

NATIONAL
GEOGRAPHIC

Obratite pažnju na naučne fenomene oko sebe

Istražite fiziku svakodnevnog života

Otkrijte tajne tehnologije

Kako stvari funkcionišu

100 naučnih objašnjenja, od
hoverkrafta preko biogoriva do bežičnog
interneta



PROBABLY THE
FIRST
HIPSTER
IN THE WORLD



J.C. JACOBSEN

FOUNDER of CARLSBERG

BORN SEPTEMBER 2ND, 1811

IMPRESSIVE
BEARD



Before it was
ironic

EMBRACED OPEN SOURCE



& SHARED HIS
BREWING
KNOWLEDGE
WITH THE WORLD

MADE HIS OWN
CRAFT BEERS



HUNG OUT WITH



Writers



SCIENTISTS

HAD A GREEN APPROACH



LISTENED TO
EMERGING
ARTISTS

VINTAGE
CLOTHES



PROBNOVA UPOTREBA JE NIJE
ZABRANJENA
18+
PROHIBIJE KOLIČINE
KOLEKTIVNA



Kako stvari funkcionišu

100 naučnih objašnjenja, od
hoverkrafta preko biogoriva do bežičnog
interneta



Kako stvari funkcionišu

100 naučnih objašnjenja, od
hoverkrafta preko biogoriva do bežičnog
interneta



Performans člana
Padobranske
reprezentacije Kanade



Sadržaj

Uvod **12**

Podaci o ilustracijama **133**

DEO 1.

MEHANIKA 14

Bilo da je reč o mašinama za veš, mlaznim motorima ili olujama, nepromenjivi zakoni prirode upravljaju prividnim haosom našeg užurbanog sveta.

DEO 2.

PRIRODNE SILE 48

Od trenutka kada su ljudi naučili kako da zapale vatru, pokušavamo da ovladamo silama prirode, i vidljivim i nevidljivim.

DEO 3.

MATERIJALI I HEMIJA 88

Hemija je svuda oko nas, u elementima kao što su neon i zlato, sintetičkim materijalima poput najlona i superlepka i u mikrosvetu nanotehnologije.

DEO 4.

BIOLOGIJA I MEDICINA 110

Što bolje razumemo svoja tela, kao i to što u njih unosimo, činimo sve veće pomake ka dugoročnom zdravlju.

ODGOVORNOST PREMA BUDUĆNOSTI

Specijalni gost izdanja - Vladimir Vava, generalni direktor *Carlsberg* Srbija Grupe

Ako ste ljubitelj dokumentaraca o biljnom i životinjskom svetu, sigurno ste primetili lajtmotiv koji se proteklih godina provlači kroz gotovo svaki od njih. Nezavisno od toga da li se film bavi pticama u Amazoniji ili koralnim grebenima u okeanima, jedan faktor poslednjih decenija toliko utiče na svaki kutak naše planete da je gotovo nemoguće prikazati svakodnevni život ovih vrsta bez njegovog pominjanja.

Nije teško pogoditi, reč je o globalnom zagrevanju, koje, uz sve pesimističnije prognoze, iz godine u godinu menja život širom naše planete. Mi koji živimo u urbanim područjima imamo tu sreću da, barem za sada, najmanje osećamo njegove posledice (osim pojava kao što su ekstremne temperature ili pak poplave, koje nažalost postaju sve češće). S druge strane, pomenuti koralni grebeni nemaju tu sreću. Rast temperatura okeana kod njih stvara termalni stres, što je do sada na globalnom nivou uzrokovalo izumiranje jedne četvrtine njihovih kolonija.

Ovo, međutim, nije tekst o koralnim grebenima. Ovo je tekst o tome da, iako, prema nekim relevantnim izvorima, pokrivaju samo 0,1 odsto površine okeana, njihovo postojanje omogućava život 25 odsto svih živih bića u moru, o tome da koralni grebeni proizvode polovinu kiseonika na Zemlji, a apsorbuju čak trećinu ugljen-dioksida. Drugim rečima, ovo je tekst o tome koliko je važno da se ljudi osveste o dalekosežnosti posledica našeg svakodnevnog delovanja. Koliko god to zvučalo pesimistično, upravo je svest prvi korak koji rešenje problema čini mogućim.

