

reaktor IDEJA 7

službeno glasilo Studentske sekcije HDKI-ja | vol 5

svibanj 2021.

Od samoga početka, ljudi su imali razne ideje, filozofije, vjerovanja, provodili su pokuse i istraživanja kako bi mitove približili stvarnosti. Ljudi su kroz znanost proučili

kakvog ga znamo, postoji zbog uspijeha i neuspjeha, koje je privukla njihovu pozornost i koje su im bile korisne u svoj posao, pomogli su im u razvoju različitih izumima, učinivši ih poznatim. Aristotel je bio genijalac koji se bavio biologijom, zoologijom i astronomijom. Znanje u različitim područjima nauke sačuvalo se u različitim kulturama i jezicima, a tek nakon nastanka pisanog teksta sačuvalo se u knjigama. Ljudi su se trudili da se pridržavaju norme za daljnji razvoj znanosti i tek u zajedničkim naporima znanstvenika koji su se pobili u teoriji i u praksi. Bivio se običnim, praktičnim problemima, koji su bili primjenjivani na mnogim područjima znanosti, a ne samo na astronomiji. Ljudi su pokušavali otkriti zakone prirode, a ne samo zakone politike. Ljudi su pokušavali otkriti zakone prirode, a ne samo zakone politike. Ljudi su pokušavali otkriti zakone prirode, a ne samo zakone politike.

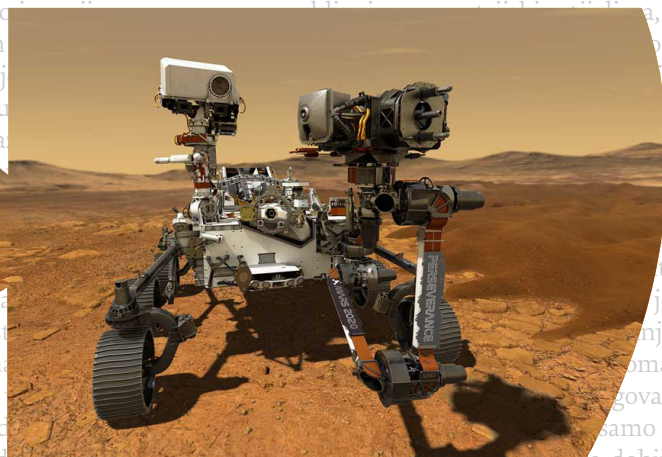


KEMIJA BALZAMIRANJA

STR. 2

MOXIE - PROIZVODNJA KISIKA NA MARSU

STR. 9



POTENCIJALNO RJEŠENJE ZA ZAGREBAČKI OTPAD

STR. 18



ISSN 2584-6884
e-ISSN 2459-9247
Zagreb



Želite li svaki mjesec znati što se događa
na području kemijskog inženjerstva i općenito STEM području?

I uz to učiniti našu struku sjajnom?

To i mi želimo, ali smo tek studenti i zato to ne možemo učiniti sami.

Da bismo Vam svaki mjesec približili svježe informacije,
treba nam velika pomoć!

Podržite rad Studentske sekcije donacijom

Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa,
Berislavićeva 6/I, 10000 Zagreb.
OIB: 22189855239
IBAN: HR5323600001101367680,
Zagrebačka banka

Molimo da u opisu plaćanja navedete da je donacija namijenjena Studentskoj sekciji.
Hvala!

Reaktor ideja – više od studentskog časopisa.



MINISTARSTVO ZNANOSTI I OBRAZOVANJA

www.mzo.hr





Urednici Reaktora ideja

Dragi čitatelji,

sretni i ponosni predstavljamo Vam predzadnji broj Reaktora ideja akademske godine 2020./21.

U ovom broju pripremili smo Vam zanimljive i raznolike članke.

Napomenula bih kako i donosimo osvrte na projekte koje smo odradili tijekom posljednjih mjesec dana, a tu se posebno ističe već tradicionalni Business week koji svake godine privuče velik broj studenata i poslodavaca. Kako je bilo ove godine pročitajte u rubrici Kemijska posla.

Bliži se kraj nastavne godine i približavaju ispitni rokovi, obrane završnih i diplomskih radova. Svim kolegama i profesorima želimo puno strpljenja i ustrajnosti u narednom razdoblju.

Nadamo se da ćete u ovim stranicama pronaći nešto zanimljivo i korisno.

S poštovanjem,

Dubravka Tavra,
glavna urednica

IMPRESSUM

Reaktor ideja

Uredništvo:

Berislavićeva ul. 6/I,
10 001 Zagreb
Tel: +385 95 827 9310
Faks: +385 1 487 2490
e-pošta: studenti@hdki.hr

Glavna urednica:

Dubravka Tavra
(dtavra@fkit.hr)

Urednici rubrika:

Samanta Tomičić
Ana Vukovinski
Aleksandra Brenko
 Hrvoje Tašner

Grafička priprema:

Dubravka Tavra
Samanta Tomičić
Ana Vukovinski
Aleksandra Brenko
 Hrvoje Tašner

Lektorice:

Helena Bach-Rojecky
Sofija Kresić

ISSN 2584-6884

e-ISSN 2459-9247

Vol. 5 Br. 7, Str. 1–23

Izlazi mjesečno (kroz akademsku godinu)
Časopis sufinancira Ministarstvo znanosti i obrazovanja
Republike Hrvatske, Zagreb

Zagreb,
svibanj, 2021.

SADRŽAJ

Kemijska posla.....	1
Znanstvenik.....	8
Boje inženjerstva.....	14
Scinfluencer.....	20

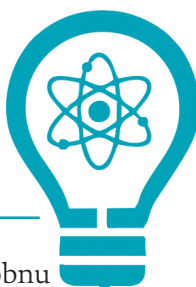




KEMIJSKA POSLA

I Plastika u kozmetici

Danijela Ivandić (FKIT)



Nekolicina proizvoda koje danas koristimo za osobnu njegu i higijenu nalazi se u plastičnoj ambalaži različitih oblika i boja. Iako se osim plastike mogu koristiti i drugi materijali za izradu ambalaže, poput metala i stakla, većinom ćemo na policama u drogerijama naći polipropilenska, HDPE i PET pakiranja. Zašto je to tako?

Primarna svrha pakiranja kozmetičkih proizvoda je zadržavanje smjese na jednom mjestu bez kontaminacije proizvoda te mogućnost njegova transporta do željene destinacije. Da bismo bili sigurni da je određeni proizvod pogodan za naš organizam, važno se informirati o sastojcima samog proizvoda koji su otisnuti na pozadini ambalaže.¹ Isto tako, dizajniranjem pakiranja proizvođači imaju mogućnost privući potrošače kako bi kupili njihov proizvod jer tko ne bi htio uzeti još jedno šljokičasto pakiranje kako bi se uklopilo s ostalih 20 nijansi s police?

Jedna od aktualnih tema je onečišćenje okoliša plastikom i mikroplastikom. Zbog svoje dugotrajnosti i isplativosti, mikroplastika je zamijenila prirodne materijale, poput anorganskog praha, voćne koštice ili ljuske.



Slika 1 – Plastična kozmetička ambalaža²

Međutim, plastična ambalaža ima određene prednosti. Najvažnija je mogućnost odabira različitih polimernih materijala i njihovih dodataka kako bi se dobio konačan proizvod željenih svojstava. Postupak izrade znatno je jednostavniji od izrade drugih tipova ambalaže te se mogu dobiti konačni produkti različitih oblika. Također takva ambalaža ima visoku kemijsku postojanost te ne provodi struju što omogućuje lakše održavanje stabilnosti kozmetičkog proizvoda.⁴ Faktor koji je obično ključan je cijena samog pakiranja i transporta. S obzirom na nisku gustoću, za prijevoz plastične ambalaže potrebno je utrošiti manje energije u odnosu na metalna ili staklena pakiranja.

Tvrtke koje proizvode plastična pakiranja nastoje smanjiti plastiku korištenjem recikliranih pakiranja dobivenih prigodnim procesima ili



Slika 2 – Reciklirajuća ambalaža

pojednostavljenjem ambalaže kako bi se olakšao proces odlaganja plastičnog otpada nakon korištenja.⁶ Prilikom odabira kozmetičkog proizvoda važno je uzeti u obzir pakiranje u kojem se nalazi te nakon korištenja na

adekvatan način zbrinuti ambalažu kako bi se smanjilo onečišćenje okoliša.

Literatura

1. <https://soft2share.com/5-advantage-and-disadvantages-of-cosmetic-packaging/> (pristup 15.5.2021.)
2. <https://www.flare.com/fashion-beauty/how-to-recycle-makeup-containers/> (pristup 15.5.2021.)
3. Guerranti, C., Martellini, T., Perra, G., Scopetani, C., Cincinelli, A., Microplastics in cosmetics: Environmental issues and needs for global bans, *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 68 (2019) 75–79
4. <https://politech.pl/en/blog/materials-for-white-cosmetics-pros-and-cons/> (pristup 15.5.2021.)
5. <https://www.realsimple.com/beauty-fashion/how-to-recycle-beauty-products> (pristup 15.5.2021.)
6. <https://cen.acs.org/articles/94/i41/cost-plastic-packaging.html> (pristup 15.5.2021.)

I Kemija balzamiranja

Renata Vičević (FKIT)

Egipćani su vjerovali u život poslije smrti i da će kvaliteta njihovog zagrobnog života ovisiti upravo o tome koliko im je tijelo očuvano. Iz tog su razloga razvili postupak balzamiranja prije više od 5000 godina. Mrtva tijela, mumije pokojnika su se pokapala uz hranu, piće, čak i životinje jer se vjerovalo da će im to trebati u zagrobnom životu. Mumije drevnih egipatskih vladara skrivale su se duboko u unutrašnjosti piramida kako bi bila što bolje skrivene od pljačkaša zajedno sa svim stvarima namijenjenim za zagrobni život.



Slika 1 – Unutrašnjost Tutankamonove grobnice

Postupak balzamiranja je trajao nekoliko mjeseci i postojalo je više načina mumificiranja koji su ovisili o platežnoj moći pokojnika. Osnovni postupak je uključivao:

- Odstranjivanje mozga kroz nosnica pomoću metalnih kuka
- Odstranjivanje unutarnjih organa i njihovo polaganje u posebne posude-kanope koje su stajale na uglovima sarkofaga
- Ispunjavanje tijela raznim solima kako bi se izvukla tekućina

- Premazivanje tijela raznim balzovima i uljima za sprječavanje raspadanja
- Umatanje tijela u lanene trake
- Stavljanje posmrtnih maske na lice
- Postavljanje tijela u sarkofag¹

Važno je bilo čitavu trbušnu šupljinu temeljito očistiti i isprati palminim vinom, bitumenom i eteričnim uljima i zatim u njega uliti usitnjene začine. Također su se dodavali usitnjena mirta, kasija i razne druge aromatske tvari nakon čega se tijelo zašilo i uronilo na 70 dana u natron. Natron je prirodna mješavina natrijeva karbonata dekahidrata i natrijevog bikarbonata te manjih količina natrijevog klorida i natrijevog sulfata, koja se obično nalazi u naslagama jezera odkud su ga upravo i izvlačili drevni Egipćani za proces balzamiranja. Lanene trake su bile natopljene smolastim ili alkoholnim supstancijama. Također je postojao i prirodni postupak koji je uključivao sušenje tijela u vrućem pijesku.

Balzamiranje za Egipćane nije bio samo mehanički postupak očuvanja tijela već je bio i religijski obred te su ga provodili posebni svećenici uz molitvu i pjevanje, a cilj je bio oslobađanje elemenata duše koje će preživjeti ovozemaljsku smrt.



Slika 2 – Kanope



KEMIJSKA POSLA

Uz pojam balzamiranja najčešće se povezuje Egipat, ali ono je bilo poznato i u drugim dijelovima svijeta poput Kanarskih otoka, Perua, Polinezije i Novog Zelanda. Prastanovnici Kanarskih otoka su pokojniku vadili organe i zatim šupljinu ispunjavali solju i prahom samljevenih biljaka, a u Polineziji su tijela jednostavno balzamirali soljenjem, natapanjem taninskim otopinama, dimljenjem i sušenjem.

U Europi se dugo balzamiralo egipatskom tehnikom, a onda su se počeli primjenjivati sljedeći postupci:

- balzamiranje preko krvnih žila – postupak ustrcavanja tekućina koje sprječavaju truljenje žila
- uvođenje smjese aromatskih ulja, terpentina i cinobera u arterije i ispunjavanje trbušne šupljine prahom koji sprječava raspadanje
- ispunjavanje žila glicerinom pomiješanim s fenolom, živinim i cinkovim kloridom i mirisnim tvarima
- balzamiranje uz upotrebu arsenovih i aluminijevih soli, živinih spojeva i formalina



Slika 3 – Mumija supruge faraona Tutankamona

Danas se taj postupak obavlja potapanjem tijela u formalin ili alkohol, ali nije uobičajen kao u nekadašnje vrijeme već se provodi za u svrhu znanstvenih istraživanja ili za prepariranje većih životinja za muzeje.²

Literatura

1. <https://hr.izzi.digital/DOS/1100/2679.html> (pristup 13.05.2021.)
2. Balzamiranje. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. (pristup 13.05.2021.)



