikorka, J.; Hájek, B.; Votinský, J. *Obecná a anorganická chemie*, SNTL/Alfa: Praha 1985.

Doplňující literatura:

1. Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G *Anorganická chemie*, VŠCHT Praha: Praha 2014; str. 214–219, str. 235–246, str. 256–258, str. 295–302, str. 433–442, str. 730–737, str. 748–756, str. 814–824.
2. Greenwood, N. N.; Earnshaw, A. *Chemie prvků I a II*, Informatorium Praha: Praha 1993; str. 71–77, str. 262–298, str. 450–478, str. 562–571, str. 869–877, str. 991–1001, str. 1328–1355, str. 1455–1466, str. 1490–1059.
3. Můžete využít také internet – všechny informace z internetu ověřte ve více zdrojích, nejlépe neelektronických!

Úloha 1 Reakce kovů s kyselinami

15 bodů

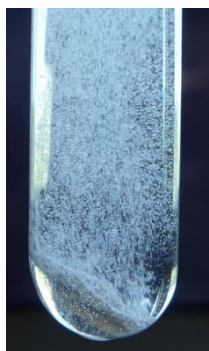
Jak jste se již mohli během hodin chemie přesvědčit, různé kovy reagují s různými kyselinami různými způsoby. V této úloze se zaměříme na reakce vybraných kovů (jejich seznam máte vypsány v úvodu) s běžnými minerálními kyselinami. Nejtypičtější reakcí kovů s běžnými kyselinami je vznik soli kovu a vývoj plynného vodíku. Jak se ale budete moci přesvědčit, to platí pouze pro určité kovy a pouze pro určité kyseliny, především ty, které nemají významné oxidační vlastnosti. Kovy se na základě této reakce dají rozdělit do dvou skupin. První skupina kovů s neoxidujícími kyselinami za vývoje vodíku nereaguje (nereaguje s nimi vůbec), takové kovy se označují jako ušlechtilé. Druhá skupina kovů s neoxidujícími kyselinami reaguje za vývoje vodíku a označují se jako neušlechtilé. Podle ochoty/schopnosti reagovat za vývoje vodíku lze kovy seřadit do tzv. **Beketovovy řady napětí kovů** (viz tabulka 1). Přestože je vodík nekov, do Becketovovy řady napětí kovů se také řadí, leží v ní „uprostřed“. Neušlechtilé kovy leží v této řadě nalevo od vodíku, jsou schopny vodík vytěsnit (vyredukovat) z neoxidujících kyselin, samy se oxidují. Ušlechtilé kovy, stojící od vodíku napravo, s neoxidujícími kyselinami za vývoje vodíku nereagují. Poslední možností, která může nastat je, že kov by podle postavení v Becketovově řadě napětí správně reagovat měl, ale s kyselinou nereaguje, protože dochází k tzv. pasivaci, což je možné vysvětlit vznikem kompaktní vrstvičky většinou oxidu nebo bezvodé soli daného kovu na jeho povrchu, která kov chrání před další reakcí s kyselinou a způsobuje jeho netečnost.

Tabulka 1: Becketovova řada napětí kovů^[a]

neušlechtilé kovy											ušlechtilé kovy				
K	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Fe/Fe ^{II}	Cd	Sn	Pb	H	Cu	Hg	Ag	Au	
-2,93	-2,71	-2,36	-1,67	-1,18	-0,76	-0,44	-0,40	-0,14	-0,13	0	0,34	0,80	0,80	1,52	

[a] číselný údaj vyjadřuje hodnotu standardního elektrodového potenciálu (viz. úloha 4)

K dispozici máte 3 minerální kyseliny: kyselinu chlorovodíkovou, kyselinu sírovou a kyselinu dusičnou. Navíc je každá ve dvou různých koncentracích, a to buď ve zředěné formě (méně než 5%) a v koncentrované formě (HCl – 36%, H₂SO₄ – 96%, HNO₃ – 68%). Reakční směsi nejsou zahřívány.



