



Osamnaest

Uvo drevnog načina da sami, bez mnogo astronomskeg znanja i tehnologije, predvidite totalno pomračenje Sunca i to baš ono koje će se moći videti iznad vaše kuće. Za to su potrebne svega dve informacije – da znate kad se desilo poslednje takvo pomračenje i da zapamtite kako se pomračenja sa istom geometrijom ponavljaju na skoro tačno 18 godina. Hajde da se okušamo sa ovim. Znamo da se poslednje totalno pomračenje koje je bilo vidljivo iznad naših krajeva dogodilo 11. avgusta 1999. godine, onog neslavnog datuma kad je tadašnji režim kroz potpuno kontrolisane medije raširio strah i paranoju srednjovekovnih razmera, pa je dobar deo Srbije ostao zaključan pred jednim prelepim nebeskim fenomenom. Ako, dakle, na taj datum koji simbolizuje potpuni krah kulture nauke od kog se još uvek oporavljamo, dodamo osamnaest godina, ispostavlja se da sledeće pomračenje možemo očekivati 2017. godine, a ono posle njega 2035, pa 2053, 2071. itd. Ovakav niz godina zapravo predstavlja jedan takozvani Sarosov ciklus, konkretno ciklus pod brojem 145. Sarosovi ciklusi eklipsi (pomračenja) poznati su još iz Vavilona, a kasnije su ih koristili i egipatski i grčki astronomi, čiju je reči “saros” astronom Edmund Halej 1691. godine pozajmio da nazove cikluse u kojima se ponavljaju pomračenja sa istim geometrijama. Stvar je, međutim, u tome što se pomračenja ne događaju samo na svakih osamnaest godina, već mnogo češće, ali se ne vide sva sa istog mesta na Zemlji. Zato jednom imamo pomračenje nad Kinom, drugi put nad Australijom, treći put nad Srbijom, ali su ona međusobno grupisana po Sarosovim ciklusima. Naime, Sunce, Mesec i Zemlja se periodično, u razmacima od 18 godina postavljaju na približno ista mesta, pa se može očekivati da se predstava koju na nebu izvode ova tri tela ponavlja nakon osamnaest godine na isti način, i za istu publiku. Međutim, ako ste već, posle ove zgodne priče, počeli da broju osamnaest pridajete kakve nebeske osobine, odustanite od toga, jer je sve znatno komplikovanije. Naime, pomračenja se ponavljaju ne baš na 18 godina, već na 18

godina i 11 dana, na šta se mora dodati i jedna nesrećna trećina dana. Tako će se “naše” sledeće totalno pomračenje odigrati 21. avgusta 2017, ali ne oko 14 sati, već će se to desiti kasno, u deset do osam, baš negde pred kraj Drugog dnevnika. To znači da će se ono zapravo najbolje videti iznad Amerike, a mi ćemo predstavu videti samo delimično. Na sledeće lepo pomračenje iz 145. serije čekaćemo sve do 2. septembra 2053. kad će ono doći pre podne i blizu naših krajeva. Sarosove serije su inače posledice same prirode pomračenja koje nastaje kad se Mesec nađe na liniji između Sunca i Zemlje. Za to je potrebno da mesec bude pun, ali i da na nebu prođe kroz Sunčevu prividnu putanju, takozvanu ekliptiku, kao i da bude na istom odstojanju. Tokom svog kruženja oko planete, Mesec osciluje na razne načine, pa astronomi razlikuju takozvani sinodični mesec (29,53 dana između dva puna meseca), drakonistički (27,21 dan između dva prolaska kroz ekliptiku) i anomalistički mesec (27,55 dana između dva ista rastojanja od planete). Ako volite cele brojeve dana i još pride malo množite, ispostavlja se da tek 223 sinodička meseca traju otprilike isto koliko i 242 drakonistička, što je jednako kao 239 anomalističkih meseci. To je inače period od 18 i kusur godina, koliko je potrebno da se pomračenje ponovi sa otprilike istom geometrijom. I sa istim strahovima i simbolima dole na Zemlji. Za to vreme, u većini država, ljudska osoba može da odraste i stekne zakonsko punoletstvo. Sa osamnaest je moguće svašta učiniti, ali najčešće je to samo spoznaja da se zapravo u praksi može ostvariti vrlo malo. No, osamnaest bar pruža samostalnu mogućnost izbora. Sam broj se, kao u jevrejskoj tradiciji, može dodeliti reči “živ”, ili sasvim suprotno, kao kod neonacista, može biti vezan za inicijale Adolfa Hitlera. Može i kao kod Rimljana predstavljati rodbinu ili kao kod Kineza 18 delova pakla. Okušajte se sami sa ovim brojem. Najjednostavnije je sabrati njegove cifre i udvostručiti ih.



Semafor na vrhu krošnje

Ako su listovi i krošnje stabala zeleni zbog prisustva hlorofila, a žuti zbog njegovog odsustva, šta ih nagoni da u jesen dobiju sve one raskošne nijanse crvenog i čitav spektar svakojakih boja? Zbog kakve pretnje je evolucija naučila biljke da s jeseni oblače sve te ratničke boje

Piše: Ivan Umeljčić

Početak jeseni, neposredno pre opadanja i truljenja na zemlji, listovi mnogih biljaka u umerenom klimatskom pojasu počinju da se razmeću pravim vatrometom boja. Poznato je da neke boje listova, recimo žuta, postaju vidljive nakon razgradnje hlorofila, koji je, pak, “odgovoran” za njihovu zelenu boju. Dakle, žuta boja listova je sporedna posledica fizioloških procesa koji se dešavaju u ovo doba godine, a biljku ne košta ništa da je proizvede. Međutim, stvari su nešto složenije sa crvenim listovima. Crveni antocijanini proizvode se upravo tokom jeseni, što govori da u ovo doba godine stabla posebno investiraju u njih. Nameće se logično pitanje: zbog čega biljke čine ovaj dodatni napor? Fiziološka uloga antocijanina toliko je raznovrsna da ih neki biolozi nazivaju “švajcarskim nožem prirode”. Između ostalog, oni su moćni antioksidanti, zaštita od fotoinhibicije, funkcionišu kao “sudopera” za štetne supstance, zagrevaju listove i pružaju zaštitu od radijacije.

