

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

49. ročník, školský rok 2012/2013

Kategória EF, úroveň E

Školské kolo

TEORETICKÉ A PRAKTICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – úroveň E- 49. ročník – školský rok 2012/2013

Školské kolo

Iveta Ondrejkočová

Maximálne 15 bodov (b) Doba riešenia: 80 minút

Úloha 1 (4 b)

Zo svojich solí je možné vytlačiť nielen slabé kyseliny ale aj slabé zásady, čo má praktické využitie najmä v analytickej a anorganickej chémii. Reakcia silných alkalických hydroxidov s amónnymi soľami silných kyselín sa zvykne využívať na laboratornú prípravu amoniaku.

- Napíšte rovnicu prípravy amoniaku reakciou síranu amónneho s hydroxidom draselným.
- Napíšte rovnicu prípravy amoniaku reakciou amónnych kationov s hydroxidovými aniónmi.
- Vypočítajte hodnotu $K_z(\text{NH}_3)$, ak $\text{p}K_z(\text{NH}_3) = 4,74$.
- Napíšte, či vodný roztok amoniaku sa správa ako slabá alebo silná zásada a svoje tvrdenie zdôvodnite aj pomocou $K_z(\text{NH}_3)$.

Úloha 2 (5 b)

Chlóroctové kyseliny sa vyznačujú väčšou silou ako kyselina octová. Silu kyselín môžeme porovnať pomocou konštánt kyslosti (ionizačných konštánt kyselín):

$$K_k(\text{CH}_2\text{ClCOOH}) = 1,4 \cdot 10^{-3}; K_k(\text{CHCl}_2\text{COOH}) = 3,3 \cdot 10^{-2};$$

$$K_k(\text{CCl}_3\text{COOH}) = 2,0 \cdot 10^{-1}.$$

- Napíšte rovnicu ionizácie kyseliny trichlóroctovej vo vode.
- Napíšte vzťah pre konstantu kyslosti kyseliny trichlóroctovej.
- Vypočítajte hodnoty $\text{p}K_k$ uvedených kyselín zo zadaných hodnôt K_k .
- Zoradte uvedené kyseliny podľa zmenšujúcej sa sily.
- Uvedte, či jednotlivé kyseliny patria medzi slabé alebo silné kyseliny a svoje tvrdenie zdôvodnite.

Úloha 3 (6 b)

Vodné roztoky solí silných kyselín prechodných kovov vo vode hydrolyzujú a preto ich roztoky reagujú kyslo. Rozpustením $\text{Sc}(\text{NO}_3)_3 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$, $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$ alebo $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$ vo vode dostaneme roztok, v ktorom sa nachádzajú príslušné akvatované katióny a dusičnanové anióny. V chemických tabuľkách sú uvedené tieto hodnoty konštánt kyslosti K_k akvatovaných katiónov (nazývané aj ako konštanty hydrolyzy):

$$K_k([\text{Sc}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}) = 2,5 \cdot 10^{-5}; \quad K_k([\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}) = 6,5 \cdot 10^{-3};$$

$$K_k([\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}) = 1,0 \cdot 10^{-5}.$$

- Napíšte rovnicu rozpúšťania $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$ vo vode za vzniku hexaakvachromitého katiónu (rovnica 1),
- Napíšte rovnicu hydrolyzy akvatovaného katiónu $[\text{M}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ ($\text{M} = \text{Sc}, \text{Cr}$ alebo Fe) do 1. a do 2. stupňa (rovnice 2 a 3),
- Napíšte, ako ovplyvní priebeh hydrolyzy pridanie do roztokov uvedených solí
 - pár kvapiek roztoku kyseliny dusičnej,
 - pár kvapiek roztoku hydroxidu sodného,
- Porovnajte konštanty hydrolyzy $K_k([\text{M}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+})$ a zoradte akvatované katióny podľa zmenšujúcej sa kyslosti.
- Napíšte, ktorý z uvedených katiónov bude najviac hydrolyzovať a svoje tvrdenie vysvetlite.