Kov **A** byl ponořen do konc. HCl, ihned se začal vyvíjet bezbarvý plyn, barva reakční směsi se neměnila, ale směs se začala zahřívát a reakce začala probíhat velmi bouřlivě (může se stát, že reakční směs vzkypí a vyteče z reakční nádoby). Pokud byl kov **A** ponořen do koncentrované HNO₃ nebo H₂SO₄, reakce neprobíhala. Kov **B** byl také ponořen do konc. HCl, s kyselinou ale reagoval pouze velmi pomalu, protože vznikající produkt **X** je málo rozpustný ve vodě. Kov **C** s HCl nereagoval vůbec, nereagoval ani se zředěnou H₂SO₄. Reakce začala probíhat, až když byl kov **C** ponořen do koncentrované H₂SO₄. Začal unikat bezbarvý štiplavý plyn a roztok se začal barvit do modra. Kov **D** reagoval se zředěnou HCl za vývoje bezbarvého plynu a roztoku o světle zelené barvě. Kov **E** reagoval pouze s koncentrovanou HNO₃ za vývoje oranžovo-hnědého plynu a soli, ve které má kov **E** oxidační číslo +I.



1. Identifikujte kovy **A–E**, pokud víte, že byly vybrány ze skupiny kovů vyjmenovaných v úvodní části.

2. Co je sloučenina **X**? Pokud by se místo HCl použila HI, jakou barvu by měl produkt na povrchu kovu? Tuto sloučeninu je také možné získat odlišným způsobem v podobě krystalů – reakce je známá pod názvem „zlato ve zkumavce“.

3. Vyčíslenou rovnicí popište reakci kovu **C** s koncentrovanou H_2SO_4 . Nazvěte plyn, který vzniká a napište oxidační číslo centrálního atomu v této sloučenině.
4. Vyčíslenou rovnicí popište reakci kovu **E** s koncentrovanou HNO_3 . Nazvěte plyn, který vzniká a napište oxidační číslo centrálního atomu v této sloučenině.


Úloha 2 Kovové stromy – „Dianin strom“

10 bodů



Již v dávných alchymistických dobách byl proveden a popsán následující experiment, během kterého vzniká úžasný „kovový strom“. Zjistěte, co je tímto překrásným stromem a odpovězte na následující otázky.

„Rozpusť jednu unci čistého Dianina kovu v dostatečném množství čisté aqua fortis střední síly. Dávajíc tento roztok do džbánu jej nařeď dvacetí uncemi destilované vody. Poté přidej dvě unce Merkurova kovu a to všechno nechej v klidu. V průběhu čtyřiceti dní začne z povrchu Merkurova kovu vyrůstati něco tvarem připomínající kovový strom, jehož odrůstající větve přírodní vegetaci budou představovati.“¹

1. Který kov je potřeba použít pro přípravu Dianina stromu, tj. který kov je označován jako  Merkurův?
2. Z čeho je tvořen Dianin strom? Kterému kovu v alchymistické terminologii bylo přisouzeno jméno Dianin?
3. Probíhající reakci popište vyčíslenou chemickou rovnicí v normálním i v iontovém tvaru.
4. Co znamenalo v alchymistické terminologii „aqua fortis“?
5. Co je to amalgam?



6. Vypočítejte, kolik gramů Dianina kovu vznikne reakcí popsanou v bodě 3 (vznik Dianina stromu) z Merkurova kovu o hmotnosti 10,00 g, pokud jej zreagovalo pouze 60 %? Jaký bude poměr hmotností Dianina a Merkurova kovu v takto vzniklém Dianině stromu? Kolik gramů Dianina kovu by bylo teoreticky možné získat, pokud by zreagoval veškerý Merkurův kov dle rovnice v bodě 3? Molární hmotnosti příslušných kovů, na základě jejich správné identifikace, dohledejte v tabulkách.

Úloha 3 Vytěsňování kovů z roztoku

11 bodů

V této úloze využijte znalostí, které jste získali při studiu vlastností vybraných kovů a Beketovovy řady napětí kovů.