Međutim, dva istraživanja sa početka ove decenije ističu radikalno drugačije objašnjenje, koje glasi da jarke jesenje boje predstavljaju *upozoravajuće signale upućene biljnim vašima* i da govore o odbrambenoj snazi stabla koje ih proizvodi. Ova hipoteza pokrenula je zanimljivu debatu između fiziologa, s jedne strane, od kojih većina veruje da jesenje boje listova služe *fiziološkim* procesima u listovima, i nekih teoretičara evolucije, s druge strane, koji pretpostavljaju

da takvo izobilje boja mora služiti *signalnoj* funkciji.

Treba imati u vidu da boje nisu prosta fizička svojstva stvari, već da su generisane u mozgovima životinja i da zavise od čulnog aparata kojim je evolucija opremila potencijalnog posmatrača. Receptori za boje insekata i ljudi fundamentalno se razlikuju, pa nešto što nama izgleda živahno, njima može izgledati tmurno, a ono što je nama zastrašujuće, za njih bi moglo da bude veoma privlačno. Neki biolozi skreću pažnju na to da se treba odupreti iskušenju da se svemu što je obojeno pripiše signalna funkcija, a kao primer za to navode žutu boju žumanceta ili narandžastu šargarepe.

Na samom početku novog milenijuma pojavila su se, gotovo istovremeno, dva članka nezavisno jedan od drugog, prvi čuvenog biologa Vilijama D. Hamiltona (koautor S. P. Brauna), i drugi mladog italijanskog evolucioniste Marka Arčetija, koji ukazuju na signalnu funkciju crvene boje listova, što je predstavljalo radikalno odstupanje od klasičnih teorija o jesenjim bojama listova. Ova neobična hipoteza proizvela je jednu od zanimljivijih naučnih debata u poslednjih nekoliko godina.

Prema signalnoj ili, kako se još naziva, koevolutivnoj hipotezi, jesenje boje su *signal kvaliteta* upućen insektima koji u jesen migriraju na krošnje stabala. Crvena, tako, može biti signal da neko stablo nije prikladan domaćin insektima, zbog toga što je opremljeno efikasnom hemijskom zaštitom, ili zato što ima slabu hranljivu vrednost, ili jer mu uskoro predstoji opadanje listova, ili zbog bilo koje druge karakteristike koja bi insektima trebalo da ukaže na njegovo

Talasna dužina iluzije

Pre tačno 200 godina poznati nemački književnik Johan Volfang Gete (1749–1832) objavio je knjigu *Teorija boja* (*Zur Farbenlehre*) u kojoj su data neka od prvih, suvislih objašnjenja šta su boje u stvari. Naizgled, krajnje je neobičan detalj da se pesnik poput Getea 1810. godine bavio naučnim istraživanjem boja, ali je ovo Geteovo delo svojim pristupom omogućilo da se pored istraživanja optičkog spektra, onako kako su ga izučavali fizičari, otvori i polje ispitivanja fenomena ljudske percepcije boje. Iz toga je iznikla današnja teorija boje, kojom se za potrebe vizuelnih i likovnih umetnosti objašnjava mešanje boja i vizuelnog efekta pojedinih kombinacija boja.

Gete se za fenomen boje zainteresovao nakon što je pogledao jedno prelamanje svetlosti kroz prizmu i njeno “deljenje” na dugine boje. Shvativši da o nastanku i viđenju boje tadašnja nauka nema baš sasvim jasne odgovore, suočio se sa ovom temom i ispitao neke od fenomena. Geteova *Teorija boja* nije bila aksiomatski ustrojeno delo, već više pregled onoga što se o fenomenu boje moglo razlučiti – ni u vreme kad je objavljena, Geteova knjiga nije imala neki poseban naučni značaj, ali je bila inspirativna za umetnike i filozofe u XIX veku.

Gete se, logično, u svojim analizama oslonio na temeljnu teoriju koju je već dao Isak Njutn (1643–1727) u knjizi *Optika* iz 1704. koja se smatra pionirskim delom o prirodi svetlosti i prvim naučnim objašnjenjem kako boje nastaju. Njutn je svojim čuvenim eksperimentom sa prelamanjem svetlosti kroz prizmu objasnio kako je boja zapravo svojstvo same svetlosti i da ona nije prosto karakteristika predmeta.

No, Gete je ispravno uvideo da je Njutnovo objašnjenje kako se svetlost “sastoji” samo od sedam boja u spektru koje se kombinuju nije sasvim potpuno i, što se ređe pominje, odbacio je Njutnovu teoriju svetlosti koja je sačinjena od čestica, ali se nije priklonio ni suparničkoj Hajgensovoj školi da je svetlost talas. Geteova tvrdnja da nije ni talas ni čestica zapanjuje se dobro poklapa sa savremenim kvantnomehničkim objašnjenjem ponašanja svetlosti. Gete je nacrtao i točak sa šest boja, a nemački su naučnici krajem XIX veka podrobnije razradili i takozvani RGB sistem sa tri osnovne boje: crvenom, zelenom i plavom.