Prirodni pigmenti u prehrambenoj industriji

Petra Tomulić
(Technical University of Denmark)

Prirodni proizvodi su dobili veliku važnost na tržištu kroz nekoliko proteklih desetljeća. Društvo se osvješćuje o tome što se konzumira i na koji način to utječe na nas. Prehrambena industrija je jedna od najzahtjevnijih područja s velikom proizvodnjom te sa značajnim uložnim i dobivenim kapitalom. U zadnjih 10 godina izvoz prehrane i pića se udvostručio u EU-u dosežući u doprinosu gotovo 30 milijardi eura.¹

Jedna od zanimljivih stavki su pigmenti koji se koriste u prehrambenoj industriji. Istraživanje je pokazalo da čovjeka privlači vizualno lijepa i raznobojna hrana, te je čak i predloženo da se korištenjem više boja na tanjuru može potaknuti društvo da se hrani većom količinom povrća i voća.²



Slika 1 – FD&C Plava Br 1. ili eng. Brilliant blue⁶

Pigmenti se uglavnom koriste u prehrambenoj industriji kako bi proizvodi bili vizualno privlačniji. Nakon što su namirnice prošle različite procese, pakiranja i distribuciju, boja nestaje ili ne zadržava primarni izgled koji je prihvatljiv za daljnju prodaju. Također je potrebno naglasiti da prirodni pigmenti u biljkama nisu primarno korišteni za boju, već za biološke potrebe kao što su rast i razvoj.³ Postoji nekoliko različitih vrsta prirodnih pigmenata koje je moguće koristiti; primjerice: antocijanini, betalaini, karotenoidi, klorofili, kurkumin i hemoglobin.

Antocijanini spadaju u skupinu flavonoida, malih molekula koje se nalaze u biljkama. Njihova kemijska stabilnost i obojenost ovisi o pH vrijednosti okoline u kojoj se nalaze. Mogu se pronaći u voću i povrću koji imaju crvenu, ljubičastu ili plavu boju, kao što su jabuke, jagode i luk, no zbog kompleksnosti u ravnoteži između obojenog i neobojenog slučaja, se može pojaviti veliki raspon zanimljivih boja. Istraživanja, također, nalažu da antocijanini djeluju antioksidacijski, antikarcinogeno i antimikrobijski. Isto tako smanjuju nadutost te su u mogućnosti smanjiti rizik od srčanih bolesti. Potrebno je imati na umu i negativne posljedice izazvane konzumacijom te vrste pigmenata. Njihov utjecaj na starenje kože i živčani sustav nije u potpunosti jasan.³

Jedan od najvećih izazova prilikom bojanja hrane je pronalaženje prirodne plave boje koja bi mogla parirati, trenutno, najviše korištenoj takozvanoj FD&C plavoj Br. 1. Prirodno dobivena plava se može dobiti iz, već spomenutih antocijanina te fikocijana, pigmenta pronađenog u modrozelenim algama.⁵

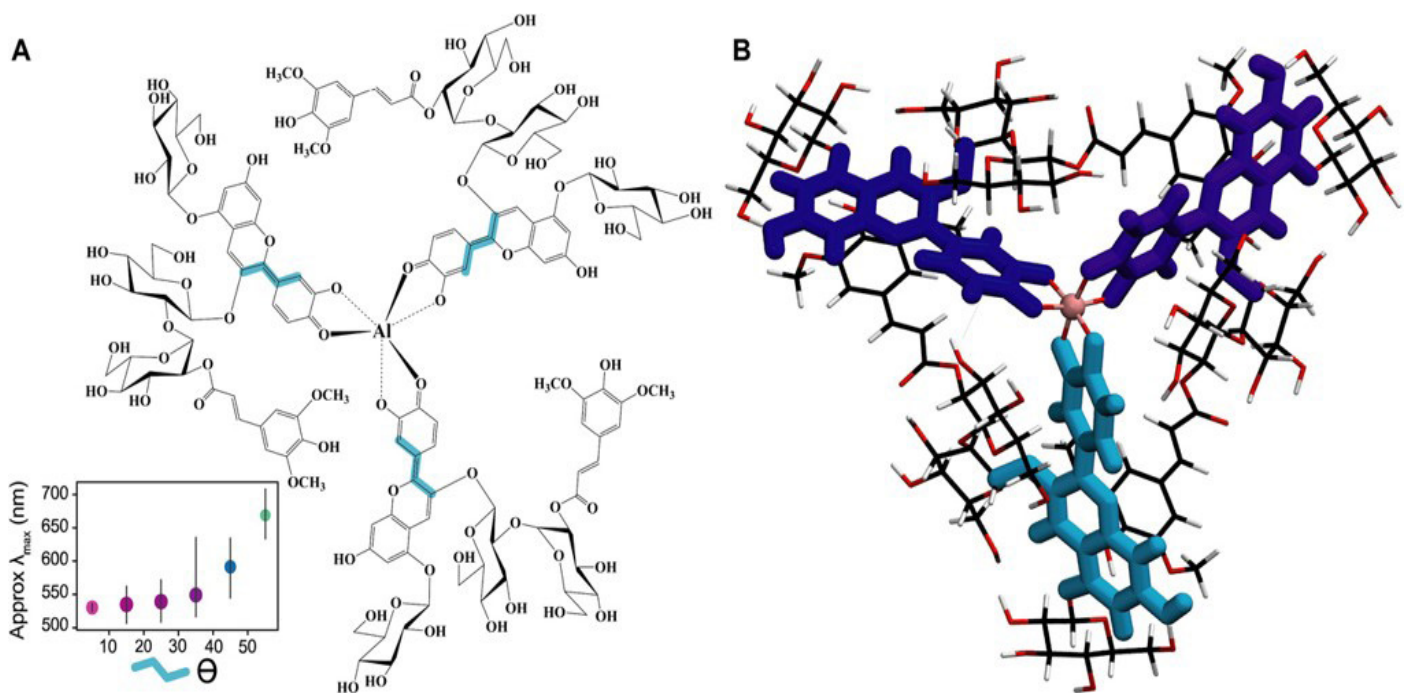
Nedavno, znanstvenici su našli način na koji je moguće izolirati te izmijeniti strukturu antocijanina kako bi se dobila posebna plava koja, do sada, nije dobivena iz biljnog izvora.

Naime, veliki izazov predstavlja nemogućnost izolacije molekula koje, su pri neutralnom pH, željene boje. Primjerice, iz jednog uzorka crvenog kupusa je moguće naći veliki broj različitih molekula antocijanina, te iako postoje molekule koje emitiraju atraktivnu plavu boju, emisija ljubičaste boje narušava njihovo korištenje kao prirodnu FD&C Plavu Br. 1.

Tijekom istraživanja, znanstvenici su posebno zanimljivim smatrali antocijanin koji se pojavljuje u manje od 5 % slučajeva kod crvenog kupusa. Nakon njegove izolacije, dokazana je mogućnost dobivanja željene plave boje pomoću te specifične molekule. Prirodno dobiveni pigmenti, uglavnom nemaju veliku stabilnost u željenim uvjetima, dok istraživana molekula, nakon enzimatske transformacije i stvaranja kompleksa s aluminijem, pri pH vrijednosti od 7, je ostala vrlo stabilna.

Ekspiriment se provodio u šećernom sirupu te je nakon 55 dana gubitak boje dosegao samo 14 %. Također, korištena je i za stvaranje plave i zelene boje u nekoliko hranidbenih proizvoda, te nije bio primijećen poseban gubitak obojenja tijekom intervala od 30 dana.

Još jedan od uspjeha ovog istraživanja je bio i pronalazak specifičnog enzima koji je u mogućnosti katalizirati pretvorbu ostalih antocijanina u crvenom kupusu u željenu vrstu. Na taj način se postiže *scale up* i moguće je proizvesti pigment koji se koristi u prehrani. Pronalazak plave boje iz prirodnih izvora koja je gotovo jednaka onoj koja se koristi u industriji može uvelike promijeniti trenutnu situaciju na tržištu. Iako je ovim istraživanjem predstavljeno mnogo prednosti, potrebno je istražiti stabilnost pigmenta u različitim uvjetima te provesti studije koje istražuju toksičnost kako bi se mogle predočiti limitacije u korištenju tog novog pigmenta.



Slika 2 – Struktura kompleksa antocijanina s kojime je moguće dobiti prirodni plavi pigment⁵

Literatura

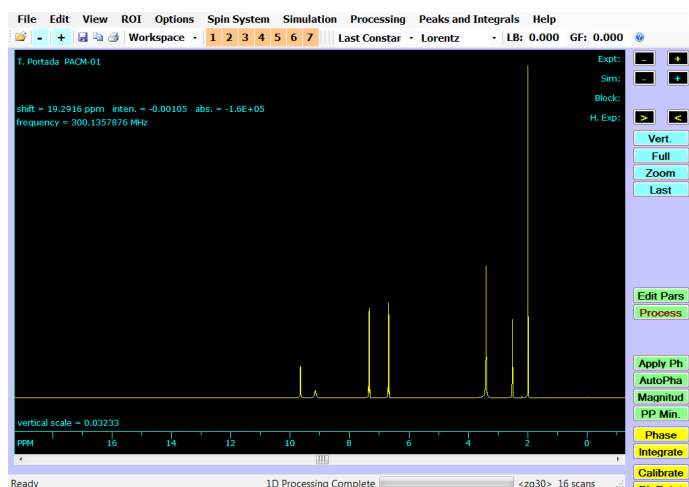
- https://ec.europa.eu/growth/sectors/food_en (posjećeno: 14.5.2021.)
- M. Paakki, I. Aaltojärvi, M. Sandell, A. Hopia, The importance of the visual aesthetics of colours in food at a workday lunch. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 16 (2019) 100131.
- D. Villaño, C. García-Viguera, P. Mena, *Colors: Health Effects*, Elsevier Ltd., The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford OX5 1GB, 225 Wyman Street, Waltham MA 02451, 2016, str. 265.-272.
- <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=19500> (posjećeno:14.5.2021.)
- P.R. Denish, J.A. Fenger, R. Powers, G.T. Sigurdson, L. Grisanti K.G. Guggenheim, S. Laporte, J. Li, T. Kondo, A. Magistrato, M.P. Moloney, Discovery of a natural cyan blue: A unique food-sourced anthocyanin could replace synthetic brilliant blue. *Science advances*, 7(15) (2021) 7871.
- <https://food-colours.com/brilliant-blue-fcf-food-colour/brilliant-blue-fcf-food-colour-india/> (posjećeno:14.5.2021.)



Online radionica spektroskopije NMR

Hrvoje Tašner (FKIT)

U sklopu Kemijsko-inženjerskih radionica HDKI-ja od 3. do 6. svibnja održan je treći ciklus popularnih Online radionica spektroskopije NMR. U ovom ciklusu održane su četiri dvosatne radionice. Radionice je vodio doc. dr. sc. Tomislav Portada s Instituta Ruđer Bošković. Na radionici je sudjelovalo tridesetak studenata Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije te s Odjela za biotehnologiju Sveučilišta u Rijeci. Prvog dana održano je uvodno predavanje u spektroskopiju NMR te su se studenti imali priliku upoznati s računalnim programom za obradu spektara NMR SpinWorks 4.



Slika 1 – Spektar NMR paracetamola

Tijekom preostala tri dana, studenti su uz vodstvo doc. dr. sc. Portade, a zatim i samostalno, obrađivali i interpretirali strukture molekula iz realnih spektara snimljenih na Institutu Ruđer Bošković te Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu.

Doc. dr. sc. Portada već više od deset godina vodi radionice spektroskopije NMR, a posljednjih pet godina radionice su uključene u projekt Kemijsko-inženjerske radionice HDKI-ja. Prve ovogodišnje radionice održane su 6. i 7. veljače. One su bile namijenjene ambicioznim učenicima srednjih škola koji se pripremaju za državna i međunarodna natjecanja iz kemije. U drugom ciklusu sudjelovalo je dvadesetak studenata Kemijskog odsjeka PMF-a. Drugi ciklus radionica sastojalo se od četiri dvosatne radionice te je održan od 22. do 25. veljače. Četvrti, i posljednji, ciklus ovih iznimno edukativnih i zabavnih radionica održat će se u lipnju ove godine.



Slika 2 – Doc. dr. sc. Portada sa studentima tijekom online radionice

Znanstveni dan na FKIT-u

Antonija Karakaš (FKIT)

U subotu 15. svibnja 2021. održan je prvi Znanstveni dan na FKIT-u. Na Znanstveni dan pozvane su četiri srednje škole iz Zagreba i okolice, s naglaskom na one škole čiji učenici nisu imali prilike raditi u laboratoriju. Sudjelovale su: V. gimnazija, III. Gimnazija, XVI. gimnazija te Srednja škola Jastrebarsko. Na taj način stekli su vrijedno iskustvo. Svaka škola bila je jedna grupa od 8 učenika u kojoj su obuhvaćeni svi razredi od 1. do 4. razreda. Na Znanstvenom danu sudjelovalo je tridesetak učenika.

Svakoj grupi dodijeljen je mentor koji im je olakšao snalaženje na fakultetu. Sudionicima je na početku dana predstavljen FKIT, Studentska sekcija HDKI-ja te projekt *Boje inženjerstva* u sklopu kojeg je i održana ova radionica.

Članovi Boja inženjerstva su u Laboratoriju za analitičku kemiju izvodili zanimljive pokuse, a u laboratoriju za organsku kemiju sudionici su imali prilike vidjeti kako se izrađuje prirodna kozmetika. Doc. dr. sc. Dajana Kučić Grgić učenicima je predstavila rad Zavoda za industrijsku ekologiju te ih je upoznala s tehnikama analize zraka i otpadnih voda. Imali su priliku čuti nešto o mikroorganizmima, plijesnima, kvascima i bakterijama te su sudjelovali u pripremi preparata i mikroskopiranju. Prof. dr. sc. Danijela Ašperger održala je vrlo zanimljivu radionicu o čokoladi. Učenici su imali priliku odvojiti komponente čokolade te im je demonstriran postupak ispitivanja koncentracije željeza u čokoladi.