Jasno je da smo kao jedinke veoma mali deo zavidljivo razolikosti života na planeti Zemlji, pa ipak nijedan naš postupak ne može da se promatra izolovano. Promene u svakodnevnim navikama i odnosu prema našoj planeti neophodne su





CO₂ stanica u pivari u Čelarevu

ako želimo da sačuvamo raznovrsnost prirode kao uslov njenog odnosno našeg opstanka. Lično sam ubeđen da je ovde neophodan pristup odozgo, odnosno da najveći moraju biti vođe koje će svojim primerom pogurati promenu svesti i ponašanja svakog pojedinca.

Pritom, velikim delom mislim na kompanije koje svoj uticaj ostvaruju širom planete, ne samo u ekonomskom smislu već i komunikacijski jer svojim porukama bukvalno ulaze u domove potrošača. Neke od kompanija poput *Carlsberga* misiju o stvaranju boljeg danas i sutra kroz neprekidno unapređenje svojih poslovnih procesa, ali i ulaganja u društvo, imaju utkano u svoj DNK, te je delovanje u savremenom dobu prirodni sled istorije koja je svoj pravac ucrtala vekovima ranije. Osnivač *Carlsberga* J. K. Jakobsen ostavio je upravljanje svojom kompanijom u nasleđe Fondaciji *Carlsberg*, koja zajedno s *Carlsbergovom* laboratorijom nastoji da društvo i životnu sredinu unapredi pozitivnim delovanjem u nekoliko aktuelnih i vrlo relevantnih sfera.

Od 2015. godine to delovanje objedinjeno je ambicijom pod nazivom „Zajedno ka nuli“, koja obuhvata četiri oblasti u kojima *Carlsberg* deluje na više od 140 svojih tržišta širom sveta: nula ugljeničkog otiska, nula rasipanja vode, nula povreda na radu i nula neodgovorne konzumacije. Ciljevi u svakoj oblasti jasno su definisani i vrlo ambiciozni, ali s druge strane, neophodni kako bismo zaista mogli reći da je naše delovanje doprinelo izgradnji bolje sutrašnjice.

ZAŠTO NULA UGLJENIČKOG OTISKA?

Već vidimo posledice klimatskih promena. Nastavak globalnog zagrevanja pogoršaće degradaciju zemljišta, što će uticati na prinose useva i smanjiti sigurnost hrane, uzrokujući nestabilne cene. Kompanije ovde imaju ključnu ulogu. Zbog toga se naša ambicija nula ugljeničkog otiska poklapa sa ambicioznijim ciljem Pariskog sporazuma da ograniči globalno zagrevanje na 1,5 °C.

Osmišljeni uz podršku eksternih stručnjaka u *Carbon Trustu*, naši naučnozasnovani ciljevi jesu svodenje emisije ugljenika u našim pivarama na nulu i smanjenje ugljeničkog otiska za 30% u celom lancu snabdevanja do samog potrošača.



Vladimir Vava

generalni direktor *Carlsberg* Srbija Grupe



Carlsberg Desolenator

Samo u Srbiji, kroz CO₂ stanicu u pivari u Čelarevu, smanjujemo našu emisiju CO₂ u prirodu, a prikupljeni CO₂ vraća se u operacije proizvodnje i punjenja piva. Koraci su možda mali posmatrajući globalno, ali veoma značajni jer se s vremenom nadograđuju i imaju pozitivan učinak na mikrosredinu, koja je polazište svega. Ali evo nekoliko globalnih primera. Pakovanje čini veliki deo naše industrije i na tome aktivno radimo od 2015. godine, kada je pokrenut projekat *Green Fibre Bottle* s nekoliko partnera, a koji je na kraju rezultirao formalnim partnerstvom s *Pabocom* i lansiranjem dva prototipa boce napravljene potpuno od drvenih vlakana iz održivih izvora, koje se mogu u potpunosti reciklirati i koriste

unutrašnju pregradu, omogućavajući time držanje piva u boci. Drugi primer vezan je za pakovanja više limenki, za koja se koriste najčešće plastične folije. *Carlsberg* je osmislio *Snap Pack*, vezivanje šest limenki specijalnim lepkom, čime se smanjuje korišćenje plastike za pakovanja više limenki za čak 76%.