ÚLOHY Z TECHNOLOGICKÝCH VÝPOČTOV

Chemická olympiáda – kategória EF –úroveň E - 49.ročník – šk. rok 2012/2013

Školské kolo

Anna Ďuricová

Maximálne 15 bodov Doba riešenia: 90 minút

Úloha 1 (6 b)

Pri zbere PET fliaš sa v škole za pol roka zaplnilo 5 kontajnerov s počtom PET fliaš 2 000 ks/kontajner (1 PET fľaša váži priemerne 50 g).

- 1.1 Napíšte reakciu vzniku polyméru PET,
- 1.2 zistite, koľko základných surovín bolo potrebné použiť na výrobu tohto množstva PET fliaš,
- 1.3 koľko skleníkového plynu CO_2 v m^3 (za normálnych podmienok) sa uvoľní spálením tohto množstva PET fliaš a koľko tepla pri tom vznikne (výhrevnosť PET = 23 MJ.kg^{-1}) ?

Pri spaľovaní plastov ide o ich zneškodnenie.

- 1.4 koľko metanolu je potrebné na recykláciu ($\rho_{\text{met}} = 792,3 \text{ kg.m}^{-3}$), ak možno získať 90 % pôvodných surovín? Reakcia polyméru prebieha v dvoch stupňoch – preesterifikácia a hydrolýza.

Pri využití odpadových plastov ide o ich zhodnotenie.

(poznámka: pri výpočte uvažujte s jednou štruktúrnou jednotkou, tzn, $n = 1$)

$$M(\text{C}) = 12,011 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(\text{O}) = 15,999 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(\text{H}) = 1,008 \text{ g.mol}^{-1}$$

poznámka: každú rovnicu možno súťažiacemu poskytnúť, ale so stratou 0,5 b

Úloha 2 (9 b)

Z drvičky plastov vychádza podrvený plastový odpad zložený zo 6 druhov plastov: polypropylén (PP) , polyetylén s nízkou hustotou (LDPE) , polyetylén s vysokou hustotou (HDPE), polystyrén (PS), polyvinylchlorid (PVC) a polyetyléntereftalát (PET).

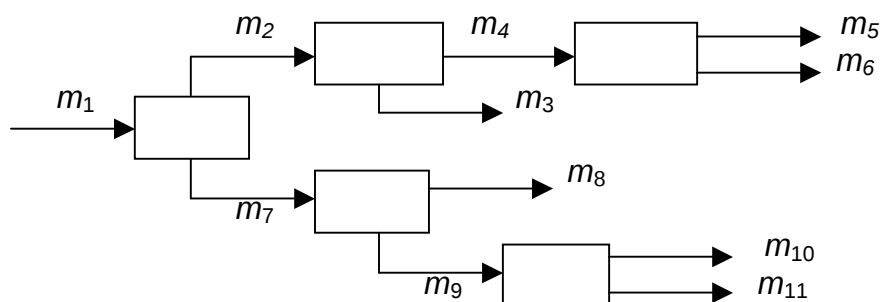
Triedenie na jednotlivé frakcie prebieha mokrou metódou „Float-sink“, čo znamená, že v jednotlivých stupňoch triedenia sa využívajú rôzne hustoty polymérov vzhľadom na kvapalinu, v ktorej môžu plávať (float) alebo sa usadia (sink). V každom stupni sa využíva kvapalina s inou hustotou.

Základným stupňom je **vodná nádrž**, v ktorej sa pôvodná zmes rozdelí v pomere 3:1 na plávajúcu a usadenú časť. Plávajúca aj usadená časť sa osobitne delia v ďalších dvoch stupňoch.

Plávajúca časť obsahujúca PP, HDPE, LDPE prechádza do 1.stupňa metanolovej nádrže, z ktorej dna sa oddelí 130 kg HDPE. Plávajúca zmes PP a LDPE obsahuje 14,5 % PP a v druhom stupni (metanol s inou hustotou) sa táto zmes rozdelí na čisté zložky.