No, šta je boja zapravo? Može se tvrditi da je ona samo ljudska iluzija, ali najtačnije je reći da je boja ljudska vizuelna perceptivna karakteristika. Naime, čovek je zahvaljujući receptorima u retini oka u stanju da vidi jedan deo elektromagnetnog spektra i to onaj koji ima talasne dužine između 380 i 780 nanometara, što najčešće nazivamo vidljivim spektrom (svetlost ili zračenje sa većom ili manjom talasnom dužinom spadaju u radio-talase, mikrotalase, infracrveno zračenje, X zračenje ili gama zračenje).

Svako monohromatsko zračenje koje potiče od nekog izvora svetla ima tačno određenu talasnu dužinu koja na primer može iznositi 570 nanometara. Ovo zračenje u ljudskom oku vidimo kao svetlost tačno određene boje, što je u našem slučaju žuta boja. No, Sunčeva ili bela svetlost nije monohromatska i sastoji se od “smese” više monohromatskih svetlosti, što se sasvim jasno proverava u ogledima poput onog u kome je Njutn prelamanjem razdvojio belu svetlost na sedam boja, a može se sresti i u prirodi u feno-

loše stanje. Potencijalni primaoci “crvenog” signala su one vrste insekata koje sa svojih letnjih domaćina, najčešće zeljastih biljaka, migriraju u jesen na krošnje stabala. Poznato je da biljne vaši sleću tokom jeseni na listove drveća na čijim granama polažu jaja, najčešće veoma blizu zimskih pupoljaka. Jaja će se ispiliti na proleće, a biljne vaši razviti na granama i naneti štetu domaćinu pre nego što se odsele na letnju destinaciju.

Mnogi insekti su pod snažnim pritiskom prirodne selekcije da



OTKRIVANJE BOJA: Eksperiment sa prizmom Isaka Njutna, XVII vek; Krug osnovnih boja pesnika Johana V. Getea, XIX vek



menima poput formiranja duge. Pojednostavljeno se može reći da su pojedine talasne dužine vidljive svetlosti u stvari njene boje, ali treba biti obazriv sa ovakvim objašnjenjem jer druga bića svetlost iste talasne dužine ne moraju da vide na isti način, u istoj boji kao čovek.

Treba naglasiti da predmeti i svet oko nas zapravo nemaju svoje “sopstvene boje”. Kada svetlost padne na određeni predmet ili materijal, neki delovi spektra svetlosti se dobro apsorbuju, a neki se odbijaju, što samo po sebi jeste prava karakteristika materijala. Kada se predmet posmatra do oka stižu samo oni delovi spektra, odnosno one “boje” koje su odbijene, što u oku i mozgu stvara iluziju da predmet ima tu boju. No, suština je da je obojenu sliku predmeta koju vidimo, ma kako ona bila raskošna, uzbudljiva ili depresivajuća, zapravo nije stvorio predmet, već svetlost koja sama u sebi “nosi” i sve moguće boje. U potpunom mraku nema boje.

Najzanimljivija je teza kako uopšte nije obavezno da svetlost jedne iste boje svaka ljudska jedinka u svom mozgu vidi kao jednu istu boju. Šta ako osoba A svetlost od 570 nm doživljava kao plavu, a osoba B kao crvenu? To ne predstavlja problem u komunikaciji budući da je u svakodnevnom jeziku svi nazivamo žutom. No, ovo pitanje bolje nego išta drugo ukazuje kako svet uopšte ne mora biti jednak u percepciji dveju osoba.

Razmislite o njemu. Ugasite svetlost i pokušajte da u potpunoj tami dodirnom osetite sve te predmete oko sebe, svoje telo, tkanine, fotelje, stolove i zidove, sve te konstrukcije načinjene od milijardi čvrsto vezanih molekula na kojima se ne nalazi nikakva boja. Sav taj mrtvi bezbojni svet. Gotovo sigurno ćete poželeći da vratite svetlost. I da iznova oživite boje, ma koliko da su one samo naše iluzije.

S. BUBNJEVIĆ

pronađu prikladnog domaćina pošto je letnja migracija presudan korak u njihovom životnom ciklusu. A pošto reaguju na određene boje, smatra se da boju listova prihvataju kao signal o kvalitetu stabla. Vaši poseduju impozantan reproduktivni potencijal. Francuski entomolog i vojni strateg Rene Reomir (1683–1757) utvrdio je da jedna jedina vaš za samo šest nedelja stvori 5,9 miliona potomaka, što nesumnjivo ukazuje da nastanjanje ovalikog broja predatora na jednu biljku može biti pogubno. Stoga, jasno je i da je neko stablo takođe pod

Alternativne teorije

NEADAPTIVNO OBJAŠNJENJE

Jesenje boje su usputni proizvod starenja listova, detoksikacije sekundarnih metabolita ili drugih biohemijskih procesa, ali se nisu razvile zbog neke posebne svrhe i ne donose nikakvu posebnu adaptivnu prednost biljkama. Prema ovoj teoriji, koja je prihvaćena kao standardno objašnjenje u mnogim udžbenicima, trebalo bi odbaciti sve adaptivne hipoteze o jesenjim bojama.

