

Program výučby predmetu

LABORATÓRNE CVIČENIE Z ANORGANICKEJ CHÉMIE

Bakalárske štúdium

1. ročník, letný semester akademického roka 2023/2024

Študijný program:

B – RP; *Riadenie procesov;*

B – BIOT; *Biotechnológia;*

B – CHI; *Chemické inžinierstvo;*

B – POVYKO; *Potraviny, výživa, kozmetika*

B – BBFFCh; *Biochémia a biofyzikálna chémia pre farmaceutické aplikácie*

B – RP4; *Riadenie procesov (konverzný)*

B – BIOT4; *Biotechnológia (konverzný)*

B – CHI4; *Chemické inžinierstvo (konverzný)*

B – POVYKO4; *Potraviny, výživa, kozmetika (konverzný)*

B – BBFFCh4; *Biochémia a biofyzikálna chémia pre farmaceutické aplikácie (konverzný)*

Predmet (číslo: 41911_4B): „Laboratórne cvičenie z anorganickej chémie”

Garant: Ing. Jaroslava Maroszová, PhD.

Týždenný rozsah: 2 hodiny

Celkový rozsah: 26 hodín

Ukončenie: klasifikovaný zápočet

Počet kreditov: 2

Organizácia letného semestra:

Výučba: 12.02.2024 – 11.05.2024

Skúšobné obdobie: 13.05.2024 – 29.06.2024

ČASOVÝ HARMONOGRAM A OSNOVA LABORATÓRNYCH CVIČENÍ

Týždeň LS	2024	Rozsah laboratórneho cvičenia – 26 hodín
3.	26.02. – 01.03.	Úvod do laboratórneho cvičenia (3 h)
4.	04.03. – 08.03.	Čistenie a separácia látok – $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, základné operácie v chemickom laboratóriu (3 h)
5.	11.03. – 15.03.	Acidobázické reakcie I. – príprava K_2SO_4 (3 h)
6.	18.03. – 22.03.	Acidobázické reakcie II. – príprava H_3BO_3 , sklárske praktikum (3 h)
7.a 8. (dva týždne Veľká noc).	25.03. – 05.04 (voľno 29.03 a 01.04).	Vylučovacie reakcie I. – $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ (3 h)
9.	08.04. – 12.04	Redoxné reakcie, príprava Cu cementáciou (3 h)
10.	15.04. – 19.04.	Komplexotvorné reakcie – $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ a $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ (3h)
11.	22.04. – 26.04.	Vylučovacie reakcie II. – $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ (3 h)
12.	29.04. – 03.05 (01.05 voľno)	Výpočtový test (1 h)
13.	06.05. – 10.05. (08.05 voľno)	Záver, Docvičovanie Klasifikované zápočty (1 h)

1. LC (26.02. – 01.03.2024, 3. týždeň LS) (3 h)

► Organizácia a náplň laboratórneho cvičenia, vybavenie chemického laboratória, oboznámenie so základným laboratórnym zariadením a pomôckami používanými v laboratórnom cvičení, (Lit. [1]: kap.3: 3.1 – 3.3.3, str. 21-40).

► Zásady a bezpečnosť práce v chemickom laboratóriu (Lit. [1]: kap.2: 2.1 – 2.5, str. 14-20).

► Prebratie inventára stolov. Vyplnenie študentských kariet. Podmienky udelenia klasifikovaného zápočtu. Hodnotenie študenta na laboratórnom cvičení. Klasifikovanie vedenia laboratórneho denníka a protokolu. (Lit. [1]: kap. 4: 4.1 – 4.2, str. 45-46)

► Výpočty: Výpočet k rekryštalizácii $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, vyjadrovanie zloženia roztokov, príprava nasýtených roztokov, látková bilancia bez chemickej reakcie – kryštalizácia.

2. LC (04.03. – 08.03.2024, 4. týždeň LS.) (3 h)

► Čistenie a separácia látok.

► Základné operácie v chemickom laboratóriu. Rekryštalizácia $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ znečisteného tuhou nerozpustnou látkou.

Úloha: Rekryštalizujte 8,0 g znečisteného $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ochladením nasýteného roztoku CuSO_4 pri teplote 50 °C na teplotu 20 °C.

(Teória: Lit. [1]: kap.6.: 6.1. – 6.3., str.68-76; úloha: 6.6. – 6.6.4., str.84-87).