ZAŠTO NULA RASIPANJA VODE?

Dok je, s jedne strane, 70% Zemljine površine prekriveno vodom, samo 1% je pijaća voda. Voda



čini najveću sirovinu za proizvodnju piva. Naša je dužnost da radimo na njenom efikasnom iskorišćenju i upravo je cilj da se potrošnja vode u *Carlsbergovim* pivarama do 2030. godine smanji za 50%. Ali ne samo to, kompanija se obavezala da s relevantnim partnerima radi na očuvanju postojećih izvora pijaće vode. Pre samo mesec dana Grupacija *Carlsberg* najavila je partnerstvo s *Desolenatorom*, prvom solarno termalno održivom tehnologijom za prečišćavanje vode, u stvaranju čiste vode za piće



Carlsbergov prototip boce napravljene od drvenih vlakana iz održivih izvora

Oglas

za grad od 4.000 stanovnika u Sundarbanu, u zapadnom Bengal, u Indiji. Ne, nikako se ne treba ograničavati samo na sopstvene procese, treba proširiti vidike i sagledati gde je još moguće ostvariti pozitivan uticaj za opšte dobro.

ZAŠTO NULA POVREDA NA RADU I NULA NEODGOVORNE KONZUMACIJE?

Zato što na kraju i na početku svega ljudi su najvažniji resurs, za čiju bolju budućnost se borimo. Svi naši proizvodi jasno poručuju da je prekomerna upotreba alkohola štetna, kao i da je maloletnicima zabranjeno da konzumiraju alkohol.

Carlsberg je samo mali šraf u velikoj mašineriji koja treba da pokrene savesno ophođenje prema majci prirodi i planeti koja nam je podarila život. Mali, ali ne tako malo bitan. Na više od 140 tržišta širom sveta piju se naši proizvodi. Potrošač koji ih drži u rukama mora znati da iza proizvoda koji konzumira i brenda koji voli stoji jedna viša svrha – kreiranje bolje današnjice zarad bolje sutrašnjice.

Nije *Carlsberg* jedini primer, ali ih mora biti mnogo više. I nas pojedinaca mora biti mnogo više. A možda će neki srećniji imati prilike da rezultat vide uživo upravo uživajući u živopisnim koralnim grebenima vodenih prostranstava.

Uvod

Kad se sve uzme u obzir, naš univerzum je stvarno veličanstven. Pršti od čuda koja su takva da vam pamet stane – duge, vulkani, muzika, lignje, plima, elektricitet, gravitacija, vatromet, zemljotresi, violončela. A to je samo ono što nam je vidljivo.

Priroda je tek početak. Pomislite samo na neke od veličanstvenih tehnoloških izuma kao što je mobilni telefon, superlepak, krema za sunčanje...

Naravno, veštine neophodne za nove izume razvili smo jer smo kao vrsta radoznali. Od samog početka pokušavali smo da razotkrijemo tajne svega što nam je mozak vezivalo u čvor. Kako sve te stvari funkcionišu? Kako su uopšte moguće?

Grci su izmislili panteon božanstava. Srednjovekovni naučnici zamislili su fluide koji nam kolaju venama i menjaju stanje svesti. Do dana-današnjeg mnoge osobe fenomene koje ne razumeju pripisuju ljudima s posebnim sposobnostima: vračevima, isceliteljima verom i vidovnjacima iz televizijskih emisija u sitne sate.

Uz dužno poštovanje lakovernima i precima, za sve se može naći naučno objašnjenje.

Zapravo, fraza „naučno objašnjenje” nije korektna. To što znamo da nauka može da objasni zapanjujuće pojave našeg sveta ne čini ih ništa manje čudesnim. Naprotiv, čini ih još interesantnijim.

Čini se da je u poslednje vreme naše društvo stupilo u neku čudnu, antinaučnu fazu. Kad se smanji budžet za školstvo, naučni programi često budu izbačeni. Bez obzira na sve dokaze, skeptici i dalje sumnjaju u čvrsto utemeljene naučne teorije poput globalnog otopljanja i evolucije. Zakonodavcima to uglavnom i nije neki prioritet kada je reč o finansiranju.