Usadená časť, v ktorej nájdeme PS, PVC a PET sa delí najprv v roztoku NaCl (1.stupeň), kde vypláva na hladinu PS a usadená časť sa delí v roztoku SF₆ (2.stupeň). Po oddelení získame 50 kg čistého PVC a 120 kg čistého plastu PET.

Zistite zloženie pôvodnej zmesi v % z drvičky a zloženie prúdov v hmotnostných zlomkoch odchádzajúcich z 1. vodnej nádrže, pre 1000 kg vstupnej zmesi.



ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF- 49. ročník – školský rok 2012/2013

Školské kolo

Viera Mazíková

Maximálne 10 bodov
Doba riešenia: 30 minút

Úloha 1 (1,3 b)

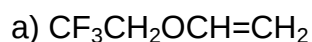
Medzi inhalačné celkové anestetiká (narkotiká) patrí rajský plyn, ktorý bol pre uvedené účely použitý ako prvý, ďalej napríklad dietyléter a chloroform. Napíšte ich vzorce.

Úloha 2 (3,48 b)

Napíšte sled reakcií prípravy halotanu z 1,1,2-trichlór-1,2,2-trifluóretánu elimináciou chlóru zinkom za vzniku 1-chlór-1,2,2-trifluóreténu, na ktorý sa fotoiniciáciou aduje bromovodík a vzniknutý medziprodukt sa izomerizuje pomocou chloridu hlinitého na halotan.

Úloha 3 (5,22 b)

Napíšte substitučné názvy novších inhalačných celkových anestetík obsahujúcich fluór a) fluorexénu a b) metoxyfluoranu, ktorých vzorce sú:



ÚLOHY Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 49. ročník – školský rok 2012/2013

Školské kolo

Elena Kulichová

Maximálne 10 bodov
Doba riešenia: 60 minút

Kyselina octová patrí medzi najjednoduchšie organické kyseliny, ktoré ľudia poznajú od prehistorických dôb. Dnes sa vyrába z petrochemických i obnoviteľných surovín a svetová produkcia dosahuje okolo 6,5 milióna ton ročne. Využíva sa na produkciu polymérov (napr. polyvinylacetát), vonných látok, derivátov pre organickú syntézu, ale aj v potravinárstve na dochucovanie a konzervovanie. Potravinárska kyselina octová sa vyrába povrchovou alebo submerznou fermentáciou etanolových roztokov.

Úloha 1 (3,25 b)

Kuchynský ocot (tzv. kvasný liehový) patrí medzi najčastejšie konzervačné prostriedky v domácnosti. Je to 8 %-ný roztok kyseliny octovej, vyznačuje sa charakteristickým žltým sfarbením a ostrým zápachom. Jeho hustota je $1,005 \text{ g cm}^{-3}$.

Nálev na nakladanie zeleniny sa pripravuje z liehového kvasného octu. Pri príprave nálevu sa zvyčajne používa riedenie pitnou vodou v pomere 2 : 8.

1.1 Vypočítajte teoretickú hodnotu pH kvasného liehového (8%-ného) octu, ak okrem predchádzajúcich informácií poznáte aj nasledujúce hodnoty:

$$pK_a = 4,72 \quad M = 60,05 \text{ g mol}^{-1}$$

1.2 Na základe výpočtu rozhodnite, aké sfarbenie by v náleve nadobudli:

- metylová žltá
- brómkrezolová zeleň

Pri výpočte predpokladajte, že voda použitá na prípravu nálevu je mäkká (neobsahuje hydrogénuhličitan).

1.3 Vysvetlite, aký vplyv by na pH nálevu malo použitie tvrdej vody (obsahujúcej $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$). Zapíšte rovnice súvisiacich chemických reakcií.

Úloha 2 (1,5 b)

Špeciálne lahôdkové octy sa vyrábajú kvasením hroznového alebo jablkového muštu. Známy balzamikový ocot sa analyzoval v laboratóriu nasledujúcim postupom:

Zo vzorky octu sa diferenčným vážením odobralo 1,5316 g vzorky, z ktorej sa pripravilo 100 cm³ zásobného roztoku. Na alkalimetrickú analýzu sa použilo 25 cm³ zásobného roztoku. Priemerná spotreba odmerného roztoku hydroxidu sodného s presnou koncentráciou $c_{\text{NaOH}} = 0,05043 \text{ mol dm}^{-3}$ bola $V_{\text{NaOH}} = 6,45 \text{ cm}^3$.