► Výpočty : Príprava K_2SO_4 (ž maximálne 0,08 mol).

Hodnotenie: príprava 4 b; práca v laboratóriu 5 b; laboratórny denník 1 b

3. LC (11.03. – 15.03.2024, 5. týždeň LS.) (3 h)

► Acidobázické reakcie I: – Príprava K_2SO_4 , (Teória: Lit. [1]: kap.7, str. 96-102; úloha: 7.1.1, str.102-103).

► Skúmovkové pokusy – zisťovanie pH roztokov (viď. príloha v Programe výučby a v dokumentovom serveri predmetu).

► Výpočty: Výpočet pre prípravu kyseliny trihydrogenboritej, H_3BO_3 , $\xi = 0,025$ mol, Rozpustnosť H_3BO_3 :

$s(\text{H}_3\text{BO}_3, 80\text{ °C}) = 19,06$ g v 100 g roztoku;

$s(\text{H}_3\text{BO}_3, 20\text{ °C}) = 4,65$ g v 100 g roztoku

Hodnotenie: príprava 4 b; práca v laboratóriu 6 b; laboratórny denník 1 b

4. LC (18.03. – 22.03.2024, 6. týždeň LS.) (3 h)

► Acidobázické reakcie II: - Uvoľňovanie kyselín a zásad z ich solí, (Teória: Lit. [1]: kap.7.2, str.112 - 113).

► Príprava kyseliny trihydrogenboritej, H_3BO_3 (Lit. [1]: kap.7.2.7, str. 122 -124), $\xi = 0,025$ mol,

► Výpočty: Výpočet pre prípravu dihydroxid-uhličitanu dimeďnatého (teoretický výťažok, % zastúpenie jednotlivých prvkov)

► Sklárske praktikum – elementárne práce so sklom, (Lit. [1]: kap.3.4 -3.4.4, str. 40 – 42).

Hodnotenie: príprava 4 b; práca v laboratóriu 6 b; laboratórny denník 1 b

5. LC (dvojtýždeň, 25.03. – 05.04.2024, 7.a 8. týždeň LS), (Veľká noc, voľno 29.03 a 01.04) (3 h)

- ▶ Vylučovacie reakcie I. – Príprava $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$
(Teória: Lit. [1]: kap.8 – 8.1.; str. 134–136; úloha: kap.8.1.8., str.147-148).
- ▶ Skúmavkové pokusy - zrážacie reakcie, (Lit. [1]: Úloha 5 str. 159-160).
- Výpočty: Príprava Cu cementáciou (ξ maximálne 0,1mol) + teoretický úvod k práci.

Hodnotenie: príprava 4 b; práca v laboratóriu 6 b; laboratórny denník 1 b

6. LC (08.04. – 12.04.2024, 9. týždeň LS), (3 h)

- ▶ Redoxné reakcie - Príprava medi cementáciou.
(Teória: Lit. [1]: kap.9., str.163-165; úloha: 9.3 – str.172-174)
- ▶ Skúmavkové pokusy – redoxné reakcie, (Lit. [1]: 9.18- 9.18.3, str.214-215)
- ▶ Výpočty: Príprava komplexov ($[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ a $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$. Odporúčaný rozsah $\xi = 0,03$ mol a $\xi = 0,015$ mol).

Hodnotenie: príprava 4 b; práca v laboratóriu 6 b; laboratórny denník 1 b

7. LC (15.04. – 19.04.2024, 10.týždeň LS) (3 h)

- ▶ Komplexotvorné reakcie – Príprava $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ a $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$
(Teória: Lit. [1]: kap.10 str.225-226; úloha: 10.1.1, str. 226-229; 10.1.2, str. 229-230).
- Poznámka – práca v dvojiciach
- ▶ Zadanie názvu práce, z ktorej študent vypracuje protokol.

Hodnotenie: príprava 5 b; práca v laboratóriu 6 b; laboratórny denník 1 b

8. LC (22.04. – 26.04.2024, 11.týždeň LS) (3 h)

- ▶ Vylučovacie reakcie II. - Príprava dihydrátu šľaveľanu železnatého, $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
(Lit. [1]: kap.8.1.7, str. 146 - 147) (1,5 h).
- Poznámka – pri príprave $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ použiť $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, $\xi = 0,04$ mol
- ▶ Výpočty : Opakovanie kombinovaných výpočtov, príprava na písanie záverečného výpočtového testu – prepočítanie vzorového testu.

