

Udeležba na Mednarodni kemijski olimpiadi 2012 v Washingtonu, ZDA

V torek, 31. 7. 2012, se je iz ZDA vrnila slovenska ekipa, ki se je udeležila 44. Mednarodne kemijske olimpiade v Washingtonu DC.

Letošnje olimpiade, ki je trajala od 21. 7. do 30. 7. 2012, se je udeležilo 72 držav. Na njej sodelujejo po štirje dijaki iz vsake države, ki so bili najboljši na nacionalnih pripravah. Slovensko ekipo so zastopali Omar Alhady (gimnazija Bežigrad), Nejc Čeplak (II. gimnazija Maribor), Rok Kaufman (gimnazija Vič) in Rok Narobe (gimnazija Ledina). Mentorja ekipe sta bila dr. Helena Prosen in dr. Andrej Godec, oba FKKT.

Rok Kaufman je na tekmovanju osvojil srebrno, Nejc Čeplak pa bronasto medaljo. V celoti se je ekipa odlično odrezala, zato vsem čestitke!

Tekmovanje je sestavljeno iz teoretičnega testa in praktičnega dela v laboratoriju, in po težavnosti močno presega srednješolski nivo. Dijake zato pripravljamo s sodelavci na naši Fakulteti, projekt pa poteka v sodelovanju z Zvezo za tehnično kulturo Slovenije.

Letošnjo olimpiado je organiziralo Ameriško kemijsko društvo (ACS), gostila pa nas je Univerza Maryland (<http://www.icho2012.org/>).

Washington D.C. (D.C. = District of Columbia) je od leta 1790 prestolnica ZDA, in je pod neposredno upravo ameriškega kongresa. Ožje področje mesta ima danes nekaj čez 600 000 prebivalcev, vendar se številka med delovnim tednom povzpne precej nad milijon.

Tukaj domuje tudi predsednik ZDA Barack Obama. Vsi Američani pa se s politiko ne strinjajo, zato so pred Belo hišo vedno tudi protestniki.

Mesto je zaradi svoje relativne majhnosti prijetno za bivanje. Mi smo stanovali dve ulici stran od Bele hiše, in



Bela hiša, Washington DC.



Agencija za varovanje okolja EPA.



Z leve proti desni: Andrej Godec, Nejc Čeplak, Rok Narobe, Omar Alhady, Helena Prosen in Rok Kaufman.



Ameriško kemijsko društvo ACS.



Obelisk v Washingtonu.



Lincolnov memorial.



Georgetown in njegove taverne.

od tam lahko v pol ure odpešate do vseh zanimivih točk. Če gre za večje razdalje, pa lahko uporabite mestne avtobuse ali metro.

Oblasti so že pred 100 leti omejile višino stavb na 40 m, zato je mesto zračno in prijazno. Višjih je samo nekaj stavb, in seveda znameniti obelisk s svojimi 169 metri, ki se preko manjšega pravokotnega odsevajočega jezercu spogleduje z Lincolnovim memorialom na drugi strani. V jezercu naj bi sicer odseval obelisk v celoti, vendar se je inženir zmotil v izračunu, tako da ne odseva popolnoma. Inženirja so baje odpustili.

S stopnic Lincolnovega memoriala je imel avgusta leta 1963 svoj znameniti govor »Imam sanje« ameriški bорец za pravice temnopoltih in sploh marginaliziranih Martin Luther King, Jr. Poslušalo ga je četrto milijona ljudi, ki so zasedli prostor okrog in v jezercu. Leto kasneje je dobil Nobelovo nagrado za mir. Ves čas je dobival tudi grožnje ameriških ekstremistov, leta 1968 pa ga je eden od njih ustrelil v mestu Memphis, Tennessee.