Nakon radionica u laboratorijima, uslijedila je pauza za ručak. Na svakoj aktivnosti sudionici su skupljali bodove. Nakon pauze za ručak uslijedile su interaktivne igre: kviz, Pictionary te lov na blago, koje su članovi organizacijskog odbora sami smisli. Iako je ova akademska godina vrlo izazovna obzirom na pandemiju koronavirusa, Znanstveni dan održan je poštujući sve mjere u nekoliko dvorana, laboratorija i što manjim grupama.

Sve škole imale su priliku prisustvovati na istim radionicama na način da su rotirali od jedne do druge dvorane, tj. laboratorija. Na kraju Znanstvenog dana, zbrojeni su bodovi te smo sve sudionike nagradili vrijednim nagradama, a pobjednike posebno. Pobjednik ovogodišnjeg Znanstvenog dana na FKIT-u je V. gimnazija.



Business week 2021.

Tamara Kopunić (FKIT)

U razdoblju od 18. do 20. svibnja Studentska sekcija HDKI-ja organizirala je projekt *Business week*. Riječ je o trodnevnom događaju koji se održao pod sloganom: „Develop a business mindset“, na kojem su studenti imali mogućnost uz različita predavanja поближе upoznati, te uz savjete stručnjaka, upustiti se u poslovni svijet.

Predavanja su studentima поближе dočarala zašto su komunikacijske i organizacijske vještine te poslovno razmišljanje itekako potrebni za uspješan razvoj karijere. Prvi dan predavanja su održali Miroslav Varga, Saša Petar, Ilija Brajković, Ratka Jurković te Matea Horvat (Fidelta).

Drugi dan je započeo panel-raspravom s temom „Develop a business mindset“ na kojoj su sudjelovali bivši studenti Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije Mario Panjičko, Tatjana Ignjatić-Zokić te Ivan Mohler. Nakon panel-rasprave predavanja su održale startup tvrtke Zipato, Sportreact i BambooLab. Trećeg dana



Business weeka održao se *Speed dating* na kojemu su sudjelovale tvrtke Xellia Pharmaceuticals, PLIVA te Fidelta.



27 HSKIKI

VELI LOŠINJ
2021

27th CROATIAN MEETING OF CHEMISTS AND CHEMICAL ENGINEERS

WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION • 5th SYMPOSIUM "VLADIMIR PRELOG"
13-16 APRIL 2021 • VELI LOŠINJ, HOTEL PUNTA, CROATIA

• FIRST CIRCULAR •

ORGANISERS

CROATIAN CHEMICAL SOCIETY
CROATIAN SOCIETY OF CHEMICAL
ENGINEERS



UNDER THE HIGH AUSPICES OF
Zoran Milanović,
President of the Republic of Croatia

UNDER THE AUSPICES OF
City of Mali Lošinj
Croatian Chamber of Economy
Croatian Engineering Association
Education and Teacher Training Agency
Primorje-Gorski Kotar County
Ruđer Bošković Institute
University of Rijeka
University of Zagreb

LANGUAGE

The official language of the Meeting is English.

ACCOMODATION

Veli Lošinj, Lošinj Hotels & Villas, Croatia • Hotel Punta****
www.losinj-hotels.com

MEETING OFFICE

Senka Djaković
Faculty of Food Technology and Biotechnology
University of Zagreb
Pierottijeve 6, HR-10000, Zagreb, Croatia
Phone: +385 1 4605 086
e-mail: 27hskiki@hkd.hr

SECTIONS

CHEMISTRY • MATERIALS AND NANOTECHNOLOGY
ENVIRONMENT PROTECTION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT
CHEMICAL ENGINEERING AND BIOTECHNOLOGY
INDUSTRY AND ENTREPRENEURSHIP • EDUCATION*

*Education section will be held both in English and Croatian.

CONFIRMED PLENARY LECTURERS

David Bogle (University College London, London, United Kingdom)
Erick Carreira (ETH Zürich, Zürich, Switzerland)
Ante Jukić (University of Zagreb, Zagreb, Croatia)
Chris Meier (University of Hamburg, Hamburg, Germany)
Pierangelo Metrangolo (Politecnico di Milano, Milan, Italy)
Zoltan Nagy (Purdue University, Indiana, USA)
Ana Sunčana Smith (Ruđer Bošković Institute, Zagreb, Croatia)

SCIENTIFIC AND ORGANISING COMMITTEE

Dean Marković (chair)
Ernest Meštrović, Vesna Tomašić (co-chairs), Senka Djaković (secretary)
Zrinka Buhin Šturlić, Igor Dejanović, Stjepan Džalto, Zvezdana Findrik Blažević, Vesna Gabelica Marković, Nenad Judaš, Olgica Martinis, Danijel Namjesnik, Jasna Prlić Kardum, Silvana Raić Malić, Marko Rogošić, Marin Roje, Aleksandra Sander, Vladislav Tomišić, Andrea Usenik, Mario Vazdar

INTERNATIONAL SCIENTIFIC BOARD

David Bogle, Paweł Dydło, Janez Plavec, Giovanna Speranza

LOCAL ORGANISING COMMITTEE

Sandra Kraljević Pavelić, Gabriela Ambožić, Maria Kolymjadi, Tomislav Pavlešić

DEADLINES

September 2020
2ND CIRCULAR

15 January 2021
REGISTRATION AND
ABSTRACT SUBMISSION

25 January 2021
NOTIFICATION
OF ACCEPTANCE

1 February 2021
EARLY BIRD
REGISTRATION

FIND US ONLINE

www 27hskiki.hkd.hr
27hskiki@hkd.hr

@27hskiki

facebook.com/27hskiki

#27hskiki

SEE YOU IN Veli Lošinj ...

REGISTRATION FEE*

	Early Bird	After 2 February 2021
Regular	1500 kn	1800 kn
Members of CCS/CSCE	1350 kn	1600 kn
PhD Students	750 kn	900 kn
Teachers, BSc and MSc students	500 kn	600 kn

*VAT included. Retired persons can participate free of charge.
Primary and high school teachers that participate in one-day section Education can participate free of charge.

PAYMENT DETAILS

Croatian Chemical Society
Address: Horvatovac 102a, HR-10000 Zagreb, Croatia
IBAN: HR9023600001501859838
With notification: Registration - name of the participant



ZNANSTVENIK

Razgradnja plastike kod kuće

Dora Ljubičić(FKIT)



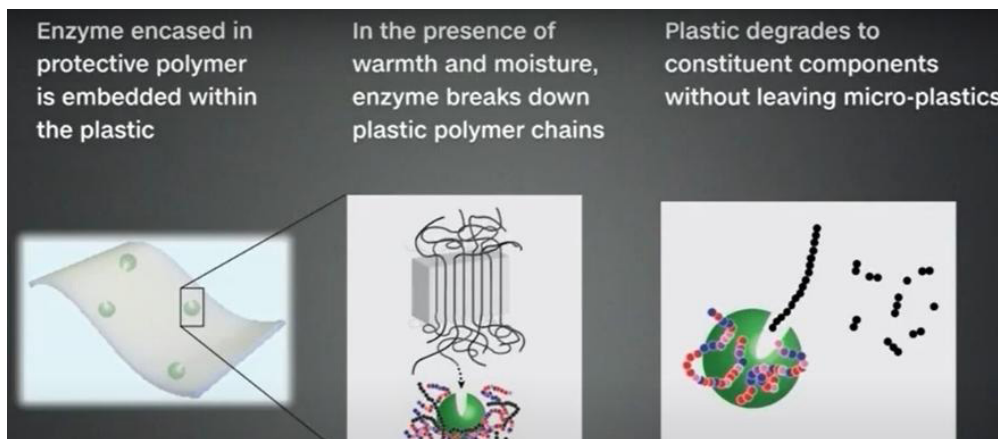
Svaki komad plastike ikad napravljen još uvijek je s nama, na Zemlji i nikad se u potpunosti neće razgraditi. To je problem kojeg bismo mi, ljudi trebali riješiti. Kako biste reagirali da postoji način na koji možete razgraditi plastični otpad u svojim domovima?

Polilaktična kiselina (PLA) vrsta je bioplastike, a drugačija je od ostalih plastomera jer je dobivena iz obnovljivih izvora poput kukuruznog škroba ili šećerne trske. Glukoza se izvlači iz biljaka i pretvara u dekstrozu dodavanjem enzima. Fermentacijom se stvara laktična, odnosno polilaktična kiselina. Polimerizacijom se proizvode dugački lanci molekula, zbog čega PLA nalikuje običnoj plastici, a idealna svojstva pokazuje na sobnoj temperaturi ili maksimalno do 40 °C.

Znanstvenici sa Sveučilišta u Berkeleyu, točnije dr. Ting Xu i njezin tim, u travnju ove godine u časopisu Nature objavili su da su pronašli način kako u potpunosti razgraditi PLA u roku od nekoliko dana do par tjedana.¹ Xu napominje da je biorazgradivost različita od kompostabilnosti te da biorazgradiva tvar



Slika 1 – Razgradnja plastike



Slika 2 – Prikaz procesa razgradnje plastike

nije nužno kompostabilna iako ljudi ta dva termina često smatraju sinonimima. Procesom biorazgradnje organske tvari razgrade se u jednostavnije tvari enzimskim aktivnostima mikroorganizama, dok je kompostabilnost sposobnost organske tvari da postane kompost. Ona je započela s tim projektom dok je pronalazila komadiće biorazgradive plastike u kompostu te napominje da većina biorazgradive plastike odlazi na odlagališta smeća, gdje nema prave uvjete za razgradnju, stoga se ne razgrađuje ništa brže od obične plastike.² Ugrađivanjem enzima koji jede plastiku u njezin proizvodni proces ubrzava se razgradnja što je zapravo njezina samouništavajuća značajka. Nanoskopski su raspršili enzime unutar plastike i molekularni kontrolirali put razgradnje što im je omogućilo ne samo ubrzanje razgradnje, nego i moduliranje latencije kako bi ona zadržala integritet tijekom skladištenja. Taj proces često nehotice dovodi do stvaranja štetne mikroplastike. Enzimi se skupljaju u grudice te nasumično odsijecaju plastiku, što dovodi do nepotpune razgradnje.² Tim je dodao zasebne enzime u dvije vrste biorazgradive plastike, uključujući i PLA, koja se često koristi u pakiranju hrane. Enzime su ubacili s još jednim sastojkom - razgradivim aditivom, koji omogućuje da se enzimi ne skupljaju u grudice i ne raspadaju.

Osamljeni enzimi uhvate se za krajeve molekularnih lanaca plastike, metaboliziraju ih i sprječavaju nastajanje mikroplastike.³ PLA se počinje razgrađivati uz prisutnost vode i topline, a potrebne uvjete za razgradnju vrlo je jednostavno postići kod kuće. Znanstvenici također ističu da se enzimi korišteni u tom procesu već masovno proizvode za industrijske potrebe, a s obzirom na to da su potrebne vrlo male količine istih, cijena dodatne proizvodnje bit će neznatna. Polilaktična kiselina jedna je od mnogih vrsta plastike za koju će znanstvenici naći način kako kompostirati te će uistinu biti moguća razgradnja plastike u našim domovima, a do tada pokušajmo spriječiti njezin nastanak.

Literatura

1. Near-complete depolymerization of polyesters with nano-dispersed enzymes, DelRe, C., Jiang, Y., Kang, P. et al. Near-complete depolymerization of polyesters with nano-dispersed enzymes. *Nature* 592, 558–563 (2021)
2. <https://www.sciencenews.org/article/plastic-compost-new-enzyme-technique-biodegradable> (pristup 14. svibnja 2021.)
3. Wei, R. et al. Possibilities and limitations of biotechnological plastic degradation and recycling. *Nat. Catal.* 3, 867–871 (2020)



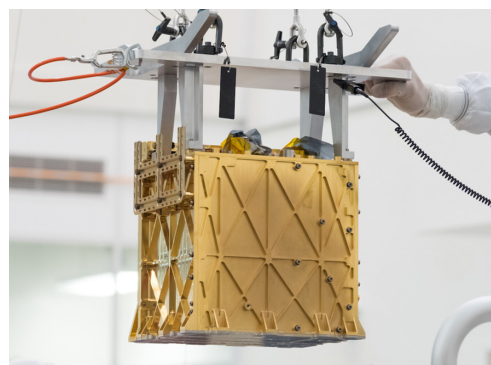
MOXIE-proizvodnja kisika na Marsu

Aleksandra Brenko (FKIT)

Već nekoliko mjeseci Marsom luta jedan robotički zvan Perseverance. Perseverance je na Mars poslala NASA s ciljem da nastavi istraživanja svoje braće robotička koji su tamo bili prije njega. No, za razliku od svoje braće, Perseverance ima posebnu moć. Uz pomoć uređaja veličine tostera koji nosi na sebi, on može dio CO₂ pretvoriti u iskoristivi kisik.

Kada bi poslali četvero astronauta da provedu godinu dana na Marsu, za disanje bi im bila potrebna 1 tona kisika. No, to nije glavni razlog zašto je bitno osigurati proizvodnju kisika na Marsu. Za sagorijevanje raketnog

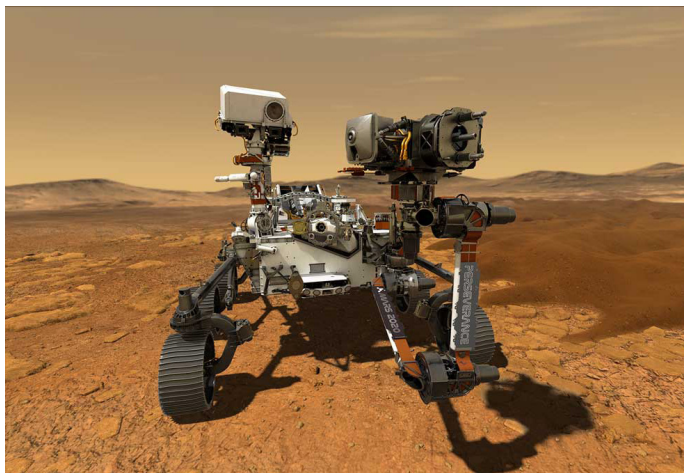
goriva potrebne su ogromne količine kisika. O tome ovdje na Zemlji ne moramo brinuti zbog sastava naše atmosfere koja njime obiluje, ali Marsova atmosfera sastoji se od 96 % CO₂. Kako bismo vratili naša četiri astronauta sigurno doma, potrebno je sagorjeti 7 tona raketnog goriva, što zahtjeva 25 tona kisika.¹



Slika 1 – Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment (MOXIE)

Način na koji su NASA-ini znanstvenici odlučili pristupiti problemu je proizvodnjom uređaja koji izvlači molekulu kisika iz ugljikova dioksida i nusprodukt (CO) vraća u okoliš. Eksperimentalni instrument kojim se postiže konverzija CO₂ u kisik zove se Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment, ili kraće MOXIE.