Hodnotenie: príprava 5 b; práca v laboratóriu 5 b; laboratórny denník 1 b


9. LC (29.04. – 03.05.2024, 12.týždeň LS.) (1 h)

- ▶ Výpočty (1 h): Záverečný výpočtový test
- ▶ Odovzdanie vypracovaného protokolu (max. 3 body)

10. LC (06.05. – 10.05.2024, 13.týždeň LS) (1 hod)

- ▶ Zapisovanie klasifikovaných zápočtov
- ▶ Umývanie laboratórneho skla
- ▶ Hodnotenie laboratórneho cvičenia
- ▶ NAHRADENIE laboratórnej práce pre študentov s 1 (max. 2) riadne ospravedlnenou neprítomnosťou-registrovanou v AIS (nepočíta sa do celkového rozsahu výučby).

Literatúra pre laboratórne cvičenie

- [1] I. Ondrejkočová a kol.: Praktikum z anorganickej chémie. SCHK, Bratislava, 2017
- [2] D. Valigura a kol.: Chemické tabuľky, STU, Bratislava, 2011
- [3] A. Mašlejová a kol.: Anorganická chémia I a II. Výpočty v anorganickej chémii. STU, Bratislava, 2012
- [4] J. Šima, M. Koman, A. Kotočová, P. Segľa, M. Tatarko a D. Valigura : Anorganická chémia, STU, 2009
- [5]  <https://is.stuba.sk>; dokumentový server predmetu číslo: 41911_4B
- [6] <https://anorganika.online/abc>

Hodnotenie študenta (max. počet bodov)

- a) príprava na laboratórne cvičenie – 30 bodov
- b) práca v laboratóriu a dosiahnuté výsledky – 40 bodov
- c) záverečný výpočtový test – 20 bodov
- d) laboratórny denník – 7 bodov
- e) vypracovanie protokolu z jednej laboratórnej práce – 3 body

Max dosiahnutý počet bodov: 100

Hodnotenie podľa klasifikačnej stupnice STU:

<i>Súčet bodov</i>	<i>Hodnotenie</i>	<i>Definícia stupňa</i>
92 – 100	A (1,0)	výborne
83 – 91	B (1,5)	veľmi dobre
74 – 82	C (2,0)	dobre
65 – 73	D (2,5)	uspokojivo
56 – 64	E (3,0)	dostatočne
0 – 55	FX (4)	nedostatočne

Podmienky udelenia klasifikovaného zápočtu

- a) Absolvovanie všetkých prác v rámci laboratórnych cvičení. Študent môže mať maximálne 2 riadne ospravedlnené absencie na laboratórnom cvičení (zaznamenané aj v AIS). O opodstatnenosti ospravedlnenia a o spôsobe náhrady výučby rozhodne učiteľ laboratórneho cvičenia. Laboratórne cvičenia neabsolvované v riadnom termíne pre ospravedlnenú neprítomnosť sa docvičujú v 13. týždni semestra.
- b) Získanie minimálne 11 bodov zo záverečného výpočtového testu V1. Ak študent test nepísal, píše ho v náhradnom termíne určenom učiteľom. V prípade, že študent získal z testu V1 menej ako 11 bodov, môže písať opravný test V2, resp. V3 (max. 20 bodov) v dvoch opravných termínoch počas skúšobného obdobia v centrálne vypísanom termíne v AIS (na vypísaný termín sa študent musí vopred prihlásiť cez AIS). Výsledný počet bodov, ktorý sa zahŕňa do výslednej známky: $V1 + V2$ (resp. $V3$)/2. (príklad: V1-8 bodov; V2-16 bodov, výsledné hodnotenie: $(8+16)/2 = 12$ bodov).
- c) Odovzdanie vzorového protokolu z jednej zadanej laboratórnej práce (max 3 body).