Kov **F** reaguje s vodným roztokem modré barvy za vylučování červenohnědého kovu **G**. Modrá barva roztoku postupně mizí, až přejde do bezbarvé. Pokud se kov **F** ponoří do bezbarvého vodného roztoku dusičnanu kovu **H**, po čase se vyloučí dobře vyvinuté krystalu kovu **H**, roztok barvu nezmění. Kov **H** lze použít místo kovu **F** při vylučování kovu **G**. Kov **I** může být ze svého vodného roztoku soli vyloučen všemi třemi kovy **F–H**. Soli kovu **F** mají většinou bílou barvu nebo jsou bezbarvé, na rozdíl od solí kovu **H** jsou většinou velmi dobře rozpustné ve vodě, výhradní oxi-

¹ Nikolas Lémery (1645–1715) – originální text byl pro účely ChO částečně upraven.

dační číslo kovu **F** v jeho sloučeninách je +II a typické oxidační číslo kovu **I** v jeho sloučeninách je +I.

Víte, že během experimentu byly k dispozici pouze následující kovy: Pb, Zn, Fe, Al, Cu, Ag, Hg a Sn.

1. Identifikujte kovy **F–I**.
2. Napište triviální název soli kovu **G** (se známou minerální kyselinou), která je běžně dostupná jako pentahydrát a je jednou z jeho nejdůležitějších solí?
3. Napište dvě soli kovu **I** dobře rozpustné ve vodě a dvě jeho soli ve vodě špatně rozpustné.

Úloha 4 Galvanické články aneb chemická reakce zdrojem elektrické energie 13 bodů

Máte mobil, notebook nebo tablet? Většina z vás asi ano a pravděpodobně si už ani nedovedete představit život bez těchto i dalších elektronických zařízení, která ke svému provozu potřebují mobilní zdroj elektrické energie – baterii (nelze dobít), akumulátor (lze opakovaně dobít). Kde se elektrická energie v baterii bere?

V praxi se používají jako zdroj elektrické energie elektrochemické **galvanické články**, složené ze dvou poločlánků, ve kterých probíhají na elektrodách ponořených do roztoku elektrolytu **samovolné oxidačně-redukční děje** produkující **elektrickou energii**. Na katodě probíhá redukce, na anodě oxidace. Jestliže ponoříme kov (elektrodu) do roztoku své soli vznikne poločlánek a pokud jej vodivě spojíme s jiným kovem (elektrodou) umístěným také v roztoku své soli (druhý poločlánek), můžeme mezi elektrodami naměřit napětí.

Kovy seřazené podle vzrůstajícího **standardního elektrodového potenciálu** (tabulka 2) tvoří elektrochemickou řadu napětí kovů (Beketovova řada napětí). Standardní elektrodový potenciál se měří jako napětí v galvanickém článku, ve kterém je vždy jedním poločlánkem daný kov v roztoku svého iontu a druhým poločlánkem je **standardní vodíková elektroda**, jejíž standardní elektrodový potenciál byl dohodou stanoven na **hodnotu 0 V**.

V galvanickém článku jsou kombinovány elektrody, které mají rozdíl potenciálů větší než nula:

$$E^{\circ}(\text{katoda}) - E^{\circ}(\text{anoda}) > 0$$

Na jedné elektrodě probíhá redukce (na katodě), na druhé oxidace (na anodě).

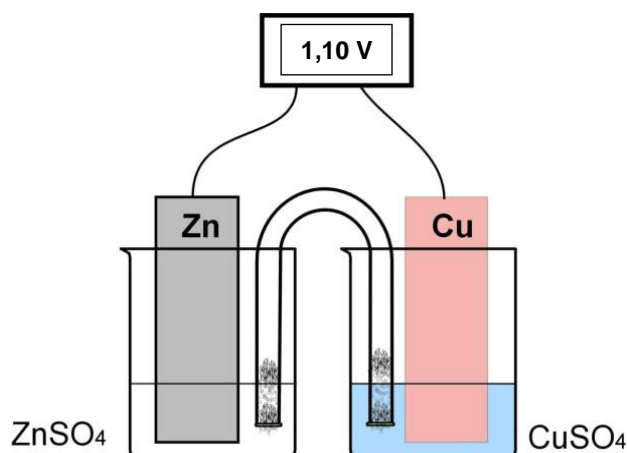
Tabulka 2: Standardní elektrodový potenciál kovů

Elektroda	Na ⁺ /Na	Mg ²⁺ /Mg	Al ³⁺ /Al	Zn ²⁺ /Zn	Fe ²⁺ /Fe	Pb ²⁺ /Pb	H ⁺ /H ₂	Cu ²⁺ /Cu	Ag ⁺ /Ag	Au ³⁺ /Au
<i>E</i> ^o (V)	-2,71	-2,36	-1,67	-0,76	-0,44	-0,13	0,00	0,34	0,80	1,52