Za sada, MOXIE je proizveo 5,6 grama kisika. Impresivno, zar ne? Još samo 24 999 994,4 grama nam fali. No dobro, moramo uzeti u obzir da je ovo tek eksperiment, a uz to je počeo s radom tek 60. dan. Ako sve prođe kako je zamišljeno, MOXIE će u svojoj punoj snazi davati 10 grama kisika na sat.



Slika 2 – Istraživački robot Perseverance

Kako bi se odvila željena reakcija prevođenja ugljikova dioksida u kisik i CO, uređaj treba postići temperaturu od 800 °C. Unutrašnjost mu je zato rađena od iznimno otporne legure nikla. Osim na visoke temperature, legure nikla su otporne na oksidaciju pri visokim temperaturama i električnu koroziju. Najčešće primjese niklu u ovakvim legurama su krom i željezo, koji se često koriste u čeličnoj industriji. Konstrukcija je oblikovana pomoću 3-D pisaača tako da omogućava grijanje i hlađenje plinova koji kroz nju prolaze.

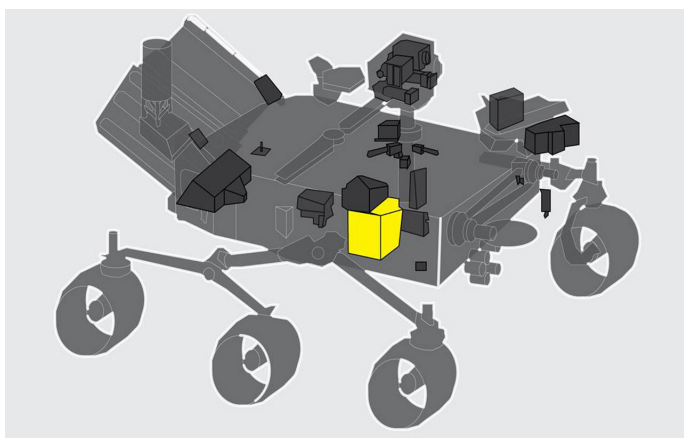
Druga komponenta koja omogućava rad uređaja je superlagani aerogel, koji sprječava rasipanje topline. Površina MOXIE-ja je prekrivena zlatom kako bi se s površine reflektirale infracrvene (toplinske) zrake i spriječila šteta na Perseveranceu.

Otpriblike dovoljno da omogući 20 minuta disanja jednom astronautu. Verzija uređaja koja bi mogla proizvesti dovoljnu količinu kisika za lansiranje letjelice težila bi oko 1000 kilograma – puno, ali i znatno manje od 25 tona koliko bi težio sam kisik.²

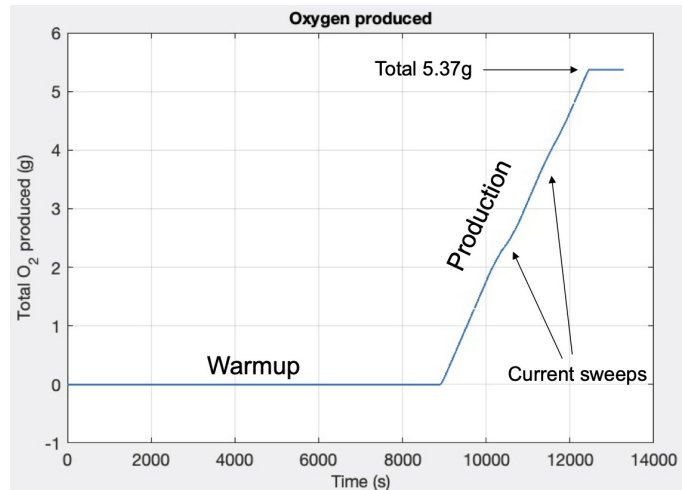
Ovim eksperimentom znanstvenici u NASA-i htjeli su ispitati četiri stvari:

1. Može li MOXIE preživjeti lansiranje, 7 mjeseci u svemiru i slijetanje bez da izgubi svoje funkcije
2. Radi li kako treba u uvjetima za koje je predviđen i koje su karakteristike rada uređaja
3. Kako reagira na promjene u atmosferskim uvjetima, u različitim dijelovima dana i godišnjim dobima
4. Usporediti uspješnost konverzije na različitim temperaturama

Za sada znamo da može preživjeti put do odredišta i da u predviđenim uvjetima može obavljati pretvorbu CO₂ u kisik. Ostale faze eksperimenta tek nam slijede, a Zemljani napeto iščekuju rezultate koji će nam reći koliko smo daleko od toga da i mi zbrišemo na Mars.



Slika 3 – Lokacija MOXIE uređaja unutar robota Perseverance



Slika 4 – Graf dosadašnje proizvodnja kisika (y-os) kroz vrijeme (x-os)

Literatura

1. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-s-perseverance-mars-rover-extracts-first-oxygen-from-red-planet> (Pristup 15. svibnja 2021)
2. <https://mars.nasa.gov/mars2020/spacecraft/instruments/moxie/> (Pristup 17. svibnja 2021)



Nova skala elektronegativnosti

Lea Raos (FKIT)

Linus Carl Pauling, američki kemičar, je 1932. godine formulirao kvantitativni koncept elektronegativnosti zasnovan na termokemiji. Elektronegativnost je tendencija ili sposobnost atoma da privuče elektrone drugog atoma. To periodično svojstvo omogućuje predviđanje polarnosti veze stvorene između dva atoma koja tvore molekulu, kao i njezin kovalentni ili ionski karakter. Razlika u apsolutnoj vrijednosti elektronegativnosti dvaju atoma koji čine vezu, matematički je izražena kao: $\Delta EN = EN_1 - EN_2$. Atom s većom elektronegativnosti jače privlači elektrone.

Što je veća razlika u elektronegativnosti između elemenata, veći je stupanj ionskog karaktera veze. Skupina znanstvenika odlučila je izmijeniti i redefinirati elektronegativnost elemenata što je na kraju rezultiralo dobivanjem nove skale elektronegativnosti.

Eksperiment je započeo mjerenjem elektronegativnosti pod viskom tlakom. Prilikom provođenja eksperimenta, očekivalo se da će rezultati biti najtočniji primjenjivši Paulingov koncept. Započelo se s alkalijskim i zemnoalkalijskim fluoridom. Ono što je bilo neočekivano jest činjenica da je Paulingov koncept u potpunosti odstupao od teorijske i eksperimentalne očekivanosti. Iz eksperimentalnih energija disocijacije veza proizlazi da je energija ionske stabilizacije veći u LiF nego u CsF ili bilo kojem drugom alkalijskom fluoridu. Iz navedenog proizlazi da je Li najpozitivniji alkalni metal, što je u potpunoj suprotnosti s vrijednostima koje proizlaze iz Paulingove ljestvice.

Skupina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Perioda																		
1	H 2.20																	He
2	Li 0.98	Be 1.57											B 2.04	C 2.55	N 3.04	O 3.44	F 3.98	Ne
3	Na 0.93	Mg 1.31											Al 1.61	Si 1.90	P 2.19	S 2.58	Cl 3.16	Ar
4	K 0.82	Ca 1.00	Sc 1.36	Ti 1.54	V 1.63	Cr 1.66	Mn 1.55	Fe 1.83	Co 1.88	Ni 1.91	Cu 1.90	Zn 1.65	Ga 1.81	Ge 2.01	As 2.18	Se 2.55	Br 2.96	Kr 3.00
5	Rb 0.82	Sr 0.95	Y 1.22	Zr 1.33	Nb 1.6	Mo 2.16	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.28	Pd 2.20	Ag 1.93	Cd 1.69	In 1.78	Sn 1.96	Sb 2.05	Te 2.1	I 2.66	Xe 2.6
6	Cs 0.79	Ba 0.89	*	Hf 1.3	Ta 1.5	W 2.36	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.20	Pt 2.28	Au 2.54	Hg 2.00	Tl 1.62	Pb 2.33	Bi 2.02	Po 2.0	At 2.2	Rn
7	Fr 0.7	Ra 0.9	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo
Lantanoidi	*	La 1.1	Ce 1.12	Pr 1.13	Nd 1.14	Pm 1.13	Sm 1.17	Eu 1.2	Gd 1.2	Tb 1.1	Dy 1.22	Ho 1.23	Er 1.24	Tm 1.25	Yb 1.1	Lu 1.27		
Aktinoidi	**	Ac 1.1	Th 1.3	Pa 1.5	U 1.38	Np 1.36	Pu 1.28	Am 1.13	Cm 1.28	Bk 1.3	Cf 1.3	Es 1.3	Fm 1.3	Md 1.3	No 1.3	Lr		

Slika 1 – Periodni sustav elemenata prikazuje kretanje elektronegativnosti prema Paulingovoj ljestvici

Problem nastaje iz oblika Paulingove formule:

$$D_{\text{mathrmAB}} = D^{\text{mathrmcov}}_{\text{mathrmAB}} + \Delta X^2_{\text{mathrmAB}} \quad (1)$$

Veza u litijevu fluoridu kraća je nego u cezijevu fluoridu te bi samim time ionski karakter trebao biti veći u kraćoj vezi, što u navedenim primjerima nije slučaj. Izvedena je nova formula koja glasi:

$$D_{\text{AB}} = D^{\text{kov}}_{\text{AB}} \times (1 + \Delta x^2_{\text{AB}}) \quad (2)$$

Tom se formulom prepravljaju nepravilnosti koje proizlaze iz formule (1). Primijenivši formulu (2) na pojedine molekule dobivene su očekivane vrijednosti. Elektronegativnosti nekih elemenata (plemeniti plinovi, Pm, Ra, Po, At) o kojima nema dovoljno pouzdanih podataka o energiji veze dobivene su neizravno uz pomoć Mullikenove ljestvice, jer ista pokazuje

najkompatibilnije rezultate s ljestvicom koju su dobili znanstvenici radeći eksperiment. Novonastala ljestvica ima linearnu korelaciju sa svim dosadašnjim ljestvicama. Pearsonov koeficijent korelacije za Mullikenovu i Allenovu ljestvicu iznosi 98 %, za Paulingovu 87 %, dok za Martynov-Batsanovu ljestvicu iznosi 85 %. Najveću vrijednost elektronegativnosti imaju halogeni elementi i plemeniti plinovi, a najnižu imaju alkalijski elementi.

Za procjenu entalpija nastajanja spojeva kao primjer koristit će se natrijev klorid. Predviđa se energija reakcije njezina nastanka u plinskoj fazi koristeći novu vrijednost dobivenu na temelju nove skale, -6,31 eV te su se za usporedbu koristile i stare vrijednosti elektronegativnosti -9,85 eV iz Paulingova pristupa i -9,42 eV iz Matchinog pristupa. Procjena na temelju novih vrijednosti elektronegativnosti mnogo je bliža eksperimentu (-5,27 eV od eksperimentalnih energija molekula).

1	1A																2						18														
1	H																	He																			
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne																			
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar																			
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																			
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																			
6	Cs	Ba											Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn										
7	Fr	Ra											Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og										
																			3										10								
																			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
																			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				

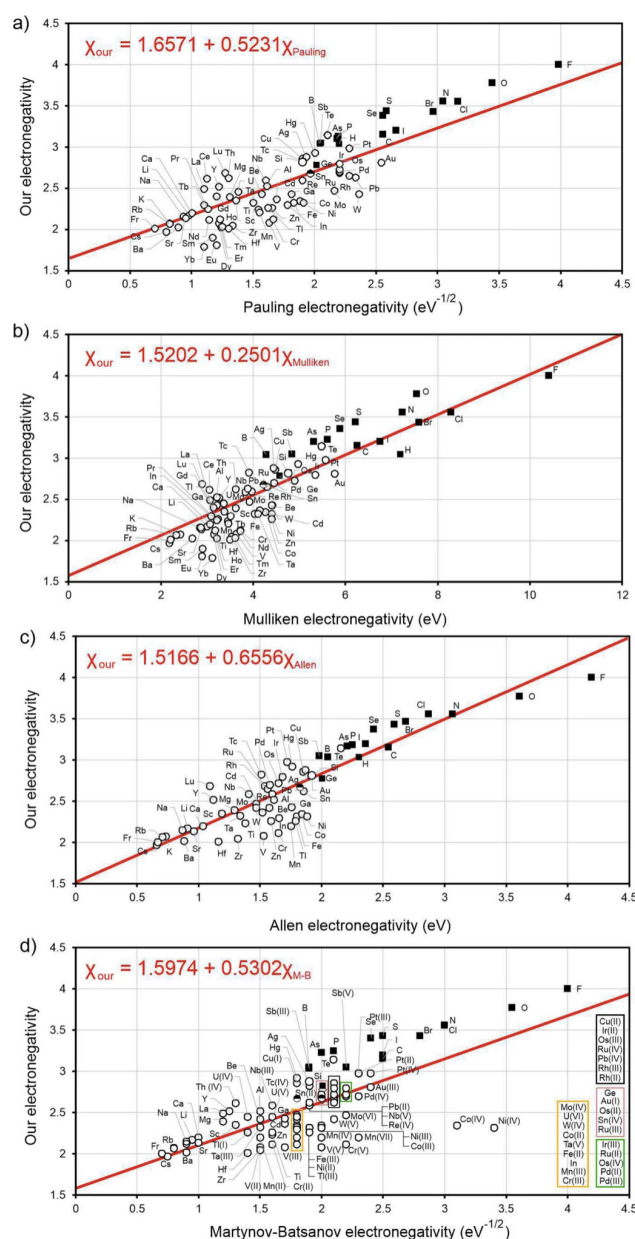
Slika 2 – Periodni sustav elemenata prikazuje kretanje elektronegativnosti prema novoj ljestvici

Negativna vrijednost ukazuje na to da je stvaranje natrijeva klorida iz elemenata vrlo povoljno.