2.1 Rozhodnite, ktorý indikátor je vhodné použiť pri analýze.

2.2 Zapíšte reakciu stanovenia.

2.3 Vypočítajte hmotnostný zlomok kyseliny octovej vo vzorke balzamického octu.

Úloha 3 (1,5 b)

V laboratóriu sa na stanovenie látok zásaditej povahy pripravil roztok kyseliny chlorovodíkovej s koncentráciou približne $c = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$. Presná koncentrácia odmerného roztoku kyseliny chlorovodíkovej sa stanovila titráciou 10 cm³ zásobného štandardného roztoku hydrogénuhličitanu sodného, ktorý sa pripravil rozpustením 0,4308 g NaHCO₃ vo vode a doplnením na objem 100 cm³. Priemerná spotreba odmerného roztoku HCl bola $V_{\text{HCl}} = 11,05 \text{ cm}^3$.

3.1 Zapíšte reakciu štandardizácie odmerného roztoku. Uveďte, aký indikátor je vhodné použiť na stanovenie.

3.2 Vypočítajte presnú koncentráciu odmerného roztoku HCl.

Známa je hodnota $M(\text{NaHCO}_3) = 84,007 \text{ g mol}^{-1}$

Úloha 4 (3,75 b)

Stanovenie *pH* roztoku často predchádza odmernému stanoveniu a pomáha optimalizovať objem vzorky, ktorý sa použije na analýzu.

Vodný roztok hydrazínu (N₂H₄) sa mal analyzovať acidimetrickou titráciou. Pri orientačnom potenciometrickom stanovení sa namerala priemerná hodnota *pH* roztoku vzorky 10,2.

Odmerným roztokom pre stanovenie bol roztok kyseliny chlorovodíkovej, ktorého presná koncentrácia sa stanovila postupom podľa úlohy 3.

4.1 Zapíšte reakciu stanovenia koncentrácie roztoku hydrazínu a uveďte, ktorý indikátor je pre stanovenie vhodný.

4.2 Na základe výpočtu rozhodnite, akú pipetu (5, 10, 20, 50 cm³) treba použiť na dávkovanie vzorky roztoku hydrazínu, aby sa spotreba odmerného roztoku HCl pri stanovení pohybovala v rozmedzí 10 – 20 cm³.

Známa je hodnota $pK_b ((N_2H_4)) = 6,01$

- 4.3** Vypočítajte, na akú hodnotu treba nastaviť automatický titrátor pre sériovú analýzu roztokov hydrazínu. Predpokladajte, že na stanovenie sa použije objem vzorky hydrazínu podľa úlohy 4.2 bez pridania destilovanej vody.

Prehľad funkčných oblastí acidobázických indikátorov:

Názov indikátora	Farba neprotonizovanej formy (Ind)	Funkčná oblasť indikátora	Farba protonizovanej formy (IndH ⁺)
tymolftaleín	modrá	9,3 - 10,5	bezfarebná
fenolftaleín	ružová	8,0 - 9,8	bezfarebná
neutrálna červeň	žltá	6,8 – 8,0	červená
brómtymolová modrá	modrá	6,0 - 7,6	žltá
brómfenolová červeň	červená	5,0 – 6,8	žltá
metylová červeň	žltá	4,4 - 6,3	červená
brómkrezolová zeleň	modrá	3,8 – 5,4	žltá
metylová oranž	oranžovožltá	3,1 - 4,5	červená
metylová žltá	žltá	2,9 - 4,0	červená
tymolová modrá	žltá	1,2 - 2,8	červená

ÚLOHY Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória EF – 49. ročník – šk. rok 2012/2013