Tzv. **Danielův článek** (obrázek 1) je galvanický článek sestavený ze dvou konkrétních poločlánků. Do roztoku síranu zinečnatého a síranu měďnatého je vložena kovová elektroda ze zinkového plechu resp. měděného plechu; oba elektrolyty jsou vodivě propojeny (např. solným můstkem – U trubice naplněná nasyceným roztokem dusičnanu draselného). Na povrchu elektrod samovolně probíhají tyto reakce, které se zapisují včetně skupenství (uvádí se do závorky za danou látku):



aq – vodný roztok, s – pevná látka, l – kapalina, // – solný můstek, diafragma apod.



Obrázek 1: Danielův článek

Výsledné napětí Danielova článku lze vypočítat teoreticky i prakticky změřit voltmetrem.

$$E^{\circ}(\text{katoda}) - E^{\circ}(\text{anoda}) = 0,34 - (-0,76) = \mathbf{1,10\ V}$$

Napětí Danielova článku je 1,10 V, chemická energie se v galvanickém článku přeměnila na energii elektrickou.

Do vodného roztoku hořečnaté soli vložíme elektrodu z Mg a do roztoku měďnaté soli umístíme elektrodu z Cu, oba elektrolyty jsou vodivě propojeny diafragmou (pórovitá přepážka, která brání rychlému míchání elektrolytů). Na elektrodách začnou probíhat samovolné oxidačně-redukční reakce.

1. Zapište dílčí redoxní reakce včetně skupenství, určete polaritu elektrod.
2. Vytvořte schematický zápis tohoto galvanického článku.
3. Zapište celkovou reakci pomocí vyčíslené chemické rovnice v iontovém tvaru.
4. Vypočtete napětí článku.

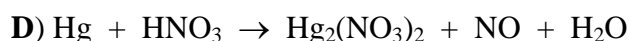
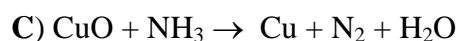
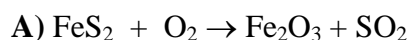
Sestavte galvanické články, ve kterých použijete jako elektrody dvojice kovů Al – Pb, Ag – Pb a roztoky jejich solí.

5. Vytvořte schematické zápisy obou galvanických článků.
6. Zapište dílčí redoxní reakce a určete polaritu elektrod u obou galvanických článků.
7. Vysvětlete případnou rozdílnou polaritu elektrod téhož kovu v sestavených článcích.
8. Vypočtete napětí obou článků.

Úloha 5 Zajímavé redoxní rovnice

11 bodů

Mnoho oxidačně-redukčních chemických reakcí souvisí s průmyslovou výrobou i laboratorní přípravou kovů. V některých případech mohou být rovnice složitější, ale i v takovém případě byste měli být schopni takové rovnice vyčíslit (kromě stejného počtu atomů na pravé i levé straně rovnice, se musí počet přijatých elektronů rovnat počtu elektronů odevzdaných).



1. Vyčíslete oxidačně-redukční rovnice **A–D**. Ke každé rovnici napište i dílčí poloreakce (oxidace a redukce).
2. Nazvěte reaktant v první rovnici FeS_2 .
3. Jaká oxidační čísla má Fe v Fe_3O_4 ?
4. Jaké oxidační číslo má rtuť v $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ a čím je toto nezvyklé oxidační číslo způsobeno?



53. ročník
2016/2017

ŠKOLNÍ KOLO
kategorie C

ZADÁNÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI

PRAKTICKÁ ČÁST (40 BODŮ)

Autoři

RNDr. Bohuslav Drahoš, Ph.D.

Katedra anorganické chemie PřF UP Olomouc

Doc. RNDr. Marta Klečková, CSc.