Kako bi dokazali velika odstupanja i pogreške koje proizlaze iz Paulingove ljestvice, razmotrit će se još jedan primjer. Iz reakcije $2\text{NaF} + \text{CaCl}_2 \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{CaF}_2$, Paulingova elektronegativnost i formula (1) daju pozitivnu vrijednost, +0,23 eV, kako bi bili sigurni u svoju teoriju koja kaže da je Paulingov koncept u potpunosti neispravan, znanstvenici su primijenili i Matchin pristup koji daje vrijednost nešto manju od Paulingova, no i dalje pozitivnu (+0,11 eV). Ono što je pomalo začudujuće je toliko veliko odstupanje i neispravnost navedenih koncepata jer su znanstvenici na temelju njihove nove skale elektronegativnosti dobili negativnu vrijednost, što pokazuje da je ta reakcija povoljna, s entalpijskom vrijednosti, -0,45 eV. Eksperimentalna vrijednost je -0,95 eV. Stoga se dolazi do zaključka da u svim promatranim slučajevima, nova skala elektronegativnosti, to jest novi koncept ima preciznija i bolja predviđanja u odnosu na dosadašnje koncepte i pristupe. Dakle, modifikacija definicije termokemijske elektronegativnosti dovodi do znatnog poboljšanja ljestvice elektronegativnosti. Nove elektronegativnosti prikazuju ispravne trendove kroz periodni sustav elemenata, omogućujući predviđanje polarnosti veze, ionskog stupnja, bolju klasifikaciju elemenata u metale i nemetale te uvelike doprinosi opisu termokemije molekula i kemijskih reakcija. Elektronegativnost je svakako jedno od ključnih svojstava elemenata. Novo dobivena skala vrijednosti elektronegativnosti uvelike će pridonijeti rješavanju razne problematike u svijetu kemije.

Literatura

- <https://www.nature.com/articles/s41467-021-22429-0#Bib1> (pristup 13. svibnja 2021.)
- <https://www.quimicainorganica.org/basica/que-es-la-electronegatividad/> (pristup 13. svibnja 2021.)
- <https://scitechdaily.com/scientists-create-a-new-electronegativity-scale/> (pristup 13. svibnja 2021.)



Slika 3 – Korelacije između novih elektronegativnosti (os y) i ostalih elektronegativnosti (os x)

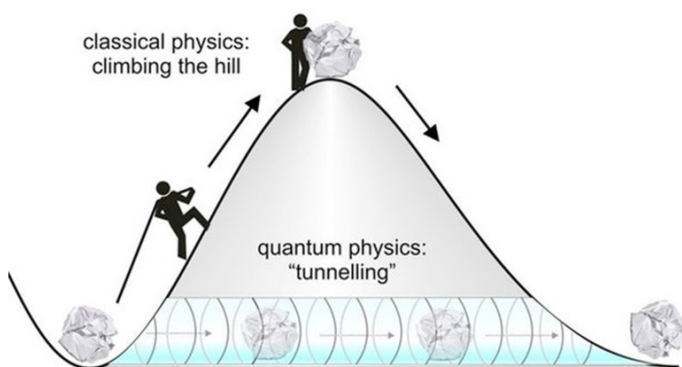


Mogu li čestice postići brzinu svjetlosti?

Lucija Volf (FKIT)

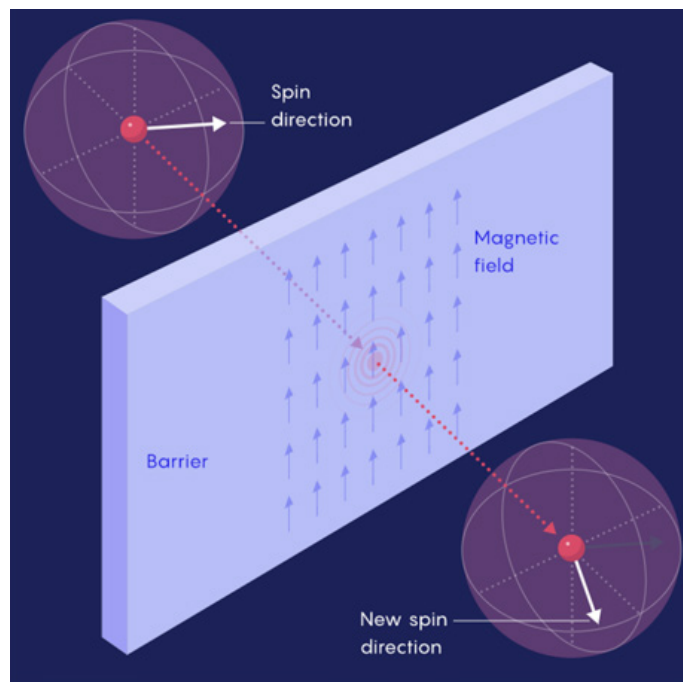
Albert Einstein 1905. godine iznio je svoju posebnu teoriju relativnosti koja podrazumijeva da samo čestice bez mase, elementarne čestice čija je invarijantna masa nula, mogu postići brzinu svjetlosti. Dakle, čestice materije možemo ubrzati vrlo blizu brzine svjetlosti u vakuumi ($c = 299\,792\,458$ m/s), ali je nikada ne možemo dostići ili premašiti.

Međutim, posljednjih desetak godina kvantna fizika nam omogućuje postavljanje novih, zanimljivih teorija na temelju fenomena koji postaju relevantni tek na nanorazini, a s gledišta makroskopskog svijeta, ne mogu biti shvaćeni. Jedno od tih fenomena je i kvantno tuneliranje koje pronalazi raznovrsnu primjenu, kao što su pretražni tunelirajući elektronski mikroskop, tunelirajuća dioda, višespojne solarne ćelije itd. Taj fenomen omogućuje prolaz čestica kroz energetska barijeru, za koju po shvaćanju klasične fizike, nemaju dovoljnu kinetičku energiju.¹



Slika 1 – Pojednostavljeni shematski prikaz usporedbe interpretacije prelaska „barijere“ u klasičnoj i kvantnoj fizici¹

Rad objavljen u lipnju 2020. godine je po prvi puta izmjerio vrijeme prolaska čestice kroz tu energetska barijeru. Eksperimentalni fizičari koristili su atome rubidija za proučavanje efekta kvantnomehaničkog tuneliranja i pokazali da ono nije „trenutno“ kao što se to do tada smatralo. Steinberg i sur. su izmjerili vrijeme tuneliranja Bose-Einsteinovih kondenziranih atoma ^{87}Rb u 1,3 mikrometarskoj optičkoj barijeri. Bose-Einsteinova kondenzacija (BEC) fazni je prijelaz koji se može dogoditi samo u bozonskim sustavima. U kvantnoj mehanici BEC se pojavljuje kao monokromatski val vrlo visoke materije, odnosno potrebno je razviti gustoću, kao i sniziti temperaturu na način da De Broglieova valna duljina postane reda srednje vrijednosti udaljenosti između čestica. Uvjeti za postizanje BEC u atomskom uzorku obično zahtijevaju temperature reda 100 nK i gustoće veće od 10^{13} g cm^{-3} , a postali su mogući zahvaljujući velikom napretku laserskog hlađenja i magnetske zamke (Magnetic trap).² U eksperimentu, atomi Rb su se ohladili



Slika 2 – Shematski prikaz prolaska čestice kroz barijeru i promjena njezina spina⁴

na otprilike 1 nK, laserom orijentirali u jednom smjeru, a zatim drugim laserom spriječili njihov put i tako proizveli optičku barijeru. Taj alternativni pristup koristi činjenicu da mnoge čestice posjeduju unutarnje magnetsko svojstvo zvano spin. Spin je kvantnomehaničko svojstvo subatomske čestice i atomskih jezgara, odnosno vlastita kutna količina gibanja koja poprima kvantizirane vrijednosti. Dakle, spin djeluje poput strelice koja se mjeri samo prema gore ili dolje, ali prije mjerenja ju možemo orijentirati u bilo kojem smjeru i ta metoda koju su koristili Steinberg i sur. naziva se Lamorova metoda sata. Kako Rb atom prolazi kroz barijeru, njegov unutarnji spin se mijenja (precess). Količina „precesije“ se mjeri kako bi se izračunalo vrijeme koje čestica provede unutar barijere. Proučavala se ovisnost vremena prelaska kroz barijeru o upadnoj energiji te je dobivena vrijednost od 0,617 milisekundi pri najmanjoj energiji za koju je uočeno tuneliranje. To je manje vremena nego što bi trebalo atomima da putuju kroz slobodni prostor. Prema tome, izračuni pokazuju da bi, ako ste prepreku učinili dovoljno debelom, ubrzanje dopustilo da se atomi tuneliraju s jedne na drugu stranu brže od svjetlosti.^{3,4}

Literatura

- <https://www.quora.com/What-wave-nature-of-a-particle-is-to-do-with-quantum-tunneling> (pristup 15. svibnja 2021.)
- E. A. L. Henn*; J. A. Seman; G. B. Seco; E. P. Olimpio; P. Castilho; G. Roati; D. V. Magalhães; K. M. F. Magalhães; V. S. Bagnato, Bose-Einstein condensation in ^{87}Rb : characterization of the Brazilian experiment, Braz. J. Phys. vol.38 no.2 São Paulo, (2008)
- R. Ramos, D. Spierings, I. Racicot, A. M. Steinberg, Measurement of the time spent by a tunnelling atom within the barrier region, Nature volume 583, pages 529–532(2020)
- <https://www.quantamagazine.org/quantum-tunnel-shows-particles-can-break-the-speed-of-light-20201020/> (pristup 15. svibnja 2021.)



BOJE INŽENJERSTVA

Ekološki utjecaj nuklearne energije

Hrvoje Tašner (FKIT)

Razvoj komercijalnih civilnih nuklearnih elektrana pobudio je velik interes javnost tijekom 50-tih i 60-tih godina 20-tog stoljeća. Predviđala se primjena nuklearnih reaktora u svakodnevnom životu. Tako su zamišljeni brodovi, zrakoplovi i automobili na nuklearni pogon. Električna energija je trebala biti gotovo besplatna. No, tehnički izazovi i sve veća svijest o štetnosti ionizirajućeg zračenja splasnuli su pretjerano entuzijastična obećanja.

Razvoj nuklearne tehnologije bio je stabilan do 70-ih godina. Tada je nuklearna tehnologija doživjela nagli razvoj zbog nestašice nafte uzrokovane ratovima na bliskom istoku. Posljednjih nekoliko desetljeća šira javnost na zapadu je veoma nepovjerljiva prema nuklearnoj energiji. Glavni razlog tomu su tri velike nezgode nuklearnih elektrana: Three Mile Island, Černobil i Fushima.



Rezultat nepovjerenja šire javnosti i političke inicijative koje se odmiču od nuklearne energije su obustava rada sve većeg broja nuklearnih elektrana te spora i otežana izgradnja novih. Ipak, nuklearna energija već desetljećima predstavlja odličnu alternativu fosilnim gorivima. Nuklearne elektrane pružaju pouzdanu opskrbu energijom koja je prilagodljiva zahtjevima električne mreže i ne ovisi o dobu dana i vremenskim uvjetima.

Upravo te prednosti nuklearne energije su prepoznate u istočnim zemljama, poput Rusije, Kine i Južne Koreje, koje izgrađuju nove elektrane. U različitim dijelovima svijeta stavovi javnosti o nuklearnoj energiji i njezinom utjecaju na okoliš ljudskom zdravlju se veoma razlikuju. Stoga će se u ovom članku razmotriti utjecaj nuklearne energije, od proizvodnje goriva preko rada elektrana do zbrinjavanja otpada nuklearne industrije, na okoliš i ljudsko zdravlje.

Gorivo nuklearnih elektrana je uranij, točnije izotop uranij-235. Obogaćenost nuklearnog goriva govori koliki je udio uranija-235 u gorivu. Udio uranija u zemljinoj kori je otprilike 2,8 ppm što ga čini zastupljenijim od zlata srebra ili žive te je otprilike jednako zastupljen kao i kositar.