Školské kolo

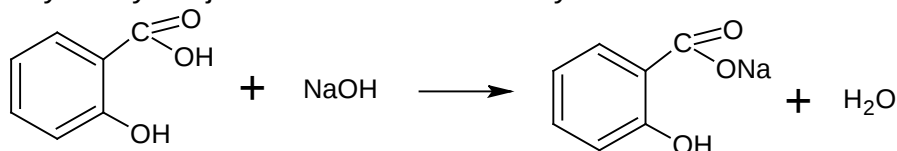
Elena Kulichová

Maximálne 50 bodov
Doba riešenia: 270 minút

PASTA ZINCI OXIDI CUM ACIDO SALICYLICO (zinková pasta s kyselinou salicylovou) je suspenzná oleopasta s oxidom zinočnatým (ZnO ; $M_r = 81,38$) a kyselinou salicylovou ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$; $M_r = 138,12$).

Je to biela až žltkastá homogénna pasta takmer bez pachu, nerozpustná vo vode, neabsorbuje vodu. Uchováva sa v dobre uzavretých obaloch pri teplote $25\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$. Zinková pasta s kyselinou salicylovou musí vyhovovať požiadavkám predpísaným v Slovenskom farmaceutickom kódexe, ktoré zahŕňajú skúšky totožnosti liečiva, skúšky veľkosti častíc, skúšky na mikrobiologickú čistotu a skúšky na stanovenie obsahu zložiek.

Obsah kyseliny salicylovej sa stanoví alkalimetricky:



Úloha 1 Pripravte nasledujúce roztoky:

- 1.1** Zriedením zásobného roztoku hydroxidu sodného ($c = 1,0\text{ mol dm}^{-3}$) pripravte 250 cm^3 roztoku hydroxidu sodného s koncentráciou $c = 0,05\text{ mol dm}^{-3}$
- 1.2** Vypočítajte hmotnosť dihydrátu kyseliny šťaveľovej potrebnú na prípravu 100 cm^3 štandardného roztoku s koncentráciou približne $c = 0,05\text{ mol dm}^{-3}$. Vypočítanú hmotnosť odvážte a roztok pripravte.

Úloha 2 Stanovenie presnej koncentrácie odmerného roztoku NaOH

Presnú koncentráciu odmerného roztoku hydroxidu sodného sa stanovte podľa nasledujúceho postupu: Do titračnej banky pipetujte $10,0\text{ cm}^3$ štandardného roztoku kyseliny šťaveľovej. Pridajte 10 cm^3 roztoku chloridu vápenatého ($w = 0,1$) a indikátor metylčerveň. Titrujte z červeného do žltého sfarbenia.

Vypočítajte presnú koncentráciu odmerného roztoku NaOH.

Úloha 3 Úprava vzorky pred stanovením kyseliny salicylovej

- 3.1** Do dvoch kadičiek s objemom 100 cm^3 odvážte s analytickou presnosťou 1 g vzorky zinkovej pasty s kyselinou salicylovou. Každú vzorku rozpustíte v 10 cm^3 technického benzínu. Rozpúšťanie sa môže urýchliť zahriatím na vodnom kúpeli a občasným premiešaním. Dôležité je, aby sa návažok pasty kvantitatívne previedol do roztoku.
- 3.2** K zmesiam v kadičke pridajte sa pridá po $20,0\text{ cm}^3$ etanolu. Každú zmes dôkladne premiešajte a zahrejte na vodnom kúpeli. Pri správnom postupe by kvapaliny mali vytvoriť jednu fázu (zmizne fázové rozhranie) a na dne banky by mala byť viditeľná zrazenina ZnO. Ak sa to nepodarí dosiahnuť, pridajte ďalších 10 cm^3 etanolu. Objem použitého etanolu pre každú paralelnú vzorku si poznačte.
- 3.3** Pripravte si aparatúru na filtráciu pri atmosférickom tlaku. Zo zmesí získaných v úlohe 3.2 oddelíte filtráciou oxid zinočnatý. Filtrát z každej vzorky zachytávajte priamo do titračnej banky. Na premytie kadičky a filtračného koláča každej vzorky použite ešte po 10 cm^3 teplého etanolu.