Katedra anorganické chemie PřF UP Olomouc

Bc. Klára Černá

Katedra anorganické chemie PřF UP Olomouc

Recenze

Mgr. Luděk Míka (odborná a pedagogická recenze)

Gymnázium dr. A. Hrdličky, Humpolec

Milí řešitelé,

praktická část letošního ročníku Chemické olympiády kategorie C bude do značné míry doplňovat část teoretickou, protože bude zaměřena na přípravu kovů, a to především na přípravu z vodných roztoků jejich solí pomocí kovu méně ušlechtilého. Kromě toho byste si měli prostudovat i následující teoretická i praktická témata:

1. filtrace za normálního a za sníženého tlaku,
2. vlastnosti vybraných kovů a jejich sloučenin, především Fe, Cu, Ag, Pb, Zn, Al,
3. vodík a jeho redukční vlastnosti,
4. reakce kovů s kyselinami,
5. výpočty z chemických rovnic, výpočty výtěžku/výtěžnosti.

Doporučená literatura:

1. Flemr, V.; Dušek, B. *Chemie pro gymnázia I.* (Obecná a anorganická), SPN: Praha 2001.
2. Mareček, A.; Honza, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia*, 1.–2. díl, Nakladatelství Olomouc: Olomouc 1998.

Dopňující literatura:

Učebnice resp. skriptum laboratorní techniky a analytické chemie, např.

1. Kosina, L.; Šrámek, V. *Analytická chemie*, FIN Olomouc: Olomouc 1996, str. 49–50.
2. Handlíř, K. a kol. *Laboratorní cvičení z obecné a anorganické chemie*, Univerzita Pardubice: Pardubice 2016, str. 31–37.
3. Herchel, R. a kol. *Laboratorní technika*, UP Olomouc: Olomouc 2011, str. 26–30.
4. Okáč, A. *Analytická chemie kvalitativní*, ČSAV: Praha 1956, str. 157–159, 281–285, 390, 397–400, 406, 440–442.
5. Karlíček, R. a kol. *Návody do cvičení anorganické a organické analýzy*, Karolinum: Praha 2000.
6. Příhoda, J. a kol. *Laboratorní technika, příručka pro začínajícího chemika*, MU Brno: Brno, 2012.
7. Kaličinská, J. *Chemická laboratorní cvičení I, II pro SPŠCH*, Pavel Klouda: Ostrava 2005.

Úloha 1 Příprava velkých krystalů mědi**20 bodů**

V teoretické části školního kola jste se dozvěděli, že kovy lze dělit na ušlechtilé a neušlechtilé podle hodnoty standardního elektrodového potenciálu, resp. jestli jsou schopny vyredukovat vodík z neoxidujících kyselin nebo ne. Dále jste se dozvěděli, že kov ležící v Beketovově řadě nalevo je schopen z vodného roztoku solí „vytěsnit“ (vyredukovat) kov ležící více vpravo. Tuto vlastnost kovů si vyzkoušíte prakticky v následující úloze, ve které budete připravovat velké krystaly mědi.

Úkol:

Připravte velké krystaly mědi.

Pomůcky:

- nádoba s víčkem nebo vysoká kádinka o objemu 250 ml (resp. vyšší sklenice od tatarky/jogurtu apod.) s hodinovým sklem
- kádinka 400 ml
- skleněná tyčinka
- vata
- pravítko
- laboratorní lžička
- houbička (na odmaštění hřebíků)

Chemikálie:

- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- NaCl (komerční kuchyňská sůl)
- 5% roztok H_2SO_4
- kovové železo ve formě hřebíků
- saponát
- destilovaná voda

Pracovní postup:

- V kádince o objemu 400 ml si připravte přibližně 200 ml nasyceného vodného roztoku NaCl.
- Na dno vysoké kádinky o objemu 250 ml nebo obdobné nádoby nasypete pevný $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ do výšky asi 5 mm.
- Pevný $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ v nádobě přesypete vrstvou asi 4–5 cm pevného NaCl (čím větší krystaly NaCl se použijí, tím větší krystaly mědi mohou být připraveny).
- Na povrch pevného NaCl rozložte vatu tak, aby překrývala veškerý NaCl do výšky asi 1 cm.
- Na vatu položte železné hřebíky, které předem odmastíte pomocí houbičky a saponátu (dobře opláchněte vodou).
- Takto připravenou soustavu opatrně zalijte nasyceným roztokem NaCl (nádobu lehce nakloňte a ze strany, kde je nižší vrstva NaCl, pomalu a po částech nalévejte nasycený roztok NaCl – vždy počkejte, než se roztok vsákne a potom přilejte další – neměla by se vytvořit souvislá hladina roztoku do té doby, než mezi krystaly NaCl není žádný vzduch, ten totiž může vytvářet bubliny, které mohou způsobit nežádoucí promíchání heterogenní reakční směsi) tak, aby železné hřebíky byly ponořeny alespoň 3 cm pod hladinou roztoku.
- Takto připravenou reakční směs uzavřete víčkem nebo zakryjte hodinovým sklem a nechte reagovat 14 dní na klidném místě. V průběhu této doby 1–2x zkontrolujte, aby byly železné hřebí-