Osim iz nalazišta vlastite rude, uranij se može dobiti kao nusprodukt dobivanja bakra ili zlata. Rudarenje uranija ne razlikuje se mnogo od rudarenja ostalih teških metala. Jedina značajna razlika je radioaktivnost uranijevih ruda stoga je adekvatno zbrinjavanje nusprodukata proizvodnje uranija posebno važno. Međutim, radioaktivnost uranijeve rude uvelike olakšava otkrivanje nalazišta rude.^{1,2}



Slika 1 – Rudnik uranija u Namibiji

Nusproizvodi obrade uranijeve rude, kao i nusproizvodi obrade drugih ruda teških metala, sadrže teške metale poput željeza, arsena, olova, žive, bakra cinka i kroma. Također, u procesu obrade koriste se velike količine sumporne kiseline koja zaostaje u nusproduktima. Međutim kao što je već navedeno, nusproizvodi obrade uranijeve rude su radioaktivni, prvenstveno zbog radija-226, torija-230 i radona. Nusprodukti se skladište u jamama i akumulacijskim jezerima čije dno mora biti obloženo i nepropusno. Istjecanjem sadržaja akumulacijskih jezera može doći do zakiseljavanja podzemnih i površinskih voda te trovanja biljaka i životinja teškim metalima. Također, izlivanjem nusproizvoda obrade uranijevih ruda može doći do radioaktivnog onečišćenja okoliša koje ima dugoročne negativne učinke. Osim izlivanjem, radioaktivno onečišćenje može se raznositi vjetrom s površine akumulacijskog jezera ili jame. Za takvo onečišćenje zaslužan radon-222, koji nastaje radioaktivnim raspadom, te prašina koja sadrži radioaktivne elemente. Prekrivanje jama i akumulacijskih jezera je neophodno radi sprečavanja ozbiljnog onečišćenja okoliša. Dugoročno očuvanje okoliša zahtjeva motrenje stanja i održavanje odlagališta nusprodukata obrade uranijevih ruda.²

U nuklearnom gorivu uranij se nalazi u obliku uranijeva dioksida koji je formiran u palete koje se zatim slažu u šipke. Šipke s nuklearnim gorivom se postavljaju u jezgru reaktora.³ Reaktor se zajedno s pripadnim cirkulacijskim krugom hladila nalazi u posebnoj zgradi koja je posebno ojačana kako bi zadržala sav potencijalno radioaktivni materijal u slučaju katastrofe poput eksplozije reaktora. Tijekom rada elektrane sav nuklearni materijal je sadržan u reaktorskoj zgradi te nema utjecaja

na okoliš. Tijekom rada elektrane najveći utjecaj na okoliš je blago zagrijavanje vode za hlađenje u tercijarnom krugu koje se obično uzima iz obližnje rijeke ili jezera. S obzirom na to da zagrijavanje vode rijeke ili jezera utječe na ekosustav, razina zagrijavanja vode je strogo regulirana.⁴

Radom elektrane gorivo se troši te s vremenom ne proizvodi zadovoljavajuću količinu energije. Potrošeno nuklearno gorivo se mijenja. Osim potrošenog goriva radom elektrane nastaju i drugi kontaminirani otpadni materijali koje je potrebno zbrinuti. Radioaktivni otpad može biti u čvrstom, tekućem i plinovitom agregatnom stanju.⁵

Prema specifičnoj aktivnosti radioaktivni otpad se dijeli na nisko, srednje i visoko radioaktivni otpad. Na nisko radioaktivni otpad otpada 90 % ukupne količine radioaktivnog otpada, no radioaktivnost je samo 1 % ukupne radioaktivnosti svog otpada. Niskoaktivni otpad sačinjavaju kontaminirani predmeti poput odjeće, alata, papira, filtara i sličnih predmeta koji su bili u doticaju s radioaktivnim materijalom. Nisko radioaktivni otpad ne predstavlja značajnu opasnost pri rukovanju ili transportu.



Slika 2 – Skladištenje niskoradioaktivnog nuklearnog otpada

Srednje radioaktivni otpad je radioaktivniji od nisko aktivnog otpada i stvara manje količine toplote. Srednje aktivni otpad nastaje u procesima obrade radioaktivnog materijala te pri radu i umirovljavanju reaktora. Srednje aktivni otpad uključuje kemikalije korištene u obradi i tijekom rada reaktora, te kontaminirani materijal i dijelovi opreme samog reaktora. Srednje aktivni otpad količinski čini 7 % svog radioaktivnog otpada, a zaslužan je za 4 % ukupne radioaktivnosti otpada. Za rukovanje i transport srednje aktivnog otpad potreba je zaštita.

Najopasniji tip radioaktivnog otpada je visokoradioaktivni otpad.⁶ Većina ljudi na spomen radioaktivnog otpada pomišlja na visoko aktivni otpad te se stvara dojam da nuklearne elektrane vrve takvim otpadom, ali to nije slučaj.

Visoko radioaktivni otpad sačinjava tek 3 % ukupne količine radioaktivnog otpada. Međutim, on je zaslužan za čak 95 % radioaktivnosti otpada što ga čini opasnim za ljudsko zdravlje i okoliš. Za rukovanje i transport visoko aktivnog otpada potrebne su visoke mjere zaštite. Također, visoko aktivni otpad stvara značajnu količinu topline što predstavlja dodanu komplikaciju. Staro gorivo i ostaci reprocesuiranja goriva spadaju u visoko aktivni otpad.⁶

Prije trajnog zbrinjavanja nisko i srednje aktivni otpad se privremeno skladišti u elektranama. Skladišta su armirano betonske zgrade otporne na potrese. Otpornošću skladišta sprečava se ispuštanje radioaktivnog otpada u okoliš. Plinoviti otpad se skladišti u spremnicima.

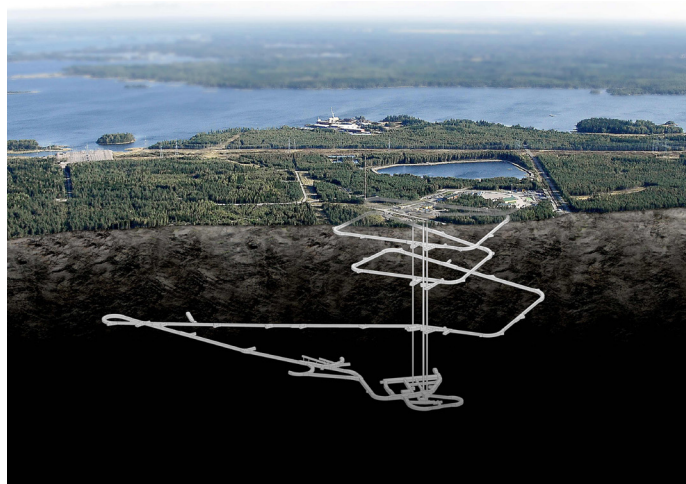


Slika 4 – Skladištenje visokoradioaktivnog otpada ispod vode

Visoko aktivni otpad skladišti se pod vodom, u posebno konstruiranim zgradama, u bazenima za visoko aktivni otpad.⁷ Bez obzira na stroge mjere sigurnosti, globalni konsenzus o trajnom rješenju i dalje ne postoji.

Jedan od načina zbrinjavanja visoko aktivnog otpada je reprocesuiranje. Reprocesuiranjem se stvara novo nuklearno gorivo i smanjuje se količina otpada. Izvorna svrha reprocesuiranja bila je izoliranje plutonija za izradu nuklearnog oružja. S vremenom uviden je potencijal i za civilnu primjenu tog skupog procesa. Potrošene paletice nuklearnog goriva i dalje sadrže iskoristivo nuklearno gorivo, no koncentracija uranija 235 je preniska za ekonomičnu proizvodnju energije. Uz uporabu uranija iz potrošenog goriva ekstrahira se polonij koji također može služiti kao nuklearno gorivo u civilne svrhe. Tri su glavna pristupa obrade: pirometalurški, elektrometalurški te hidrometalurški. Najzastupljeniji je Purex proces koji spada u skupinu hidrometalurških procesa. Kako bi se oporabljeni uranij mogao ponovo koristiti kao gorivo potrebno ga je obogatiti. Obogaćivanje je proces povećanja koncentracije uranija-235 te se taj proces provodi u posebnim postrojenjima. Reprocesuiranjem moguće je iskoristiti 25 do 30 % više energije iz goriva.⁸

Unatoč nekoliko visoko profiliranih nezgoda, nuklearna energija se pokazala kao pouzdana i sigurna tehnologija. Spaljivanjem fosilnih goriva u atmosferu se ispuštaju štetni plinovi poput ozona, dušikova dioksida, sumporova dioksida i ugljikova monoksida, te sitne čestice. Kroničnim izlaganjem ljudskog organizma tim tvarima dolazi do razvoja bolesti dišnog i kardiovaskularnog sustava poput bronhitisa, astme i karcinoma. Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (WHO) 29 % slučajeva raka pluća, 17 % slučajeva smrti zbog akutne upale dišnih putova, 24 % smrti zbog moždanih udara, 25 % slučajeva srčanih bolesti te 43 % slučajeva kroničnih bolesti dišnog sustava posljedica su zagađenja nastalog spaljivanjem fosilnih goriva. Procjenjuje se kako je u posljednjih 50 godina 100 milijuna ljudi umrlo zbog posljedica onečišćenja zraka spaljivanjem fosilnih goriva. Černobilska katastrofa direktno je odnijela tek 31 život, a najpesimističnije procjene govore kako je 60 tisuća ljudi umrlo zbog posljedica katastrofe. Umjerene procjene taj broj smanjuju na 14 tisuća. Nakon tsunamija i eksplozije u nuklearnoj elektrani Fukushima Daiichi u okolici elektrane zabilježeno je povećanje broja zabilježenih slučajeva raka štitnjače među djecom. No, je li povećanje broja zabilježenih slučajeva rezultat nezgode, povećanog testiranja ili pak kombinacije faktora, za sada je nejasno.



Slika 3 – Plan za odlagalište visokoradioaktivnog nuklearnog otpada ispod zemlje

Smanjenje volumena radioaktivnog otpada od iznimne je važnosti jer se time kapaciteti skladišta mnogo sporije popunjavaju te se umanjuju troškovi obrade velikih količina otpada. Smanjenje volumena tekućeg otpada provodi se filtracijom, isparavanjem ili sušenjem u bačvi. Isparena neradioaktivna voda se vraća u proces, a suhi talog zaostaje i zbrinjava se. Ukoliko je to moguće, čvrsti otpad se dekontaminira mehaničkim, elektrokemijskim i kombiniranim metodama.

Dekontaminacijom otpad postaje siguran za rukovanje i zbrinjavanje kao i običan otpad. Volumen čvrstog otpada se smanjuje sabijanjem u bačvi, superkompaktiranjem bačvi, paljenjem i usitnjavanjem. Sav kontaminirani materijal se može usitnjavati te se volumen može smanjiti do 2 puta. Spaljivati se mogu sve zapaljive tvari. Spaljivanje se provodi u kontroliranim uvjetima te ga provode specijalizirane kompanije kako se radioaktivni elementi ne bi ispuštali u okoliš. Spaljivanjem se volumen smanjuje do 30 puta. Sabijanjem u bačvi i superkompaktiranjem volumen čvrstog otpada smanjuje se do 4, odnosno do 10 puta. Tim postupcima kompaktira se otpad poput kontaminiranih tkanina, plastike, papira i manjih metalnih dijelova i sitne opreme.⁵



Slika 5 – Nuklearna elektrana Krško

Nezgode nuklearnih elektrana imaju velik medijski publicitet te dugo ostaju u sjećanju, no ne treba zaboraviti da su katastrofalne nezgode vezane čak i za obnovljive izvore energije, prvenstveno hidroelektrane. Popuštanje brana izazvalo je nekoliko velikih katastrofa u kojima su uništena velika područja i brojna naseljena mjesta. Najveća takva nezgoda dogodila se u Kini 1975. godine kada je došlo do puknuća brane Banquiao. Poplava nastala puknućem brane usmrtila je između 85 i 240 tisuća ljudi.

Kako bi se mogla uspoređivati smrtnost uzrokovana različitim tehnologijama uspoređuje se broj smrti povezanih s tom tehnologijom naspram 1 TWh proizvedene električne energije. Proizvodnja energije pomoću ugljena uzrokuje 55 smrti po 1 TWh, pomoću nafte 18, a pomoću prirodnog plina 3. Nuklearna energija uzrokuje 0,07 smrti po 1 TWh proizvedene energije, odnosno 1 smrt za svakih 14 TWh proizvedene energije. Primjena obnovljivih izvora energije uzrokuje bi 1 smrt za nekoliko desetaka. Obnovljivi izvori energije su daleko najsigurniji, no treba primijetiti iznimno dobar rezultat koji postiže nuklearna energija.

Usporedbom broja smrti uzrokovanih spaljivanjem fosilnih goriva, primjenom nuklearne energije te obnovljivih izvora energije možemo zaključiti da je primjena nuklearne energije spasila mnogo više života ne što je oduzela.

Nadomjestkom proizvodnje energije iz fosilnih goriva s nuklearnom energijom prevenirane su tisuće smrti tijekom posljednjih nekoliko desetljeća.¹⁰

Konačno, nakon svih sagledanih aspekata, ostaje pitanje je li nuklearna energija ekološki prihvatljiva te mogu li se primjenom nuklearne energije u velikom mjerilu zadovoljiti potrebe čovječanstva za energijom. Kao i svaka druga industrija, nuklearna energija proizvodi otpad, kako tijekom procesa proizvodnje goriva tako i tijekom rada. Zbog radioaktivnosti zbrinjavanje onečišćivala koja nastaju je dugotrajnije i zahtjevnije nego kod većine drugih industrija. Ulaganjem u razvoj novih procesa zbrinjavanja radioaktivnog otpada možemo doći do pronalaska adekvatnog rješenja. Ne smijemo zaboraviti da proizvodnja komponenata za obnovljive izvore energije također stvara štetan otpad koji je potrebno zbrinuti. Nadalje, razvijaju se i novi tipovi nuklearnih reaktora koji koriste manje opasno gorivo i koji proizvode manje otpada. O tome u ovome, već odviše dugome članku, nije raspravljano.