OTPORNOST NA SUŠU

Prema ovoj teoriji, jedinke i vrste koje su izloženije većoj opasnosti od vodnog stresa trebalo bi da prikazuju više jesenjih boja. Brojni činioci iz životnog okruženja izazivaju vodeni stres u tkivima biljaka a proizvođenje antocijanina predstavlja odgovor. Međutim, ne postoji evidencija o tome da biljne vrste izložene većoj opasnosti od suše prikazuju više jesenjih boja, ili da su crveni fenotipovi rezistentniji na vodeni stres. Kritičari ove teorije naglašavaju da je nejasno zbog čega bi rezistentnost na sušu bila posebno važna biljkama u jesen. Štaviše, često se događa da suša uzrokuje preuranjeno opadanje listova, bez prethodnog proizvođenja jesenjih boja.



snažnim pritiskom prirodne selekcije i da može da profitira ukoliko spreči ili barem smanji posete insekata koji mogu da pričinu nenadoknadivu štetu, naročito u proleće, kada se naredna generacija biljnih vaši bude izlegla iz jaja položenih u jesen. Stabla bi mogla da profitiraju slanjem odgovarajućeg signala koji bi biljne vaši držao na propisnoj udaljenosti. Javor, recimo, može da proizvede 280 odsto više mase ukoliko nema vaši, a treba spomenuti i da one ne ugrožavaju stabla samo direktno, kroz ishranu, već i indirektno, kao potencijalni prenosioci virusa, patogenih gljivica i bakterija.

Prema signalnoj teoriji, insekti koji se u jesen premeštaju na krošnje stabala pre će se naseliti na zelene ili žute listove nego na one crvene boje, pa će stabla sa crvenim listovima profitirati jer će ih posetiti manji broj insekata. Smatra se da su jesenje crvene boje i sklonost insekata prema zelenim i žutim listovima plod koevolucije; crveni listovi da bi se smanjila šteta koju evidentno pričinjavaju insekti; a sklonost insekata prema zelenim i žutim listovima kao adaptacija za pronalaženje najprikladnijih stabala-domaćina.

Koja stabla proizvode crvenu boju listova? Ukoliko je crvena za biljku *skup* signal, onda se nameće odgovor da je reč o snažnijim i vitalnijim stablima. Međutim, kako tvrdi evolucionista Marko Arčeti, pre će biti da slabija i osetljivija stabla snažnije prikazuju jesenje boje zbog toga što ona imaju više potrebe da izbegnu insekte. A vrste koje raspolažu sa najviše hranljivih materija mogu sebi priuštiti da obnove masu koju su izgubile usled povećane najezde biljoždera. Zbog toga će manje investirati u odbrambene mehanizme, odnosno crvenu boju listova, a znatno više u prolećni razvoj.

Signalna teorija potkrepljena je i empirijskom evidencijom koja pokazuje da su biljne

OBELEŽAVANJE PLODOVA

Boje privlače ptice i ostale organizme ka neupadljivijim plodovima omogućavajući na taj način bolje raznošenje semena. Prema ovoj teoriji, vrste sa jesenjim bojama trebalo bi da budu one čija semena raznose životinje i čiji plodovi dozrevaju u jesen, a stabla sa više jesenjih boja trebalo bi da privuku više životinja-prenosilaca semena. Ovu teoriju ne podržava nijedno istraživanje. Problem predstavlja i to što je relevantna samo za one vrste kod kojih plodovi dozrevaju u jesen, a kojima životinje raznose semena.

KAMUFLAŽA

Jesenje boje čine listove manje uočljivim za insekte koji migriraju na drveće tokom jeseni. Crvena ne odaje bilo kakav kvalitet nekog stabla, već mu jednostavno služi za kamuflažu. Ova teorija veoma je slična koevolucionoj signalnoj teoriji, s tim što se od insekata ne očekuje da se drugačije ponašaju na stablima koja prikazuju različite jesenje boje. Prikrivanje podrazumeva da stabla koriste osobine percepcije boja kod insekata kako bi "sakrili" svoje listove, ali se pretpostavlja da će biti selektivnog pritiska na insekte da razviju kontraadaptaciju na okolnosti.

ANTIKAMUFLAŽA

Jesenje boje čine parazite koji borave na listovima upadljivijim njihovim predatorima i parazitoidima. Ovu hipotezu predložio je Lev-Yadun (2004) kao opšte objašnjenje boja (ili obojenosti) kod biljaka. Prema ovoj teoriji, vrste koje u jesen prikazuju najživlje boje listova jesu one koje je evolucija "spojila" sa parazitskim insektima i njihovim predatorima ili parazitoidima, a insekti bi trebalo da budu uočljiviji na jesenjim listovima. Još uvek ne postoji dostupna evidencija koja bi potvrdila ovu teoriju, koja u poređenju sa koevolucionom hipotezom podrazumeva složeniju vrstu interakcije.