ky zcela ponořeny do roztoku, pokud by došlo k velkému odpaření vody, musíte vodu do nádoby doplnit.

- Po 14 dnech by se mezi hřebíky a dnem nádoby měly vytvořit velké lesklé krystaly mědi.
- Směs zpracujte následujícím způsobem. Nádobu přemístěte do umyvadla pod kohoutek s pomalu tekoucí vodou, která postupně rozpustí chlorid sodný a v nádobě zbude pouze kovová měď (voda musí proudit pomalu a opatrně, aby nedošlo k silnému víření kapaliny v nádobě a poškození kovových stromů, které jsou poměrně křehké a náchylné k mechanickému poškození).
- Vzniklé kovové krystaly mědi opatrně přeneste do roztoku 5% H_2SO_4 , ve kterém je uchovejte.
- Do pracovního listu popište vzhled vzniklých krystalů.

Otázky a úkoly (odpovězte do pracovního listu):

1. Pozorovanou reakci popište chemickou rovnicí v iontovém tvaru (anionty v roztoku neuvažujte, v roztoku o vysoké koncentraci Cl^- iontů vznikají totiž komplexní ionty $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ dodávající směsi zelenou barvu).
2. Který jiný kov by bylo možné použít místo železa?
3. Který roztok soli jiného kovového iontu by bylo principiálně možné použít místo síranu měďnatého při zachování železa jako reaktantu? (Uveďte alespoň jeden ion, místo NaCl lze použít jinou sůl.)
4. Vypočítejte množství mědi, které by mělo vzniknout, pokud by zreagovala veškerá modrá skalice. Předpokládejte, že jste do kádinky/nádoby navážili 10,00 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Vypočítejte výťažnost reakce v procentech, pokud by vám vznikly 2,00 g mědi.
 $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,69 \text{ g mol}^{-1}$, $M(\text{Cu}) = 63,55 \text{ g mol}^{-1}$

Úloha 2 Redukce oxidu měďnatého**20 bodů**

V této úloze se přesvědčíte, že plynný vodík lze použít jako redukčního činidla, většinou je ale zapotřebí reakci provádět při zvýšené teplotě. Tímto způsobem je možné vyredukovat i kovy, které v Beketovově řadě leží nalevo od vodíku (záleží i na vstupní sloučenině, která se redukuje – jestli je to halogenid nebo oxid apod.).

Úkol:

Proveďte redukci oxidu měďnatého plynným vodíkem za zvýšené teploty.

Pomůcky:

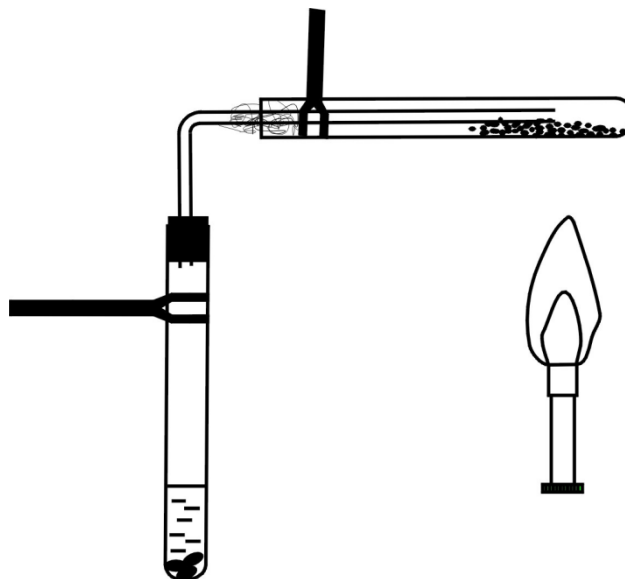
- zkumavka 2x
- zátky s otvorem
- ohnutá skleněná trubička
- plynový kahan
- sirky
- vata
- laboratorní lžička
- odměrný válec 10 ml nebo odměrná zkumavka
- skleněná tyčinka
- stojan (1x nebo 2x)
- váhy
- křížová svorka 2x
- klema 2x (držák)
- nůžky
- stříčka s destilovanou vodou
- **aparatura pro filtraci za sníženého tlaku:**
 - Büchnerova nálevka se zátkou
 - odsávací baňka
 - filtrační papír
 - gumová hadice
 - zdroj nízkého tlaku (vodní vývěva, membránová/olejová pumpa apod.)