Velika prednost nuklearne energije je dokazana mogućnost zadovoljavanja velikih zahtjeva za energijom. Najbolji primjer za to je Francuska koja 67 % ukupne električne energije dobiva iz nuklearnih elektrana. Dobivanje električne energije iz obnovljivih izvora neizbježna je budućnost te nuklearna energija vjerojatno nije pogodna da bude primarni izvor električne energije. Međutim, nuklearna energija odlična je nadopuna obnovljivim izvorima energije kada su pred njih stavljeni zahtjevi koje je veoma teško ili nemoguće ispuniti.¹⁰

Izvori

1. <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/mining-of-uranium/uranium-mining-overview.aspx> (pristup 18.5.2021.)
2. Abdesselam Abdelouas, 2006, Uranium Mill Tailings: Geochemistry, Mineralogy, and Environmental Impact, ELEMENTS, VOL. 2, page. 335–341
3. <https://fas.org/issues/nonproliferation-counterproliferation/nuclear-fuel-cycle/nuclear-fuel-fabrication/#:~:text=Uranium%20fuel%20fabrication%20is%20the,use%20in%20a%20nuclear%20reactor.&text=The%20Uranium%20Oxide%20is%20converted,used%20in%20a%20fuel%20assembly.> (pristup 18.5.2021.)
4. <https://www.nek.si/hr/o-nuklearnoj-tehnologiji/rad-nek-a/sustavi-i-rad> (pristup 18.5.2021.)
5. <https://www.nek.si/hr/o-nuklearnoj-tehnologiji/briga-za-otpad/nisko-i-srednje-radioaktivni-otpad> (pristup 18.5.2021.)
6. <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-wastes/radioactive-waste-management.aspx> (pristup 18.5.2021.)
7. <https://www.nek.si/hr/o-nuklearnoj-tehnologiji/briga-za-otpad/istroseno-nuklearno-gorivo> (pristup 18.5.2021.)
8. <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/fuel-recycling/processing-of-used-nuclear-fuel.aspx>
9. <https://sites.google.com/view/sources-nuclear-death-toll/> (pristup 18.5.2021.)
10. <https://sites.google.com/view/sourcesclimatenuclear/> (pristup 18.5.2021.)

Potencijalno rješenje za zagrebački otpad

Dubravka Tavra (FKIT)

„Zagreb je zatrpan smećem!“

Jedna je ovo od čestih rečenica koje čujemo od nezadovoljnih građana našeg glavnog grada. Iz vlastitog iskustva jasno im je kako Zagreb ima velike probleme s odvozom i zbrinjavanjem otpada, a samo jedan od brojnih primjera prikazan je na slici 1.



Slika 1 – Realan prikaz nedostatka broja kontejnera u Gradu Zagrebu

Više od trideset godina problem zagrebačkog otpada predmet je mnogih studija i analiza. Želi se postići smanjenje nastanka otpada kako bi se spriječio negativan utjecaj na okoliš, a time i na ljude. Najviše otpada dolazi upravo iz komunalnog sustava prikupljanja (Tablica 1).

Porijeklo	Količina (t)	Udio (%)
Komunalni sustav sakupljanja	269.400,14	82,4
Lokacije otkupa	15.669,24	4,8
Iz uslužnih djelatnosti	41.943,82	12,8
UKUPNO	327.013,20	100,0

Tablica 1 – Porijeklo nastalog otpada u Zagrebu 2016. godine²

U Gradu Zagrebu procijenjena proizvedena količina komunalnog otpada iznosila 2015. godine 305.714 tona za prikupljeni otpad, od toga je 67.774 tona poslano na oporbu. Miješanog komunalnog otpada odloženo je 231.259 tona na odlagalište, od toga 129.969 tona biorazgradivog komunalnog otpada.¹ Odlaganje otpada na odlagališta u Zagrebu nije više održivo, a također nije ni financijski isplativo stoga se mora početi raditi na tome da se problem otpada riješi nekom drugom, učinkovitom, ekološki prihvatljivom i financijski isplativom metodom.

No, uzimajući u obzir navedene zahtjeve što bi bio dobar izbor?

Termička obrada otpada mogla bi biti dobro rješenje. Za termičku energetska obradu otpada postoje različite tehnike (izgaranje, piroliza, uplinjavanje/rasplinjavanje, plazma). Najčešće primjenjivane su spalionice koje se smatraju učinkovitom mjerom za odgovorno gospodarenje komunalnim otpadom u velikim naseljima, gdje nedostaje površina za odlaganje, baš kao što je Zagreb. To su postrojenja u kojima se provodi proces spaljivanja, odnosno proces izgaranja organskih tvari u otpadnim materijalima, a nastala toplina može se dalje koristiti u različite svrhe.⁴

Ipak, prije svega treba naglasiti kako je termička obrada samo jedna u nizu procesa cjelovitog sustava gospodarenja otpadom i dio je kružne ekonomije, iako mnogi misle suprotno. Energijska odnosno energetska oporaba otpada obvezno uključuje termičku energetska oporabu. Nema smisla da sve što bacimo odmah šaljemo u spalionicu. Cilj kružne ekonomije koju Hrvatska pokušava primijeniti je taj da proizvod što dulje ostane u krugu tj. da ga se maksimalno iskoristi. Tek kada se proizvod više nikako ne može iskoristiti, dakle ne može se prenamijeniti niti reciklirati, onda, umjesto da se odloži na odlagalište, trebao bi ići na termičku obradu. Zato je bitno educirati i poticati građanstvo na pravilno odvajanje otpada i na racionalno korištenje proizvoda općenito. Energija akumulirana u otpadu je prirodna vrijednost, koja se ne bi smjela baciti na odlagališta. Na gotovo svim odlagalištima u Hrvatskoj energija pohranjena u otpadu se bespovratno gubi. Slikovito rečeno, gledajući u Jakuševac u Zagrebu gledamo u novac koji nam pred očima zauvijek propada.



Slika 2 – Princip kružne ekonomije

Spalionice smanjuju volumen otpada za 90 %, a masu za 70 %.⁴ Imaju manji utjecaj na okoliš nego odlaganje neobrađenog otpada na odlagališta kao što je trenutno slučaj. Također, u odnosu na odlagalište smanjuju po 1 toni miješanog komunalnog otpada emisiju stakleničkih plinova između 1 do 1,5 tona ekvivalenta CO₂.⁵ Prema tome, ciljevi određeni Pariškim sporazumom lakše bi se ostvarili ovim putem.

U visokorazvijenim zemljama oko 70 % komunalnog otpada ide na toplinsku obradu.⁴



Slika 3 – Spalionica u Beču

Unatoč prednostima ovakve vrste obrade otpada, u Zagrebu, ali i Hrvatskoj takvo postrojenje ne postoji. Nailazi se na veliki otpor istog tog građanstva koje je nezadovoljno trenutnom situacijom. Više je faktora koji utječu na takvo razmišljanje, a velikim dijelom to je manjak edukacije koji onda uzrokuje strah. Naročito velike prijemore u Hrvatskoj, već trideset godina, izaziva projekt gradske spalionice TE-TO Zagreb. U Zagrebu je razvijena toplovodna i parovodna mreža te je moguće u kogeneraciji i trigeneraciji iskoristiti energiju iz otpada. Zagreb je za vrijeme konačne faze pripreme projekta spalionice već promovirao cjeloviti sustav gospodarenja otpadom i počeo odvojeno prikupljati komunalni otpad.

Međutim tada se stanovništvo pobunilo i zbog straha od štetnih plinovitih emisija iz spalionice projekt TE-TO na otpad je zaustavljen. Kao glavne mane spalionica uzima se emisija štetnih tvari dimnih plinova, posebice dioksina i furana. Suvremene spalionice su izvedene prema najboljem stanju tehnike (BAT), a najveći dio opreme (do 70 %) je postrojenje za čišćenje dimnih plinova. EU propisi koji određuju najviše dopuštene štetne plinovite emisije iz spalionica su među najstrožima u svijetu.⁵

Nažalost, sve dok pučanstvo u Hrvatskoj nije još dovoljno informirano, osobito o važnosti prioritarnih mjera sprječavanja nastanka otpada, vjerojatno neće ni biti moguće otvoriti ovakvo postrojenje u Zagrebu niti Hrvatskoj općenito.

Izvori

1. HAOP. 2016. Izvješće o komunalnom otpadu za 2015. godinu. Izvještaj. Zagreb: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu. 427-25-13-16-1252/12
2. Bilanca otpada Grada Zagreba za 2016. godinu (<https://eko.zagreb.hr/UserDocImages/arhiva/dokumenti/Okoli%C5%A1/Otpad/Bilanca%20otpada%20Grada%20Zagreba%20za%202016/Bilanca%20otpada%20GZ%20za%202016..pdf>) pristup 23. 5. 2021.
3. <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/economy/20151201STO05603/kruzno-gospodarstvo-definicija-vrijednosti-i-korist-pristup> (23. 5. 2021.)4. D. Vrsaljko, Procesna oprema u ekoinženjerstvu 2020., nastavni materijali, FKIT, Sveučilište u Zagrebu
5. Z. Milanović, Spaljivanje – tabu tema pred kojom neki u RH "stavljaju glavu u pijesak", 2020. <https://www.tehnoeko.com/hr/4400/Spaljivanje-tabu-tema-pred-kojom-neki-u-RH-stavljaju-glavu-u-pijesak> (pristup 23. 5. 2021.)

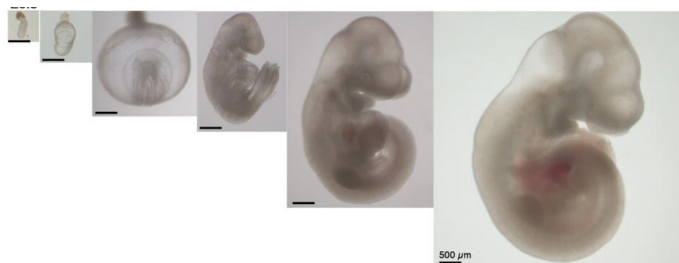
I Rast embrija u čaši

Aleksandra Brenko (FKIT)

U Izraelu je nedavno proveden eksperiment u kojemu je promatran razvoj embrija sisavca izvan maternice.¹

Mišji embriji polagano su se rotirali u staklenim bočicama, dok im je pumpom dobavljana smjesa kisika. Dodavao im se i serum ljudske krvi uzete iz pupkovine odmah nakon porođaja. Krv iz pupkovine bogata je nutrijentima koji su im u tom trenutku potrebni. Gestacijski period miševa inače traje 19-21 dan, ali nakon 12 dana eksperimenta, zbog veličine embrija, više nije bio moguća difuzija kisika do svih stanica i embriji su počeli umirati. Valja napomenuti da mišji embriji nisu oplođeni u staklenci, nego su rasli u majčinoj utrobi prvih 5 dana. Pravilan razvoj moguć je samo ako se embrij može na kratko spojiti s majčinom maternicom.

Tim koji je provodio istraživanje zagovara sličan razvoj tehnologije rasta ljudskih embrija izvan maternice. Ljudski embriji već se koriste u medicinskim istraživanjima i za transplantacije tkiva (engl. *fetal tissue transplant*), a dolaze iz klinika za pobačaje. Sada dobivamo mogućnost da se izvor embrija prebaci u laboratorij.



Slika 1 – Mišji embrio, 1.-5. dan

Ako vam ideja embrija u staklenci izaziva nelagodu, niste sami. Mogle bi vam pasti na pamet distopijske slike budućnosti poput uzgajanja ljudi na traci, kao što je to Aldous Huxley prikazao u romanu *Vrli novi svijet*. Ali tehnologija umjetne maternice je i dalje komplicirana i skupa, tako da se u skoroj budućnosti neće puno koristiti. U dalekoj budućnosti, razvojem *in-vitro* rasta embrija, na ovaj će se način moći kontrolirati razvitak prenatalnih bolesti, pa i stvarati "superiorni" primjerci ljudske vrste. Ali točan način na koji će se ta tehnologija koristiti i opasnosti koje predstavlja još uvijek pripadaju domeni znanstvene fantastike.

Izvori

1. <https://www.technologyreview.com/2021/03/17/1020969/mouse-embryo-grown-in-a-jar-humans-next/>



SCINFLUENCER

| Povijest pranja ruku

Antonija Bikić (FKIT)

Dolaskom korone ljudi su počeli češće prati ruke prema preporukama liječnika te kriznog stožera. Iako od malena učimo da trebamo prati ruke postavlja se pitanje kada su se ljudi toga uopće dosjetili, kako je izgledao život prije sapuna i koje to bolesti vrebaju izbjegavanjem pranja ruku.

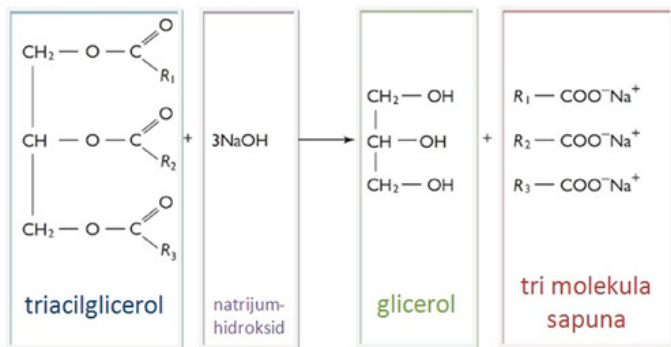
Da bi odgovorili na ova pitanja trebamo se vratiti u 1840. u Europu. U tom periodu su masovno umirale trudnice nakon porođaja od bolesti poznate kao dječja groznica. Mađarskog liječnika, koji je radio u bolnici u Beču zanimao je uzrok i počeo je proučavati taj fenomen. Došao je do zaključka da je daleko veća stopa smrtnosti žena koje su bile pod medicinskom skrbi nego onih kojima su babice pomagale pri porodu. Semmelweiss se pitao je li razlog tome položaj tijela žene tijekom rođenja, pitao se je li vrućica uzrok neugodnosti zbog pregleda muškog liječnika ili je u pitanju nešto drugo. Nakon nekog vremena shvatio je što uzročnik problema. Svako jutro liječnici su zajedno sa studentima radili obdukcije u cilju edukacije, a popodne bi radili s pacijentima



te između ostaloga i trudnicama. Na taj način prenijeli bi patogene organizme u maternicu. Semmelweis je naredio obavezno pranje ruku te su u početku koristili klorirano vapno za pranje ruku i dezinfekciju instrumenata. Tako je drastično opala stopa smrtnosti trudnica.