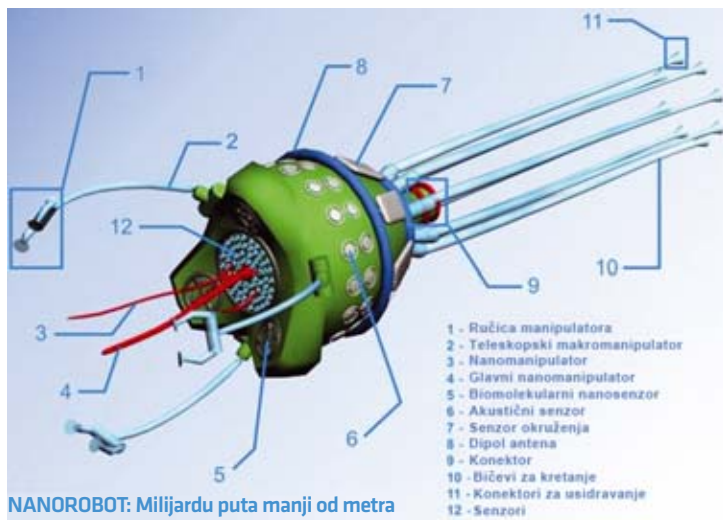
vaši sklonije zelenim i žutim nego crvenim listovima. Dokazano je da crvena boja za 70 odsto manje privlači vaši nego zelena i žuta. Međutim, treba naglasiti da ova činjenica nije posledica utiska živahnosti koji crvena boja proizvodi u ljudskoj percepciji, pošto biljne vaši ne vide boje na isti način kao mi. Njihov odgovor na crvene listove zasnovan je na realnoj sposobnosti da razlikuju zelenu i žutu od crvene boje. Protivnici signalne teorije jesenjih boja kao glavni argument navode činjenicu da mnogi insekti, uključujući i biljne vaši, nemaju fotoreceptor za crvenu, pa da zbog toga ne mogu da budu privučeni ili odbijeni crvenom bojom. Međutim, danas se zna da biljne vaši mogu da razlikuju crvenu od zelene prema odnosu zelene i plave. Da ova hipoteza nije samo teorijska konstrukcija, ukazuje i istraživanje koje je na primeru 262 različite biljne vrste pokazalo da crvenu boju prikazuju upravo one vrste koje predstavljaju omiljeno jesenje i zimsko prebivalište biljnih vaši. Drugim rečima, vrhunac vatrometa jesenjih boja poklapa se sa vrhuncem jesenje seobe biljnih vaši.

Ovaj kratak pregled o evoluciji jesenjih boja završićemo rečima Vilijama Hamiltona: "Stabla će biti iskrena u vezi sa svojom prikladnosti ili neprikladnosti prema biljnim vašima zbog toga što naprosto nisu u stanju da lažu. Ona postupaju na isti način kao i paun ili mladić koji nosi zlatni lančić u diskoteci: ukoliko šaljete skupocene signale, morate da imate dobar razlog zbog koga ih stvarate, što osigurava da signali budu pouzdan pokazatelj realnog stanja stvari, odnosno da će preneti pouzdanu informaciju potencijalnom primaocu." Tako glasi teorija.



Autor je filozof i urednik Pčelarskog žurnala, časopisa za pčelarsku kulturu i popularizaciju nauke

Čudesni šarm gospođe Nano



NANOROBOT: Milijardu puta manji od metra

Nanotehnologija, kao jedna od najdinamičnijih naučnih oblasti današnjice, ima i svoju drugu – mračnu stranu. Ponekad se spominje kako bi usavršavanje takozvanih molekularnih nanotehnologija moglo dovesti do razvijanja oružja opasnijih od današnjih atomskih bombi. Novi opaki nanolekovi i nanodroge su jedna vrsta pretnje, a nanoroboti druga – u svakom slučaju nanonauke bi mogle da dovedu do stvaranja nevidljivih, minijaturnih neprijatelja koji se mogu ne samo sakriti na svakom mestu, već mogu ući u ljudska tkiva, mašine i kompjuterske procesore. Međutim, s obzirom na stotine hiljada, praktično milione istraživača i inženjera koji su danas aktivni u ovoj oblasti, izvesno je da se razvoj nanotehnologije neće zaustaviti zbog straha ili teorije zavere i bez obzira na sve moguće posledice. Ako ima budućnosti, dobar njen deo će biti u nanosvetu.

Zašto je nanotehnologija tako uzbudljiva naučnicima? Naime, zbog toga što čovek, mada se možda čini da je drugačije, jedva da je u stanju da zaista stvara “sintetičke” materijale. Do sada su se, u otkrivanju i korišćenju sintetičkih materijala, stvari svodile na rudarsko kopanje dok se ne dođe do rude određenih svojstava koja se potom hemijski menja i obrađuje, sve dok se ne dobije materijal koji zadovoljava nešto od onog što je ljudima potrebno. Nanotehnologija je omogućila ljudima da praktično prvi put u istoriji, na nivou molekula, barataju konkretnim gradivnim česticama i da slaganjem “atoma na atom” čovek kontrolisano stvara neke sasvim

nove vrste materijala. Kada je svaki atom “na svome mestu”, novostvoreni materijal je ekstremno pravilan i čist.

Dobar primer je molekularna cev – buktjeb (*buckytube*), koja predstavlja pravi materijal budućnosti. Istraživači sa univerziteta Rajs u Teksasu postavili su sebi cilj da naprave cev sastavljenu od specifično povezanih atoma ugljenika čija će predviđena jačina biti negde između 1,2 do dva puta veća od one koju ima dijamantsko vlakno, ili 100 do 150 puta veća od jačine čelika, sa samo četvrtinom njegove težine. Predviđa se da će buktjeb imati 50 do 100 puta veću provodljivost nego bakar. Takav materijal bi imao visoku otpornost na toplotu i predstavljao bi revoluciju u prenosu energije.

Pitanje je kada će nanocev biti napravljena u tom obliku da zameni bakarne dalekovode i koliko će koštati proizvodnja takvog materijala. Kao i sa drugim nanoproduktima, pretpostavlja se da će biti skupo konstruisati i napraviti prvu mašinu – assembler – a svaka sledeća će biti mnogostruko jeftinija.