Međutim, izgleda da će za neke od najvećih izazova koji su pred nama – održiva energija, globalno otopljanje, čista voda, zdravstvo, snabdevanje hranom – biti

potrebna naučna i tehnološka rešenja. A u sledećih pet godina biće dvostruko više radnih mesta u oblastima nauke i tehnologije nego u drugim oblastima.

Sve u svemu, sada stvarno nije vreme da se ceo svet okrene antinaučnom pristupu.

No pustimo sad to. Nauka ne mora da bude strašna, ni bauk, ni suvoparna; kad se ispričaju kako valja, priče o naučnim dostignućima neverovatno su zanimljive – naročito kad vam pokažu kako funkcionišu svakodnevnne stvari.

To je, naravno, ono što će vam u ovom izdanju pružiti toliko radosti. Na svakoj strani ima toliko onih trenutaka kada pomislite: „Aha, tako to radi!”, da je to zadivljujuće.

Šelak se dobija iz leđa buba. Klima-uređaji ne ubacuju hladnoću u sobu, već izvlače toplotu. Deterdženti za blistave boje funkcionišu tako što na vašoj odeći ostavljaju fluorescentni sloj.

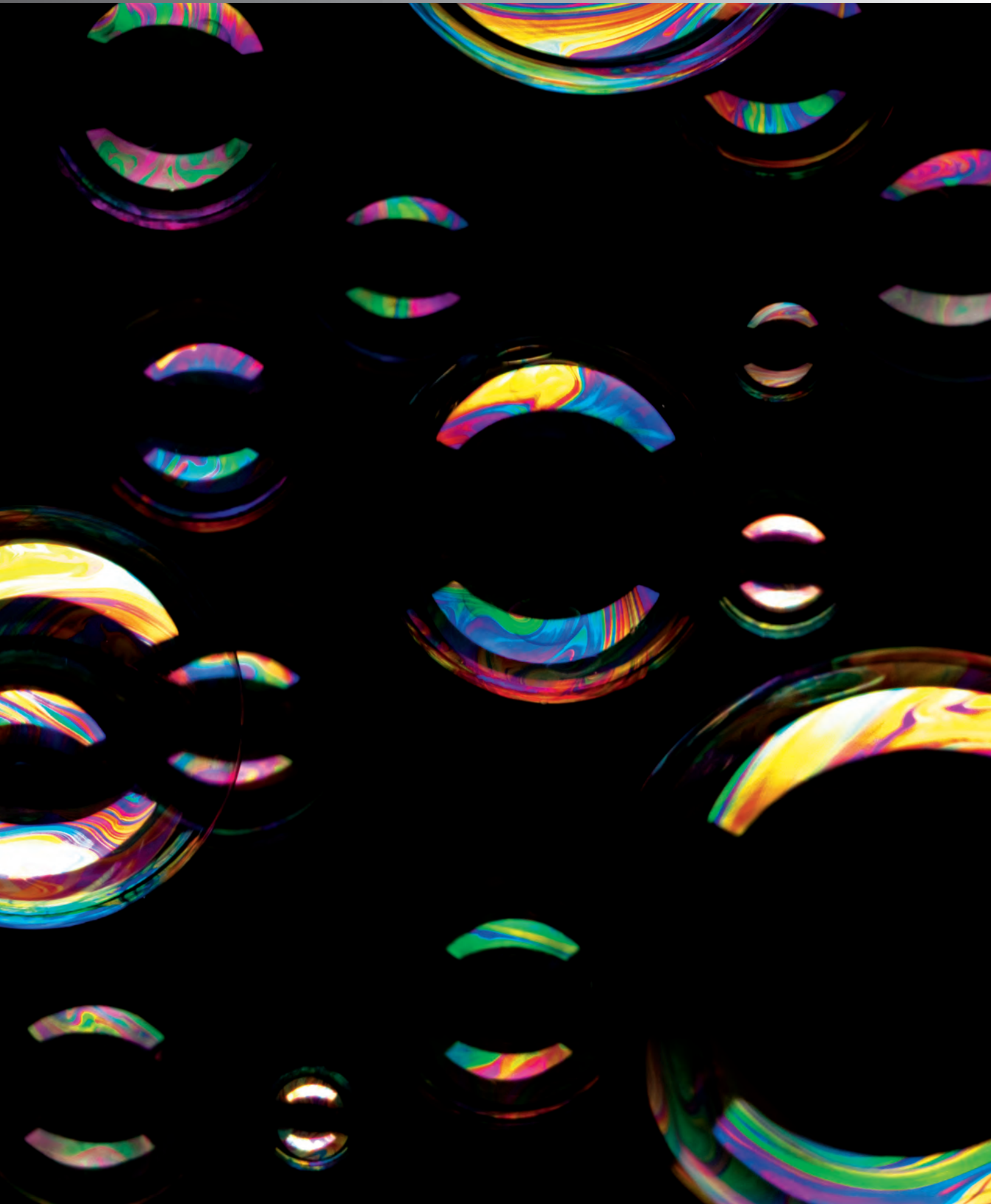
U ovom izdanju naći ćete i solidan broj naučnih objašnjenja za stvari koje ćemo u budućnosti svakodnevno koristiti: trodimenzionalna štampa, hibridni automobili, zgrade otporne na zemljotres, magnetno levitirani brodovi, kloniranje i genska terapija.