Úloha 4 Stanovenie kyseliny salicylovej

- 4.1** K filtrátom, ktoré ste získali v úlohe 3.3, pridajte 2 – 3 kvapky tymolftaleínu a každý z nich titrujte roztokom hydroxidu sodného so známou koncentráciou do modrého zafarbenia.
- 4.2** Vykonajte slepý pokus: do dvoch titračných baniek pipetujte po $20,0\text{ cm}^3$ etanolu. Pridajte indikátor tymolftaleín a titrujte roztokom hydroxidu sodného so známou koncentráciou do modrého zafarbenia. Na základe priemernej spotreby odmerného roztoku na slepý pokus a celkového objemu použitého etanolu vypočítajte spotrebu odmerného roztoku na neutralizáciu rozpúšťadla pri stanovení vzoriek.
- 4.3** Vypočítajte hmotnostný zlomok kyseliny salicylovej v PASTA ZINCI OXIDI CUM ACIDO SALICYLICO.

Poznámka:

Roztoky:

NaOH ($c = 1,0\text{ mol dm}^{-3}$), CaCl_2 ($w = 0,1$) a tymolftaleínu v etanole (indikátor)

sú k dispozícii v laboratóriu.

Odpoved'ový hárok z PRAXE

Škola:		
Meno súťažiaceho:		
Celkový počet pridelených bodov:		Podpis hodnotiteľa:

Úloha 1.1	Výpočet objemu hydroxidu sodného, potrebného na prípravu odmerného roztoku			
Úloha 1.2	Výpočet hmotnosti kyseliny šťaveľovej, potrebnej na prípravu štandardného roztoku:			
	Hmotnosť kyseliny šťaveľovej použitá na prípravu štandardného roztoku: m_{ST}			
Úloha 2	Rovnice, ktoré prebehnú pri stanovení presnej koncentrácie odmerného roztoku:			
	Objemy odmerného roztoku spotrebované na titráciu štandardnej látky:			
	V_1	V_2	V_3	V_{PRIEM}
	Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku:			

Úloha 3.1	hmotnosť vzorky salicylovej pasty na stanovenie $m(vz)1=$	hmotnosť vzorky salicylovej pasty na stanovenie $m(vz)2=$
Úloha 3.2	Celkový objem etanolu spotrebovaný na úpravu vzorky 1 $V(ET)1=$	Celkový objem etanolu spotrebovaný na úpravu vzorky 1 $V(ET)2=$
Úloha 4.1	Objem odmerného roztoku NaOH potrebný na stanovenie vzorky 1 $V(VZ)1=$	Objem odmerného roztoku NaOH potrebný na stanovenie vzorky 2 $V(VZ)2=$
Úloha 4.2	Objemy odmerného roztoku spotrebované na titráciu 20 cm ³ etanolu:	
	$V(20)1$	$V(20)2$
		$V(20)_{PRIEM}$
	Výpočet objemu odmerného roztoku potrebného na neutralizáciu rozpúšťadla:	
Úloha 4.3	Výpočet hmotnostného zlomku kyseliny salicylovej vo vzorkách	
	Hmotnostný zlomok kyseliny salicylovej vo vzorke 1: $w(sal)1 =$	Hmotnostný zlomok kyseliny salicylovej vo vzorke 2: $w(sal)2 =$
	Priemerná hodnota: $w(sal) =$	

Autori: Doc.Ing.Iveta Ondrejkočová, PhD., Ing.Anna Ďuricová, PhD.,
RNDr.Viera Mazíková, PhD. Ing.Elena Kulichová

Recenzenti: Mgr.Stanislav Kedžuch, PhD., Ing.Ľudmila Glosová,
RNDr.Viera Poláčková, PhD., Ing.Alena Dolanská, Ing. Martina Gánov-
ská, Ing.Daniel Vašš, Ing. Zuzana Bučková

Redakčná úprava: Ing.Ľudmila Glosová (vedúca autorského kolektívu)

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2012