To je lako shvatiti kad se zna da su assembleri sposobni da konstruišu sopstvene kopije na isti način kao što bi konstruisali druge proizvode zasnovane na nanotehnologiji, na primer odeću otpornu na fleke i prljavštinu. Assembleri će biti male fabrike koje će graditi molekularne strukture prateći instrukcije računara.

Ovo su neočekivane prednosti koje dolaze iz nanosveta, a kakvih nema na drugim redovima veličine. Naime, nanotehnologija je

Naučni kafe

Ove jeseni ponovo nas očekuje “Naučni kafe”, mesto na kom se o naučnim temama razgovara na zanimljiv način. U televizijskom studiju RTS u Košutnjaku mladi naučnici, stručnjaci i radoznalci, uz šolju kafe, razgovaraće o novim zanimljivim temama, a sve to organizuje, kao i godinama unazad, British Council u saradnji sa Radio-televizijom Srbije. Cilj “Naučnog kafea” je da mladim naučnicima omogući da komuniciraju sa širom javnošću na razumljiv i inspirativan način. Ideja British Council-a je da se nauka, zahvaljujući ovom projektu, izmeštava iz tradicionalnog okruženja, predstavi publici na pristupačan i neformalan način.

oblast nauke koja u poslednjih par decenija intenzivnije proučava onaj deo sveta koji je nekako ostao preskočen. Ljudi su se uz mikroskope polako spuštali do nivoa mikrona, do biološke ćelije i ćelijskih organela, a onda početkom XX veka skočili mnogo dublje, krenuli da istražuju svet atoma, a potom i raznih subatomske čestice, ostavljajući neistraženim ceo nanosvet. Sve donedavno.

Reč *nano* je samo oznaka indeksa u SI sistemu jedinica, a nanometar predstavlja milijarditi deo metra, 10^{-9} m. Kad se kaže nanotehnologija ili nanometarijal misli se na materijale i tehnologije čija je veličina na ovoj skali – od 1 do 100 nanometara. Atomi su bukvalno za jedan red veličine manji, od pedesetak do petsto pikometara, a na ovoj nano skali žive najčešće – molekuli. I to molekuli sa složenijom strukturom – najpoznatiji takav prirodni molekul je DNK, o čijim fascinantnim svojstvima ne treba ni govoriti. A otkako su se ljudi spustili na ovaj nano nivo, počeli su da prave znatno “blesavije” strukture i od njega.

Primenu nanotehnologije naučnici vide u industriji gde bi glavnu novinu predstavljali novi superkvalitetni materijali, u kontekstu medicine se govori o nanobotima koji će juriti kroz naš organizam u potrazi za obolelim ćelijama sa ciljem da ih eliminišu. Nije nemoguće otkrivanje lekova protiv starenja i raka. Računarski procesori konstruisani u nanotehnologiji bili bi milijardu puta brži nego današnji silicijumski. Energetika svoj nanonapredak vidi u molekularnim motorima i propelerima kao i mikro-napajanjima 200 do 1000 puta efikasnijim od konvencionalnih baterija.

Priredio: MIRKO RUDIĆ



Putovanje na kraj noći

Zamislite svet u kome se struja kroz električne vodove na svakodnevnim temperaturama provodi bez otpora. Između gradova bi se prostirali dalekovodi kroz koje električna energija putuje bez gubitaka a svet bi bio pun svakojakih čudesnih mašina sa ogromnim magnetnim poljima kao što su džinovske posude u kojima se skladišti plazma a koje, za razliku od današnjih pokušaja, ne bi trošile čudovišnu količinu struje.

Mada je ovakva ideja uvrnuta i za SF priče, teorijski je moguće proizvesti materijale kroz koje električna energija gotovo na sobnoj temperaturi prolazi bez otpora. Istraživanja u oblasti visokotemperaturne provodnosti, mada ponekad prihvaćeni sa sumnjičavošću naučne zajednice, poslednji su „krik mode“ u čitav vek dugom istraživanju fenomena superprovodnosti, jednog od retkih kvantnih fenomena koje možemo da vidimo u našem makroskopskom svetu.

Zbog „ograničenja i mogućnosti“ koje čestice imaju u kvantnom svetu, pokazuje se da materijali kada su ohlađeni do izuzetno niske temperature, samo koji stepen više od apsolutne nule (-273°C), počinju da se ponašaju „ludo“ i dobijaju osobinu superprovodnosti tako da praktično provode struju bez električnog otpora. Ideja da se ova karakteristika praktično primeni do sada je obično bila

ograničena zahtevom da se „provodnici“ ohlade na ove enormno niske temperature, no, svedoci smo da danas postoje mašine koje koriste superprovodnost kao što su magneti u Velikom sudaraču hadrona, LHC, u Cernu kod Ženeve, što je najveća ikad izgrađena superprovodna mašina.

Međutim, da li je zaista moguće napraviti uređaje koji bi bili superprovodni a da nisu ohlađeni na tako niske temperature? Jedan od ljudi koji su dali gotovo pionirski doprinos da se ovaj san približi zbilji jeste fizičar našeg porekla Igor Herbut, koga su lutanja po neistraženim kvantnim područjima u svetu kristala suočila sa visokotemperaturnom superprovodnošću.

„Visokotemperaturna superprovodnost je uvek bila brutalna istraživačka oblast, i mnogi su me napadali, ali i podržavali na raznim konferencijama. Uprkos svemu, ugled mi je primetno porastao nakon svega, čak i kod protivnika. Na teoriji elektronske strukture grafina na kojoj sada radim, u drugačijoj sam poziciji, a i samo polje istraživanja je mnogo kolegijalnije i prijatnije“, objašnjava Igor Herbut.