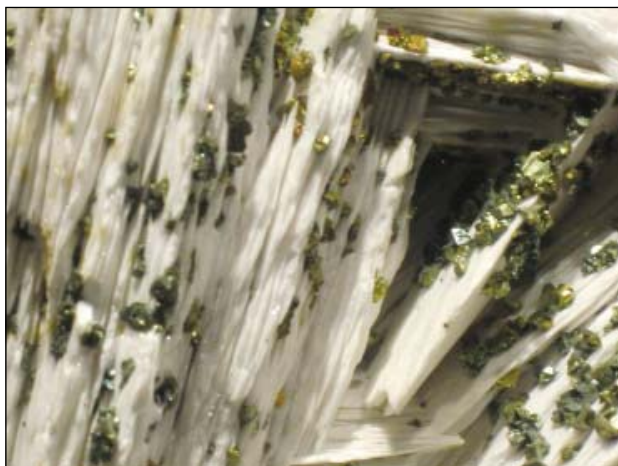
Washington je res prava prestolnica: v njem najdete vse, kar sodi zraven. Tukaj je seveda kapitol, to je kongresna zgradba, ki smo jo med drugim obiskali. V mestu so prisotne vse večje banke in firme, tukaj je sedež revije National Geographic, Ameriškega kemijskega društva ACS (<http://portal.acs.org/portal/acs/corg/content>), in agencije za varovanje okolja EPA (<http://www.epa.gov/>); za kemika sta obe zadnji še posebej zanimivi, zato priporočam obisk njunih spletnih strani, ki so zelo dobro urejene.

Washington je tudi prava Meka za vse, ki radi obiskujete muzeje. Najznamenitejši so Smithsonian muzeji; teh je devetnajst, od znanstveno-tehnoloških do umetnostnih in zgodovinskih. Za vse je značilno, da so izjemno dobro opremljeni, pa tudi to, da je obisk v vseh zastoj. Tudi zato Američani množično prihajajo v Washington. Sam sem bil najbolj navdušen nad zbirko kamnov; ta je res bogata in izjemno lepo predstavljena, tako da priporočam obisk, če boste kje v bližini.

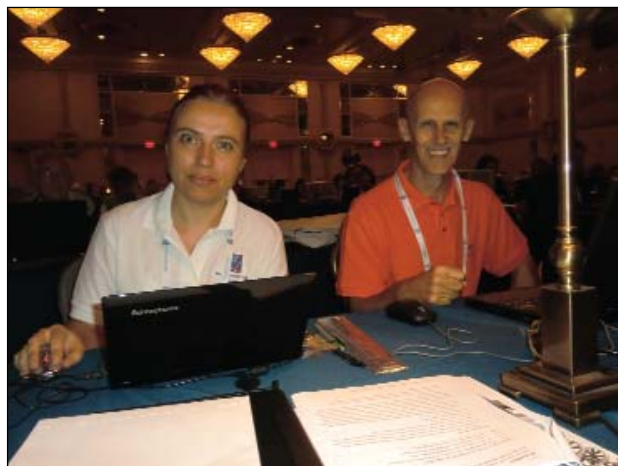
Ko pa se najeste mestnega vrveža, in si zaželite dobre kave, greste v Georgetown. Ta je bil pravzaprav prvotno pristanišče na reki Potomac, okrog katerega se je nato razširilo glavno mesto Washington. Za Georgetown so značilne dobro vzdrževane stare hiše, vzdolž ulic pa se nahaja veliko manjših trgovin višjega cenovnega razreda.

Večkrat ga je obiskal tudi George Washington, prvi predsednik ZDA; še posebej mu je bila ljuba Suterjeva taverna, v kateri je nastalo veliko dogovorov v zvezi z bodočo ureditvijo države. Taverne Georgetowna so bile med predsedniki tudi sicer zelo priljubljene.

Otvoritvena slovesnost letošnje olimpijade je bila 21. 7. 2012 na Univerzi Maryland. Predsednik letošnje olimpijade je bil dr. Ahmed H. Zewail, dobitnik Nobelove nagrade za kemijo leta 1999. Pozdravil nas je tudi dr. Wallace D. Loh, predsednik Univerze, pa guverner države Maryland Martin O'Malley, ter predstavniki Ameriškega kemijskega društva in kemijske multinacionalke Dow, ki je bila sponzor olimpijade. Kulturni del prireditve pa je bil



Zbirka mineralov.