Slika 1 – Prvo pranje ruku liječnika



Slika 2 – Proces saponifikacije

U proljeće 1850. Semmelweis je održao govor o važnostima pranja ruku pred prestižnim bečkim medicinskim društvom. Njegova se teorija suočila s prihvaćenim medicinskim zakonima tog vremena te je medicinska zajednica odbila njegov prijedlog i još ga je uz to osuđivala. Povjesničari vjeruju da su njegovu teoriju odbacili jer ih je krivila za smrt mnogobrojnih pacijenata te nisu htjeli biti odgovorni za to. Unatoč smanjenju stope smrtnosti u rodilištima, bečka je bolnica bila primorana ukinuti obvezno pranje ruku. Iz tog razloga je Semmelweis napustio Beč i zaposlio se u porodilištu u Mađarskoj gdje su ostali liječnici slijedili njegov primjer pranja ruku. Nedugo nakon toga umro je od Alzheimerove bolesti no nije bio jedini koji je došao do te ideje. Louis Paster je proučavao Semmelweisov znanstveni rad i na osnovu toga razvio teoriju klica. Kirurzi su počeli redovito prati ruke 1870-ih, ali važnost svakodnevnog pranja ruku postala je univerzalna tek nakon više od jednog stoljeća kasnije. Tek 1980-ih kada su izbile zarazne bolesti, higijena ruku službeno je uvedena u zdravstvenu zaštitu s prvim nacionalnim smjernicama o higijeni ruku.²

Prvi susret sa sapunom

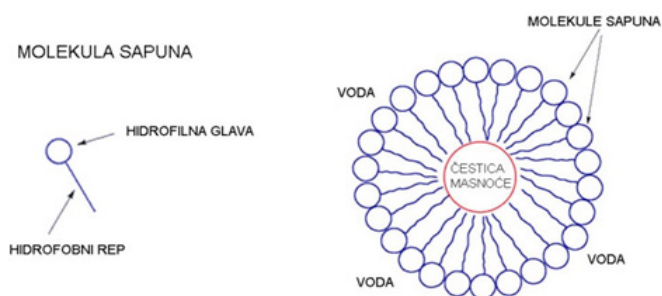
Iako je upotreba sapuna i svakodnevno pranje ruku došla naknadno, ljudi koriste sapun već dugo. Najraniji zabilježeni dokazi o proizvodnji sapuna datiraju oko 2800. godine prije Krista u drevnom Babilonu. Stoljećima unazad prije nego što su ljudi shvaćali modernu kemiju ili biologiju, primijetili su da određene tvari kada se pomiješaju s vodom, mnogo bolje obavljaju posao čišćenja od same vode.

Što je sapun?

Na najosnovnijoj razini sapun je posebna vrsta soli koja se dobiva iz biljnih ili životinjskih masti ili ulja - na primjer, loj (topljeni goveđa mast), kokosovo ulje i maslinovo ulje popularne su baze sapuna. Ulje ili mast kombiniraju se s otopinom alkalnog metala koja ih razgrađuje u sol.³

Kako djeluje sapun?

Opće poznata činjenica je da se ulje i voda ne miješaju. Na kemijskoj razini to je zato što su molekule masti koje čine ulje, masnoće i prljavštinu sve nepolarne molekule koje nemaju naboj, dok su molekule vode polarne. Nečistoće se tako miješaju s prirodnim uljima na koži i tamo zaostaju. Pranje ruku samo vodom je neučinkovito. Zbog toga koristimo sapun. Molekula sapuna se sastoji od polarnog dijela – glave, koja je hidrofilni dio i nepolarnog dijela – repića, koji je hidrofobni dio. Polarni kraj privlači vodu, dok nepolarni rep privlači nečistoće ili ulje. Repići se grupiraju u sredini okrenuti prema prljavštini, dok glave čine vanjsku stranu kruga okrenute prema okolnoj vodi. Struktura nalik na točak formirana krugom molekula sapuna oko prljavštine ili kapljice ulja naziva se micela.⁴



Slika 3 – Prikaz molekule sapuna i micela

Literatura

1. <https://www.nationalgeographic.com/history/article/handwashing-once-controversial-medical-advice> (pristup 2.5.2021.)
2. <https://globalhandwashing.org/about-handwashing/history-of-handwashing/> (pristup 3.5.2021.)
3. <https://prirodna.hr/kako-sapun-cisti> (pristup 4.5.2021.)
4. <https://www.defeatdd.org/blog/how-does-soap-actually-work> (pristup 4.5.2021.)

Gašenje požara nuklearnom eksplozijom

Ana Vukovinski (FKIT)

Razvoj nuklearnog oružja započeo je u prvoj polovici prošlog stoljeća, ubrzo nakon otkrića fisije 1938. godine. U proljeće 1945. dobiveno je dovoljno fisijskog materijala (izotopi ^{235}U i ^{239}Pu), pa je 16. lipnja te godine na području Novog Meksika izvedena prva nuklearna proba pod imenom Trinity, koja je označila novu eru u međunarodnoj politici i prekretnicu u povijesti čovječanstva. Dva mjeseca nakon, prva atomska bomba upotrijebljena u ratnim operacijama bačena je na Hiroshimu. Eksplozija koja je po jačini bila jednaka kao eksplozija 20 000 t TNT-a uništila je više od 10 km² gradske površine, ubila više od 66 000 ljudi, a ranila gotovo 69 000 stanovnika. Sljedeća atomska bomba bačena je na grad Nagasaki 9. kolovoza iste godine, koja je rezultirala nešto manjim razaranjima od eksplozije u Hiroshimi. Kroz idućih 30 godina razvijene su novije tehnologije izrade nuklearnog oružja, ali jednako tako razvile su se međunarodne inicijative za njegovim ograničavanjem.



Slika 1 – Nuklearna eksplozija odgovara eksploziji nekoliko desetaka tisuća tona eksploziva TNT-a.

Nuklearna ili atomska bomba temelji se na energiji oslobođenoj fisijom, odnosno raspadom jezgara teških atoma, poput uranija ili plutonija. Pogodena neutronom atomska se jezgra raspada, a masa nastalih jezgara i neutrona manja je od mase početne jezgre i neutrona, jer se dio mase pretvorio u energiju. Ukoliko je prisutna dovoljno velika masa fisijskog materijala može doći do pojave lančane reakcije uz pomoć oslobođenih neutrona. Nuklearna bomba fisijskoga tipa eksplozirat će kada se dvije potkritične mase fisijskoga materijala u prisutnosti izvora neutrona naglo približe. Fisijski se materijal u eksploziji brzo razleti, pa je njegovo iskorištenje malo, a energija koju mogu razviti fisijske bombe ograničena je na iznos koji odgovara energiji razvijenoj eksplozijom nekoliko desetaka tisuća tona eksploziva trinitrotoluena (TNT), kao što je ranije navedeno.

Izravni učinci nuklearnog oružja tijekom prvih sekundi eksplozije vidljivi su kroz zračni udar, toplinsko zračenje i početno ionizirajuće zračenje, a odgođene učinke imaju radioaktivne oborine i druga djelovanja na okoliš, koja nanose oštećenja u produljenom razdoblju od nekoliko sati do nekoliko stoljeća.¹

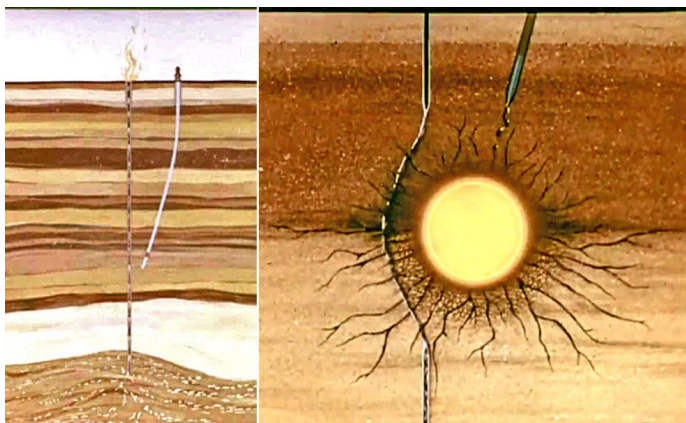
Nakon navedenih činjenica bilo bi suludo govoriti o nuklearnom oružju s pozitivne strane. Međutim, jedan nemili događaj iz 1963. godine promijenio je tumačenje nuklearnog oružja kao isključivo opasnog naoružanja.

U prosincu 1963. godine, bušenjem plinske bušotine (tzv. bunara) u plinskom polju Urta-Bulak na području južnog Uzbekistana, oko 80 km jugoistočno od Buhare, izgubljen je nadzor nad bušotinom, na dubini od 2450 m. To je rezultiralo neprekidnim gorenjem plina, a vatra iz bušotine trajala je više od tri godine, točnije 1074 dana.² U tom je periodu izgubljeno više od 12 milijuna m³ plina dnevno, što je dovoljno za dnevnu opskrbu plinom jednog grada. Tlak u formaciji iznosio je između 270 i 300 atmosfera.³



Slika 2 – Originalna fotografija iz 1963. godine, pokušaj gašenja vatre vodom.⁴

Tijekom sljedeće tri godine poduzeto je mnogo pokušaja površinskog zatvaranja bunara i gašenja plamena, korištenjem raznih tehnika koje su bile neučinkovite. Napokon, u jesen 1966. godine donesena je odluka da se bunar pokuša zatvoriti nuklearnom eksplozijom. Vjerovalo se da će nuklearna eksplozija omogućiti zatvaranje bilo koje rupe/kanala, koji se nalaze unutar 25-50 m od eksplozije, ovisno o prinosu. Nedaleko od mjesta bunara iskopane su dvije bušotine koje su omogućile smještanje nuklearne bombe na dubini od oko 1500 m u glinenoj zoni debljine 200 m, za koju se smatralo da je dovoljna za zadržavanje tlaka od 300 atm. Samu bušotinu bilo je potrebno ohladiti na temperaturu koju je eksploziv mogao podnijeti. Bomba je razvijena u laboratoriju za nuklearno oružje Arzamas, a detonirana je 30. rujna 1966. godine. Dvadeset i tri sekunde kasnije plamen se ugasio i bunar je bio zatvoren.



Slika 3 – Shematski prikaz metode gašenja požara nuklearnom eksplozijom.

Navedeni događaj bio je početak korištenja nuklearnog oružja u svrhe gašenja požara uzrokovanih curenjem zemnog plina. Nekoliko mjeseci nakon zatvaranja rupe Urta-Bulak, izgubljena je kontrola na drugoj visokotlačnoj bušotini u plinskom polju Pamuk. Tada je za gašenje požara korišten specijalni eksploziv razvijen u laboratoriju za nuklearno oružje Čeljabinsk. Dizajniran je i testiran da podnese visoke tlakove i temperature veće

od 100 °C. Dimenzijama od 24 cm u promjeru i duljinom od oko 3 m olakšana je njegova upotreba. U travnju 1972. godine još je jedan plinski bunar u istočnoj Ukrajini, 65 km jugozapadno od Harkova, zatvoren nuklearnom eksplozijom.

Posljednji pokušaj korištenja ove metode dogodio se 1981. godine na bušotini Kumzhinskiy, na sjevernoj obali zapadnog Sibira. Zbog pogrešnog položaja reljefne bušotine, eksplozija nije uspjela zatvoriti bunar. Tijekom korištenja ovih metoda gašenja požara, Ministarstvo za atomsku energiju Rusije izvještavalo je kako su eksplozije u potpunosti bezopasne i da na površini tla nije otkrivena radioaktivnost.³

Literatura

1. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Nuklearno oružje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža (pristup 14. svibnja 2021.)
2. Nordyke, M. D. (1998). The soviet program for peaceful uses of nuclear explosions. *Science & Global Security*, 7(1), 1–117. doi:10.1080/08929889808426448
3. <http://www.energyglobalnews.com/1966-ussr-detonated-first-nuclear-bomb-killing-urta-bulak-burning-well/> (pristup 14. svibnja 2021.)
4. <https://www.mirror.co.uk/news/world-news/soviet-union-detonates-nuke-underground-11169169> (pristup 14. svibnja 2021.)

KAKO SUNCE GORI BEZ KISIKA?

Gorenje na Zemlji podrazumijeva uvjete u kojima je kisik ključan za takav proces. No, Sunce ne "gori" na taj način tj. ono upće ne gori. Njegova toplina i svjetlost potječu od reakcija nuklearne fuzije koje oslobađaju ogromne količine energije.

SADRŽAJ
vol. 5, br. 7

KEMIJSKA POSLA

Plastika u kozmetici	1
Kemija balzamiranja	2
Prirodni pigmenti u prehrambenoj industriji	3
Online radionica spektroskopije NMR	5
Znanstveni dan na FKIT-u	5
Business week 2021.	6

ZNANSTVENIK

Razgradnja plastike kod kuće	8
MOXIE-proizvodnja kisika na Marsu	9
Nova skala elektronegativnosti	11
Mogu li čestice postići brzinu svjetlosti?	13

BOJE INŽENJERSTVA

Ekološki utjecaj nuklearne energije	14
Potencijalno rješenje za zagrebački otpad	18
Rast embrija u čaši	19

SCINFLUENCER

Povijest pranja ruku	20
Gašenje požara nuklearnom eksplozijom	22