Osim ove dve oblasti, on se bavi i drugim problemima fizike čvrstog stanja, kao što su fazni prelazi i kvantni Holov efekat. Godine

2006. bio je u samom vrhu najuticajnijih autora Američkog društva fizičara. Kao jedini potpisnik, 2002. godine objavio je dva rada na temu visokotemperaturne superprovodnosti, jedan u najprestižnijem časopisu za fiziku „Physical Review Letters“, a drugi, znatno duži rad, u „Physical Review“. „Tu sam dao jednu novu formulaciju ovog klasičnog problema koji je bacio novo svetlo na izvesne fenomene u ovim materijalima, i povezo taj problem sa nekim drugim problemima u teoriji elementarnih čestica. Mislim da su mi ti radovi za sada najpoznatiji, mada se nadam da će mi neki od skorijih radova o grafenu biti na duge staze značajniji. Vreme će pokazati“, kaže Herbut. Među svoje najznačajnije radove ubraja i knjigu *Modern approach to critical phenomena*, koju je objavio 2007. u „Cambridge University pressu“ a koja je mešavina istraživačke monografije i udžbenika za postdiplomce.

Trenutno je redovni profesor na univerzitetu „Simon Fraser“ u Vankuveru, gde vodi mali istraživački tim u kom su dva doktoranta i jedan doktor nauka. Aktivno saraduje sa kolegama u Floridi, Tokiju, Lajdenu i na Univerzitetu u Britanskoj Kolumbiji.

Pošto je stekao diplomu iz teorijske fizike u Beogradu, 1989. otišao je u Baltimor, na univerzitet „Johns Hopkins“. „Doktorirao sam 1995, i suočen sa očajnom situacijom u tadašnjoj SR Jugoslaviji, emigrirao sam u Kanadu, gde sam bio ‘post-dok’ istraživač na Univerzitetu Britanske Kolumbije, tri godine, kao stipendista Kanadske državne naučne fondacije i privatnog Killam fonda. Godine 1998. sam odbio

SUPERPROVODNOST: Budućnost i Kuperovi parovi elektrona koji “super-provode” struju (gore); Levitacija superprovodne kocke na temperaturi tečnog azota



drugi takav post-dok aranžman kod nobelovca Roberta Schrieffera u Floridi, i prihvatio svoju prvu profesuru na Dalhousie univerzitetu u Halifaxu, gde sam kao *assistant professor* ostao samo 10 meseci, do juna 1999“, priseća se Herbut.

Predstavljamo naše naučnike u svetu

IME I PREZIME: Igor Herbut

OBRAZOVANJE: Herbut je završio Matematičku gimnaziju u Beogradu, a nakon toga, kao student generacije, teoretsku fiziku na Univerzitetu u Beogradu. Dalje obrazovanje nastavio je u Baltimoru na „Johns Hopkins“ univerzitetu gde je i doktorirao 1995. godine.

KARIJERA: Kao postdoktorant karijeru je započeo na Univerzitetu Britanske Kolumbije, sledi mesto asistenta profesora na Dalhousie i „Simon Fraser“ univerzitetu. Od 2002. do 2005. bio je gostujući profesor na Institutu za tehnologiju u Tokiju, a poslednje četiri godine u zvanju profesora radi ponovo u Kanadi, na „Simon Fraser“ univerzitetu.

INTERESOVANJA: Istorija i filozofija nauke, film, slikarstvo XX veka, jezici.



Šta je presudno doprinelo njegovoj karijeri? „Doktorirao sam u najgore vreme za mlade fizičare, kada je posla na univerzitetima bilo izuzetno malo. Na sreću, kao post-dok uspeo sam da objavim par zapaženih radova, koji su mi nekako osigurali prvu profesuru, a posle je išlo lakše“, kaže Herbut.

Kako objašnjava, oblast koju istražuje – fizika kondenzovanog stanja – veoma je široka pa pretpostavlja da će se u njoj zadržati, odnosno da je neće menjati, ali je moguće da će se baviti nekim drugim problemom u istoj oblasti – onim koji je atraktivan, relativno značajan, za koji ima da kaže nešto novo.

Istraživanja kojima se bavi ispunila su očekivanja koja je imao kad je izabrao da se bavi naukom. „Još kao student sam želeo da se bavim upravo tim tipom problema kojim sam se na kraju i bavio. To su problemi kvantnih sistema sa puno čestica koji kombinuju intelektualno atraktivne i duboke fizičke ideje sa složenom matematičkom fizikom, a opet su bliski eksperimentu. Problemi koji daju nešto kvalitativno novo na kraju, vredno saznanja“, objašnjava Herbut.

Samo je donekle moguće ovakva istraživanja obaviti u Srbiji, mada, kako kaže Herbut, sigurno ne u meri u kojoj je bilo moguće na američkom kontinentu, koji je centar sveta za fiziku. „Tu sam bio izložen najinteresantnijim problemima, bio sam u ličnom kontaktu sa vodećim ljudima iz celog sveta, pohađao sam i predavao na nebrojeno mnogo konferencija i škola, i bio i ostao potpuno posvećen nauci, svaki dan. To je nemoguće imati bilo gde drugde, i zato ljudi čak i iz naučno najrazvijenijih zemalja kao što su Japan i Nemačka odlaze u Severnu Ameriku na školovanje i usavršavanje. Ja sam igrom slučaja tu i ostao“, kaže Herbut. Iako direktno ne saraduje sa kolegama iz Srbije, u kontaktu je s kolegama sa Instituta za fiziku u Zemunu, kao i sa Fizičkog fakulteta, gde je držao i predavanja. „Nemam planova za stalni povratak, ali ne osećam se odsečeno od Srbije, čak naprotiv“, zaključuje Herbut.