nebo

- **aparatura pro filtraci za normálního tlaku:**
 - nálevka pro filtraci
 - kádinka
 - filtrační kruh
 - stojan
 - filtrační papír

Chemikálie:

- CuO
- Zn
- zředěná HCl (1:1)

Nákres aparatury:**Pracovní postup:**

- První zkumavku upněte pomocí klemy a křížové svorky na laboratorní stojan do svislé polohy a nasypete do ní několik granulek zinku o hmotnosti 1,5–2 g.
- Do druhé zkumavky (suché!) nasypete přibližně 0,5 g (půl malé lžičky) CuO a upněte ji na laboratorní stojan stejným způsobem ale do vodorovné polohy. CuO musí být ve zkumavce rozprostřen do tenké vrstvy.
- Do první zkumavky obsahující zinek nalijte 5 ml zředěné HCl a ihned ji uzavřete zátkou, kterou bude procházet zahnutá skleněná trubička (podle nákresu). Konec trubičky zasuněte až do zadní části vodorovně upnuté zkumavky, tak aby končila těsně nad CuO.
- Počkejte cca 1 minutu, než vznikající plyn vyžene vzduch ze zkumavky s CuO, potom do vodorovně upnuté zkumavky zlehka vložte chomáček vaty a černý CuO zesponu pomalu zahřívejte plynovým kahanem po větší ploše stěny zkumavky (vodorovně pohybujte kahanem).
- Po ukončení reakce (asi 10 minut), kdy dojde ke změně zbarvení, ukončete zahřívání, počkejte, až zkumavka zchladne a přilijte do ní 10 ml zředěné HCl.
- Počkejte, než proběhne chemická reakce, vzniklou směs zamíchejte skleněnou tyčinkou (pevnou látku případně seškrábejte ze stěn) a vzniklou suspenzi zfiltrujte za sníženého tlaku.
- Na filtračním papíru pozorujte barvu vzniklého produktu a uveďte ji do pracovního listu.

Otázky a úkoly:

1. Jaká reakce probíhá ve zkumavce č. 1 (zinek a kyselina chlorovodíková)? Popište chemickou rovnici a rovnici vyčíslete.
2. Popište, co se děje ve zkumavce č. 2 při zahřívání, napište chemickou rovnici a vyčíslete ji.
3. Čím je způsobeno orosení zkumavky?
4. Jaká reakce probíhá ve zkumavce č. 2 po přilítí kyseliny chlorovodíkové? Zapište chemickou rovnici a vyčíslete ji.
5. Jaký produkt po filtraci zůstane na filtračním papíře?
6. Z jakého důvodu se po ukončení reakce do reakční směsi přidává HCl a teprve následně se odfiltruje produkt?

PRACOVNÍ LIST (40 BODŮ)

Soutěžní číslo:

body celkem

Úloha 1 Příprava velkých krystalů mědi**20 bodů****Popis krystalů mědi**

Vzhled (barva a tvar) krystalů mědi	
	body

Otázky a úkoly:

1.

Vyčíslená chemická rovnice v iontovém tvaru:

body

2.

kov:

body

3.

ionty:

body

4.

Výpočet hmotnosti:

Množství mědi $m(\text{Cu}) =$ g

Výpočet výtěžnosti:

Výtěžnost reakce je %

body

Úloha 2 Redukce oxidu měďnatého**20 bodů****Popis produktu**

Barva produktu	
----------------	--

body

Otázky a úkoly:

1.

Vyčíslená chemická rovnice

body

2.