Čak i ako vas ne interesuju naučna objašnjenja sveta oko vas, uzbudljivo je otkriti tajne funkcionisanja svega. Svet je prepun tehnoloških izuma nalik magiji – a mi podrazumevamo da su tu oko nas. Kako rade laseri? A GPS, bežični internet, imejl?

Bez obzira na to da li ćete ovu knjigu-časopis pročitati od korice do korice ili je prelistati i pogledati poneko objašnjenje, prilično je sigurno da ćete nakon toga biti malčice drugačiji. Otkrićete da ste mudriji i da se više divite svetu oko sebe. Postaćete bolji sagovornik.

Iznad svega, više ćete ceniti magiju nauke, genijalne ideje i to što vam je darovan jedan veličanstveni univerzum.

— Dejvid Pog



MEHANIKA



ODELJAK 1

Zakoni kretanja i energije 16

ODELJAK 2

Mehanička prednost i trenje 24

ODELJAK 3

Talasi i turbulencije 28

ODELJAK 4

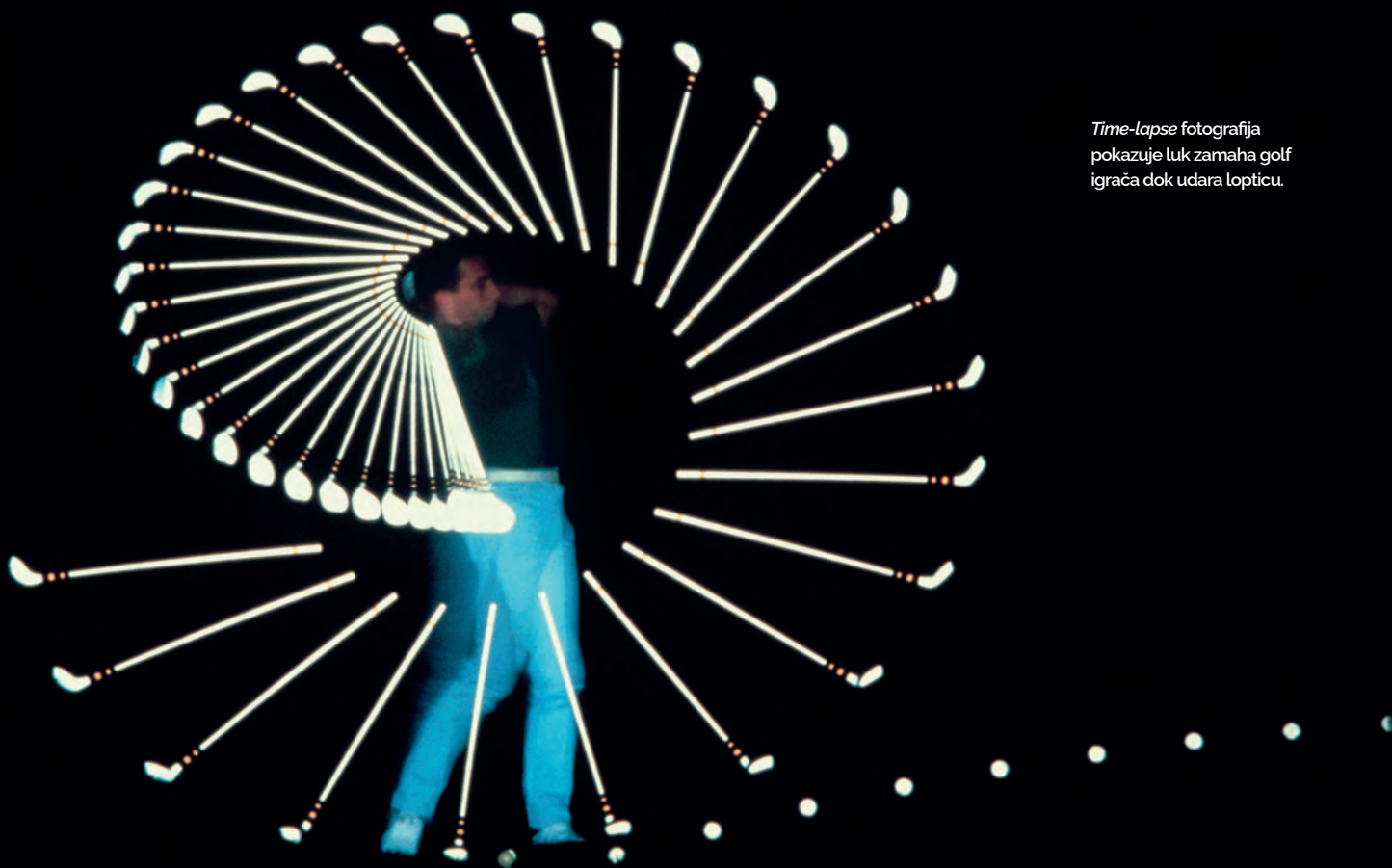
Fluidi i pritisak 32

ODELJAK 5

Termodinamika 42

DEO

1.



Time-lapse fotografija pokazuje luk zamaha golf igrača dok udara lopticu.

ODELJAK 1

ZAKONI KRETANJA I ENERGIJE

U svom delu „Matematički principi prirodne filozofije” iz 1687. godine ser Isak Njutn objavio je zapažanja koja će oblikovati temelje klasične mehanike. Njutnova knjiga čuvena je po tome što je u njoj izložen zakon univerzalne gravitacije. No, podjednako je važno što je predstavila njegova tri zakona kretanja i energije.