Milanković nad Srbijom

Piše: Branimir Acković

Krajem septembra pogled domaćih astronoma bio je usmeren ka jugu, tačnije ka Prokuplju i obližnjoj planini Vidojevici. Dva su razloga za to – prvi je završetak radova na prvoj fazi astronomske stanice Vidojevica i puštanje u rad teleskopa od 60 cm, a drugi konferencija “Robotizovani teleskopi na zapadnom Balkanu” koja se održava u okviru projekta BELISSIMA.

Podizanje prvog teleskopa na Vidojevici predstavlja jednu od prekretnica za domaću astronomiju, posebno jer nakon njega dolazi onaj, najvažniji korak. Uskoro se očekuje i podizanje robotizovanog teleskopa od 1,5 metara koji će biti postavljen pored ovog od 60 cm. Novi teleskop od 1,5 m, koji će nositi ime po Milutinu Milankoviću, imaće veliki značaj za domaće astronome. Instrument ove veličine sa potpunom robotizacijom biće jedan od najvećih i svakako najmodernijih instalacija te vrste na Balkanu.

Pored istraživanja, cilj izgradnje ovakvog postrojenja je i obrazovanje studenata astronomije i astrofizike, koji će konačno dobiti priliku da izvesno vreme provedu radeći na modernom teleskopu. Sredstva za sam teleskop u većoj meri su obezbeđena kroz projekat BELISSIMA koji finansira Evropska komisija kroz FP7 fondove, dok je za novac za prateću infrastrukturu opservatorija konkurisala kod Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj. Projekat BELISSIMA počeo je u julu 2010. godine i trajeće do jula 2013.



Radovi na astronomskoj stanici Vidojevica kojima se rukovodi iz Astronomske opservatorije u Beogradu odavno su odmakli – do sada su podignuti paviljon za teleskop od 60 cm i smeštajni paviljon za posmatračice. Na lokaciji je obezbeđena neophodna infrastruktura (struja i voda), a očekuje se da u kratkom roku bude saniran put i dovedena akademska mreža.

Uporedo sa završnim radovima na instaliranju teleskopa od 60 centimetara, 27. i 28. septembra, u muzeju Toplice u Prokuplju organizovana je konferencija “Robotizovani teleskopi na zapadnom Balkanu”. Ovoj međunarodnoj konferenciji prisustvovalo je tridesetak naučnika iz zemlje i inostranstva, sa ciljem da se čuju i razmene iskustva drugih opservatorija u instalaciji i održavanju robotizovanih teleskopa klase 1,5 m.

Ova iskustva su značajna za projektovanje novog instrumenta i prateće infrastrukture. U okviru konferencije, opservatorija je u saradnji sa astronomskim društvima iz Niša i Prokuplja organizovala i javna predavanja i prezentacije radi promovisanja astronomije stanovnicima ovih gradova.

Autor je saradnik Astronomske opservatorije u Beogradu



Šta smo saznali između 17 i 18?



VELIKI DIZAJN

Slavni britanski fizičar Stiven Hoking (68) objavio je novu, kontroverznu knjigu pod nazivom *Veliki dizajn* (*Grand Design*), koja je postala predmet vema oštih rasprava širom planete. Hoking zajedno sa američkim fizičarem Lenardom Mlodinovima piše kako, da bi se odigrao Veliki prasak, “nije potrebno prizivati Boga da zapali varnicu i pokrene Univerzum”. Hokingova knjiga, iako je zapravo naučna priča o rođenju Univerzuma, preti da postane bestseller i svakako će se, po želji autora, dugi niz godina prodavati na svakom aerodromu.



ROĐENDAN GOOGLEA

Poslednje nedelje septembra, Google, džin među internet pretraživačima, proslavio je 12. rođendan. Priča o Googleu počela je u leto 1995. kada su se Larry Page (24) i Sergey Brin (23) upoznali na Stenfordu kada je Brin trebalo da Pageu pokaže kampus. Samo dvanaest godina kasnije, to je jedna od najvećih i najuticajnijih kompanija u svetu, a nama je teško da zamislimo život i svakodnevni rad bez Googlea. Za svoje tinje godine, kompanija planira pokretanje Google televizije.



DAN NAUKE I TESLE

Na dan kada je izašao prošli, 17. broj “Vremena nauke”, 26. avgusta, Vlada Srbije donela je odluku da se za Dan nauke u Srbiji proglasi 10. jul, rođendan Nikole Tesle. Ministar za nauku i tehnološki razvoj Božidar Đelić je tim povodom objasnio da je predloženo i susednoj Hrvatskoj, kao i tokom razgovora sa zvaničnicima SAD, gde je Tesla proveo najveći deo karijere, da se 10. jul proglasi za dan nauke u čitavom svetu. Ovaj predlog biće prosleđen Unesku i sistemu Ujedinjenih nacija u čijem je mandatu odluka o ovom pitanju.

VREME

Copyright © NP Vreme, Beograd

Upotreba materijala iz ovog fajla u bilo koje svrhe osim za
ličnu arhivu dozvoljena je samo uz pisano odobrenje NP Vreme

PDF IZDANJE RAZVILI: Saša Marković i Ivan Hrašovec

OBRADA: Marjana Hrašovec