Poznámky:

- laboratórne cvičenia sa začínajú cvičiť tretí týždeň semestra
- týždenná výmera laboratórneho cvičenia sú tri vyučovacie hodiny ($3 \cdot 50 \text{ min} = 150 \text{ min.}$)

Povinnosti študenta v laboratórnom cvičení:

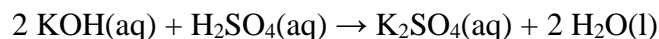
- na laboratórne cvičenie sa študent pripravuje pred jeho začiatkom. Na cvičenie si prináša študijné a pracovné pomôcky: biely pracovný plášť z pevnej látky, ochranné, bezfarebné okuliare, gumené rukavice, zošit na vedenie laboratórneho denníka v obale, malý poznámkový blok, pero, kalkulačku, zápalky, nožnice na papier, chemické tabuľky, návody na laboratórne cvičenia,
- absencia vedomostí a pomôcok je dôvodom na určenie náhrady výučby,
- na laboratórne cvičenie si študent prináša len potreby k výučbe (osobné veci, ako kabáty a pod., sa podľa možnosti odkladajú v šatni, alebo v skrinkách),
- po pridelení pracovného miesta sa študent zapíše do "Zoznamu študentov" pre daný stôl, uloženom v stole spolu so "Zoznamom laboratórneho skla a pomôcok",
- po príchode na laboratórne cvičenie a po prevzatí kľúča od stola, skontroluje a doplní obsah stola a zapíše sa do laboratórneho zošita,
- každé rozbité sklo a spôsobenú škodu je povinný zahlásiť učiteľovi,
- na konci laboratórneho cvičenia umyje všetko sklo, ktoré počas cvičenia používal, utrie stôl, uloží stojan, trojnožku, sieťku a kahan na miesto, kde pracoval, skontroluje uzavretie prívodu vody a plynu,
- z laboratória odchádza po skontrolovaní skla, ktoré potvrdí svojim podpisom, uzamkne stola, odovzdá kľúča a so súhlasom učiteľa,
- študent rešpektuje pokyny učiteľa a všeobecné bezpečnostné pokyny,
- študent sa zúčastňuje výučby v tej študijnej skupine, resp. laboratóriu, do ktorých je zaradený,
- o spôsobe náhradnej výučby študenta za neúčast' na výučbe v riadnom termíne rozhodne po konzultácii so študentom príslušný učiteľ (študent si nesmie sám určovať termín a miesto docvičovania),
- súčasťou laboratórneho cvičenia sú výpočty potrebné pre realizáciu zadaných experimentálnych prác ako aj pre úspešné absolvovanie zápočtového výpočtového testu,
- pred každým laboratórnym cvičením sa doporučuje prepočítať výpočet pre nasledujúcu zadanú prácu,
- pred začatím experimentálnej práce píše každý študent krátky test overujúci jeho pripravenosť na prácu (pri opakovanej nepripravenosti má vyučujúci právo neumožniť odcvičiť danú prácu a dať ju študentovi zopakovať v náhradnom termíne),
- súčasťou hodnotenia práce študenta v laboratóriu je aj správny zápis priebehu a výsledkov prác v laboratóriu do laboratórneho denníka,
- študent sa na dané laboratórne cvičenie vopred pripraví podľa pokynov učiteľa,
- počas cvičenia si vedie záznamy o priebehu práce, zaznamenáva si výsledky, ktoré následne spracuje do laboratórneho denníka,
- program výučby predmetu Laboratórne cvičenie z anorganickej chémie je študentom k dispozícii v akademickom informačnom systéme (AIS) - dokumentový server predmetu číslo: 41911_4B.

Opätovné zapísanie a uznávanie predmetu Laboratórne cvičenie z anorganickej chémie

Ak študent požiada o uznanie predmetu Laboratórne cvičenie z anorganickej chémie, ktoré v minulosti absolvoval na Oddelení anorganickej chémie FCHPT STU a ukončenie predmetu nie je staršie ako 5 rokov, potom predmet ukončený s hodnotením A(1,0), B(1,5) a C(2,0) uznáva Študijné oddelenie FCHPT podľa platných pravidiel. Uznanie predmetu s hodnotením D(2,5) a E(3,0) môže posúdiť dekan. Uznať v minulosti absolvovaný predmet a zapísať známku do AIS bez absolvovania predmetu nemôže ani garant a ani učiteľ predmetu.

ANORGANICKÁ CHÉMIA - VZOROVÝ TEST

1) V reakcii:



zreagovalo 15,3 g vodného roztoku hydroxidu draselného, ktorý mal zloženie $w(\text{KOH}) = 0,42$ so stechiometrickým množstvom 96% kyseliny sírovej.