Slovní popis:

Vyčíslená chemická rovnice:

body

3.

Vysvětlení:

body

4.

Vyčíslená chemická rovnice:

body

5.

Produkt:

body

6.

Vysvětlení:

body

Periodická soustava prvků



relativní atomová hmotnost
 značka
 protonové číslo
 elektronegativita
 název

1 I. A	1,00794 1 H 2,20 Vodík	2 II. A											13 III. A	14 IV. A	15 V. A	16 VI. A	17 VII. A	18 VIII. A	
2	6,941 3 Li 0,97 Lithium	9,012 4 Be 1,50 Berylium											10,811 5 B 2,00 Bor	12,011 6 C 2,50 Uhlík	14,007 7 N 3,10 Dusík	15,999 8 O 3,50 Kyslík	18,998 9 F 4,10 Fluor	4,003 2 He Helium	
3	22,990 11 Na 1,00 Sodík	24,305 12 Mg 1,20 Hořčík	3 III. B	4 IV. B	5 V. B	6 VI. B	7 VII. B	8 VIII. B	9 VIII. B	10 VIII. B	11 I. B	12 II. B	26,982 13 Al 1,50 Hliník	28,086 14 Si 1,70 Křemík	30,974 15 P 2,10 Fosfor	32,060 16 S 2,40 Síra	35,453 17 Cl 2,80 Chlor	39,948 18 Ar Argon	
4	39,10 19 K 0,91 Draslík	40,08 20 Ca 1,00 Vápník	44,96 21 Sc 1,20 Skandium	47,88 22 Ti 1,30 Titan	50,94 23 V 1,50 Vanad	52,00 24 Cr 1,60 Chrom	54,94 25 Mn 1,60 Mangan	55,85 26 Fe 1,60 Železo	58,93 27 Co 1,70 Kobalt	58,69 28 Ni 1,70 Nikl	63,55 29 Cu 1,70 Měď	65,38 30 Zn 1,70 Zinek	69,72 31 Ga 1,80 Gallium	72,61 32 Ge 2,00 Germanium	74,92 33 As 2,20 Arsen	78,96 34 Se 2,50 Selen	79,90 35 Br 2,70 Brom	83,80 36 Kr Krypton	
5	85,47 37 Rb 0,89 Rubidium	87,62 38 Sr 0,99 Stroncium	88,91 39 Y 1,10 Yttrium	91,22 40 Zr 1,20 Zirkonium	92,91 41 Nb 1,20 Niobium	95,94 42 Mo 1,30 Molybden	~98 43 Tc 1,40 Technecium	101,07 44 Ru 1,40 Ruthenium	102,91 45 Rh 1,40 Rhodium	106,42 46 Pd 1,30 Palladium	107,87 47 Ag 1,40 Stříbro	112,41 48 Cd 1,50 Kadmium	114,82 49 In 1,50 Indium	118,71 50 Sn 1,70 Cín	121,75 51 Sb 1,80 Antimon	127,60 52 Te 2,00 Tellur	126,90 53 I 2,20 Jod	131,29 54 Xe Xenon	
6	132,91 55 Cs 0,86 Cesium	137,33 56 Ba 0,97 Barium			178,49 72 Hf 1,20 Hafnium	180,95 73 Ta 1,30 Tantal	183,85 74 W 1,30 Wolfram	186,21 75 Re 1,50 Rhenium	190,20 76 Os 1,50 Osmium	192,22 77 Ir 1,50 Iridium	195,08 78 Pt 1,40 Platina	196,97 79 Au 1,40 Zlato	200,59 80 Hg 1,40 Rtuť	204,38 81 Tl 1,40 Thallium	207,20 82 Pb 1,50 Olovo	208,98 83 Bi 1,70 Bismut	~209 84 Po 1,80 Polonium	~210 85 At 1,90 Astat	~222 86 Rn Radon
7	~223 87 Fr 0,86 Francium	226,03 88 Ra 0,97 Radium			261,11 104 Rf	262,11 105 Db	263,12 106 Sg	262,12 107 Bh	270 108 Hs	268 109 Mt	281 110 Ds	280 111 Rg	277 112 Uub	~287 113 Uut	289 114 Uuq	~288 115 Uup	~289 116 Uuh	~291 117 Uus	293 118 Uuo

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