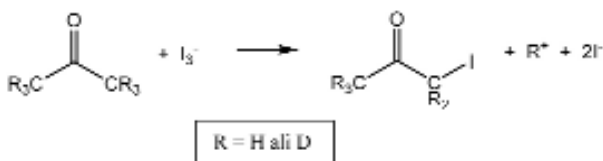
Prevajanje nalog.

sestavljen iz nastopa ameriških Indijancev, slišali pa smo tudi izvrsten jazz.

Takoj po prireditvi smo mentorji odšli na pregled laboratorijev, v katerih bodo dijaki čez dva dni opravljali praktični del tekmovanja. Dijaki, ki so sicer cel teden ločeni od mentorjev, pa so odšli v campus Univerze, od tam pa na ekskurzijo po Washingtonu. Dijaki so imeli nasploh natrpan urnik z raznimi prireditvami in zabavami, tako da je bilo včasih po njihovih besedah že kar preveč.

Mentorji pa med olimpiado usklajujemo besedila nalog, in jih nato prevedemo v svoj jezik. Tekmovanje je sestavljeno iz praktičnega in teoretičnega dela, vsak pa traja po 5 ur.

Prva praktična naloga je bila raziskovanje kinetike oziroma mehanizma reakcije jodiranja acetona v kisli vodni raztopini:



Hitrostni zakon za to reakcijo je:

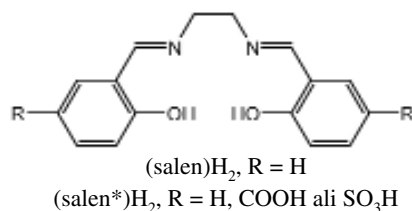
$$\text{Hitrost} = k \cdot [\text{aceton}]^m \cdot [\text{I}_3^-]^n \cdot [\text{H}^+]^p$$

Pri tej nalogi je bilo treba določiti konstanto reakcijske hitrosti, k , in celoštevilčne delne rede reakcije m , n , in p . Razen tega so dijaki primerjali reaktivnost acetona z reaktivnostjo acetona- d_6 , v katerem je šest atomov protija (^1H) zamenjanih z devterijem (^2H , D), in sicer zato, da bo

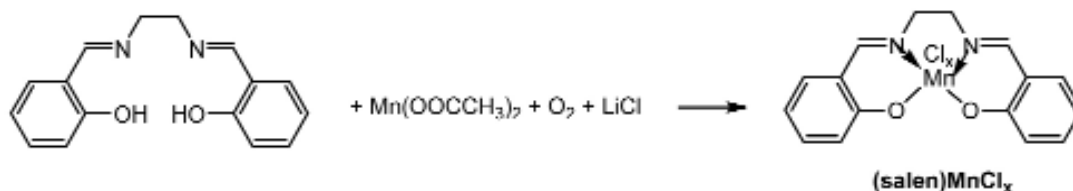
določil izotopski efekt reakcije ($k_{\text{H}}/k_{\text{D}}$). Iz teh podatkov pa so nato sklepali na mehanizem reakcije.

Ta poskus je bil lep primer kinetične raziskave. Dijaki so s spreminjanjem prostornine destilirane vode ter koncentracije raztopin klorovodikove kisline in kalijevega trijodida določili vpliv na hitrost reakcije, in s tem delne rede v hitrostnem zakonu.

Pri drugi praktični nalogi so morali pripraviti kompleks mangana s salenom z reakcijo med spojino (salen) H_2 in Mn(II) acetatom v etanolu na zraku, v prisotnosti litijevega klorida.