Vypočítajte:

- hmotnosť hydroxidu draselného a objem 96,00 % kyseliny sírovej, ktorá je potrebná na prípravu
- hmotnosť vody, v ktorej treba zriediť kyselinu sírovú, aby roztok síranu draselného po reakcii mal zloženie nasýteného vodného roztoku síranu draselného pri teplote $t = 50 \text{ }^\circ\text{C}$
- hmotnosť vykryštalizovaného síranu draselného, ak sa nasýtený vodný roztok tejto soli ochladil na teplotu $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Rozpustnosť K_2SO_4

$s(50 \text{ }^\circ\text{C}) = 13,8 \text{ g na } 100 \text{ g roztoku}$

$s(20 \text{ }^\circ\text{C}) = 10,0 \text{ g na } 100 \text{ g roztoku}$

(10 bodov)

2) Rekryštalizáciou uskutočnenou ochladením nasýteného roztoku síranu meďnatého pri teplote $t = 40^\circ\text{C}$ na teplotu $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ potrebujeme získať 15,0 g rekryštalizovaného pentahydrátu síranu meďnatého.

Vypočítajte:

- množstvo pentahydrátu síranu meďnatého, ktorý potrebujeme použiť na rekryštalizáciu ochladením nasýteného roztoku pri teplote 40°C na teplotu 20°C
- hmotnosť vody, ktorá je potrebná na prípravu nasýteného roztoku síranu meďnatého pri teplote $t = 40^\circ\text{C}$

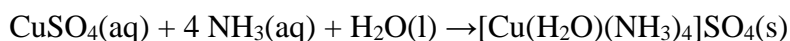
Rozpustnosť CuSO_4 :

$s(40 \text{ }^\circ\text{C}) = 22,2 \text{ g CuSO}_4 \text{ na } 100 \text{ g roztoku}$

$s(20 \text{ }^\circ\text{C}) = 18,1 \text{ g CuSO}_4 \text{ na } 100 \text{ g roztoku}$

(4 body)

3) Chemickou reakciou sa pripravil síran akva-tetraamminmeďnatý v rozsahu 0,0250 mol.



Vypočítajte:

- hmotnosť potrebného pentahydrátu síranu meďnatého
- objem 26,0 % vodného roztoku amoniaku
- objem vody potrebný na zriedenie, ak tento roztok máme zriediť vodou v pomere 1 : 3
- hmotnosť získaného síranu akva-tetraamminmeďnatého

(6 bodov)

Príloha

SKÚMAVKOVÉ POKUSY (3. LC)

REAKCIE ANORGANICKÝCH LÁTKO V VODNOM PROSTREDÍ ZISŤOVANIE pH ROZTOKOV

Určenie hodnoty pH indikátorovým papierikom.

Univerzálny indikátorový papierik má schopnosť meniť svoje zafarbenie na červené – kyslé roztoky $\text{pH} < 7$ a na modré – zásadité roztoky $\text{pH} > 7$. V každom balení sa nachádza stupnica farieb, ktorá indikuje zmenu farby ako funkciu pH. Na presnejšie zistenie hodnoty pH môžeme zvoliť indikátorový papierik s citlivejšou stupnicou pre rozmedzie hodnoty pH ako pre kyseliny, tak aj pre zásady.

Postup: Do skúmaviek dáme malé množstvo z pripravených vodných roztokov:

CH_3COOH , HCl , Na_2CO_3 , NH_4Cl , CuSO_4 , NaCl , NaOH . Z každého roztoku sklenenou tyčinkou kvapneme na kúsok univerzálneho indikátorového papierika, položeného na hodinovom sklíčku. Zmenu farby porovnáme so stupnicou. Výsledky zapíšeme do tabuľky.

Úloha:

1. Zistite pH rôznych roztokov, hodnoty zapíšete do tabuľky a zdôvodnite ich kyslé, resp. zásadité vlastnosti.
2. Napíšte chemické rovnice prebiehajúcich dejov.
3. Aké bude pH roztoku v prípade molekulového halogenidu SnI_4 ?

Roztok	Očakávaná hodnota pH ($\text{pH} > 7$; $\text{pH} < 7$; $\text{pH} = 7$)	Zistené pH
Kyselina octová ($c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,50 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$)		
Kyselina chlorovodíková ($c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$)		
Kyselina chlorovodíková ($c(\text{HCl}) = 0,01 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$)		
Na_2CO_3 ($w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,03$)		
NH_4Cl ($w(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,03$)		
CuSO_4 ($c(\text{CuSO}_4) = 1,2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$)		
Demineralizovaná voda		
NaCl ($c(\text{NaCl}) = 1,0 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$)		
NaOH ($w(\text{NaOH}) = 0,03$)		