Pri teh pogojih je možno, da nastane kompleks s formulo (salen) MnCl_x , kjer je $x = 0, 1, 2$ ali 3 . Tekmovalci so morali določiti maso produkta, karakterizirati čistoto pripravljene snovi s tankoplastno kromatografijo (TLC) in določiti oksidacijsko število kovine v kompleksu z jodomometrično redoks titracijo. Za redoks titracijo so dobili raztopino predhodno pripravljene spojine, podobne vzorcu, (salen*) MnCl_x , kjer ima mangan isto oksidacijsko število kot v produktu, R-substituent na benzenovem obroču pa je lahko H, COOH ali SO_3H . Enačba reakcije je naslednja:



Vse naloge so v kompletu objavljene v spletni učilnici Kemljub, kjer najdete tudi ostale informacije v zvezi z olimpiado (<http://skupnost.sio.si/login/index.php>).

Teoretični test je bil sestavljen iz osem nalog. Začelo se je s kemijo borohidridov: strukturo, reaktivnostjo in termokemijo teh spojin.

Druga naloga je bila na temo platinovih(II) spojin, izomerov in *trans* efekta. *Cis*-Pt(NH₃)₂Cl₂ je kemoterapevtsko zdravilo proti raku s trivialnim imenom cisplatin. Dijaki so morali poznati stereokemijo Pt(py)(NH₃)BrCl, in rešiti reakcijske sheme za pripravo stereoizomerov. Razen tega so morali določati še hitrostne zakone pri substituciji liganda X z ligandom Y v kvadratnih planarnih kompleksih ML₃X.

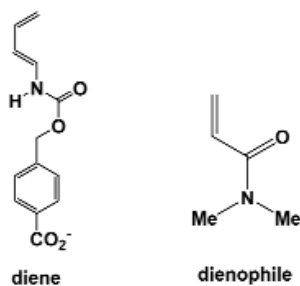
Tretja naloga je bila na temo tiomolibdatnih ionov, ki nastanejo iz molibdatnih ionov, MoO₄²⁻, z zamenjavo kisikovih atomov z žveplovimi atomi. V naravi najdemo tiomolibdatne ione na primer v globokih vodah Črnega morja, kjer zaradi biološke redukcije sulfata nastaja H₂S. Pretvorba molibdata v tiomolibdat privede do hitre izgube in prehoda raztopljenega Mo iz morske vode v sedimente na dnu, zaradi česar se v oceanih zmanjšuje količina Mo, elementa, ki je v sledovih nujno potreben za življenje. Z upoštevanjem ravnotežij v vodnih raztopinah teh ionov in spektroskopskih podatkov so morali v nalogi računati koncentracije posameznih ionov.

V naslednji nalogi so se ukvarjali s kristalno strukturo keramičnih materialov, ki imajo superprevodniške lastnosti pri dokaj visoki temperaturi 90 K. Eden od teh materialov vsebuje itrij, barij, baker in kisik ter se zato imenuje »YBCO«. Njegova nominalna sestava je YBa₂Cu₃O₇, vendar pa se dejanska sestava lahko razlikuje in jo zapišemo s formulo YBa₂Cu₃O_{7-δ} (0 < δ < 0.5). Dijaki so morali računati dimenzije osnovne celice, predvideti reaktivnost, in na tej osnovi določiti natančno formulo spojine.

Peta naloga se je nanašala na načine, na katere se lahko spremeni struktura DNA, tako v naravi kot s posredovanjem človeka. Treba je bilo risati strukture pirimidinskih baz, predvideti intermediate in produkte pri metilaciji, in alkilaciji DNA z iperitom (bojni strup).

Šesta naloga je bila organska sinteza vareniklina, spojine, ki se uporablja oralno za preprečevanje odvisnosti od kajenja. Dijaki so morali prepoznati posamezne spojine v dokaj komplicirani reakcijski shemi, pri čemer so morali uporabiti še NMR – podatke.

Sedma naloga je bila sinteza encima, ki veže dve substratni molekuli (dien in dienofil) ter katalizira Diels-



Alderjevo reakcijo med njima. Pri tej nalogi je bilo treba poznati stereokemijo spojin, in mehanizem ter kinetiko encimsko katalizirane reakcije med obema molekulama.

Pri zadnji nalogi pa so se morali spopasti s policikličnimi aromatskimi ogljikovodiki (PAH), ki so atmosferski polutanti, uporabljajo pa se na primer v organskih svetlečih diodah; najdemo jih tudi v medzvezdnem prostoru. Tema naloge so bili takoimenovani linearni PAH, to so tisti, katerih širina je enaka širini enega benzenovega obroča, medtem ko lahko dolžina variira. Primeri takšnih spojin so benzen, antracen in pentacen. Njihove fizikalne in kemijske lastnosti so odvisne od tega, v kolikšni meri je π elektronski oblak delokaliziran preko molekule. Dijaki so morali izpeljati enačbo za odvisnost kvantizirane energije linearnih spojin PAH od kvantnih števil n_x in n_y , dolžine d , števila povezanih obročev w , in osnovnih konstant h in m_e ; dopolniti so morali energijske diagrame za te spojine, in izračunati ΔE med najvišjim energijskim nivojem, zasedenim s π elektroni, in najnižjim nezasedenim energijskim nivojem.

Naloge so bile kar težke, in pet ur zbranega razmišleka in reševanja ni mačji kašelj. Naša ekipa se je izvrstno odrezala; najboljši je zbral 82,6 % možnih točk. Sicer je letos presenetljivo zmagal dijak iz Nemčije, ki je zbral 97,6 %. To mesto je običajno rezervirano za tekmovalce iz Daljnega Vzhoda.

Mentorji izdelke svojih dijakov tudi popravljamo, in nato svoje ocene primerjamo z organizatorjem. Morebitna nesoglasja uskladimo na arbitraži; rezultatov naše ekipe sva bila oba mentorja vesela, vendar nisva vedela do konca, kaj to pomeni, saj ne vemo rezultatov ostalih ekip.

Zaključna slovesnost je bila v impozantni Gastonovi dvorani Univerze Georgetown, ki je bila ustanovljena leta 1789, in je najstarejša jezuitska univerza v ZDA. Po uvodnih nagovorih organizatorjev in nastopu študentske hiphoperske skupine smo dočakali razglasitev rezultatov in podelitev medalj. Rok Kaufman je prejel srebrno, Nejc Čeplak pa bronasto medaljo, ki mu jo podelil dr. Peter Wothers, profesor s Cambridgea v Veliki Britaniji. Čestitke!



Dr. Peter Wothers in Nejc Čeplak.



Naša ekipa pred Univerzo Georgetown.

Rok je sicer že prej odpotoval domov, ker je tekmoval tudi na lingvistični olimpiadi, tako da ga ni na fotografijah ob podelitvi.

Po slovesnosti je sledila zaključna muzejska večerja, na kateri je bilo veliko dobre hrane, dobre glasbe in dobre volje. Tukaj se tudi za eno leto poslovimo od svojih starih in novih prijateljev.

Nasvidenje do naslednjega leta, ko bo olimpiada v Rusiji!

Na tem mestu se zahvaljujem vsem, ki so sodelovali pri strokovnih pripravah in organizaciji potovanja slovenske ekipe. Najprej smo to delavci Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo v Ljubljani: Helena Prosen, Barbara Modec, Breda Novak, Mojca Žitko, Zdenka Kadunc, Črtomir Podlipnik, Darko Dolenc in Andrej Godec.

Zahvaljujem se tudi naši fakulteti, ki nas celo leto gosti, in dekanu prof. dr. Antonu Medenu, ki nas podpira v vseh tovrstnih dejavnostih. Hvala tudi Slovenskemu kemijskemu društvu, kjer je sedež Odbora za pripravo kemijske olimpiade.

Zahvaljujemo pa se še Zvezi za tehnično kulturo Slovenije, ki sodeluje pri organizaciji. Uspeh slovenske ekipe je rezultat našega skupnega dela.

Tekst in fotografije: Andrej Godec, UL FKKT