Prema prvom zakonu, telo će zadržati svoje stanje kretanja sem ako na njega ne deluje spoljna sila. Ukoliko se kreće, nastaviće da se kreće; ukoliko miruje, ostaće u tom stanju. Drugi

zakon opisuje koliko je sile potrebno kako bi se postigla određena promena u brzini mase. Njegov treći zakon tvrdi da za svaku akciju postoji reakcija jednakog intenziteta u suprotnom smeru.

„Ukoliko zaista vidim dalje od drugih ljudi”, napisao je Njutn, „to je zato što stojim na ramenima divova.” Njutn jeste koristio radove prethodnika, filozofa, fizičara i matematičara. Međutim, on je taj koji je pokazao da fizičkim svetom vladaju univerzalni, matematički zakoni – i on je taj koji je te zakone opisao elegantnim formulacijama potvrđenim viševjekovnim posmatranjem.

Odupiranje promeni

PRVI NJUTNOV ZAKON

Sem ako neka sila ne deluje na nju, lopta koja leži na podu ostaće tu gde jeste. Lopta koja se kotrlja po potpuno ravnoj površini na kojoj nema trenja zauvek će, po istom principu, nastaviti da se kreće u istom smeru i istom brzinom. I zaista, prema Njutnovom prvom zakonu kretanja – poznatijem kao zakon inercije – sva tela se odupiru promeni svog stanja kretanja. Telo koje miruje nastaviće da miruje, a objekat koji se kreće nastaviće da se kreće u istom smeru i istom brzinom sem ako ga neka spoljna sila ne omete (uz ogradu da će, ako spoljne sile zaustave jedna drugu – ako nema ukupne sile koja bi delovala na telo – telo u pokretu održati konstantnu brzinu).

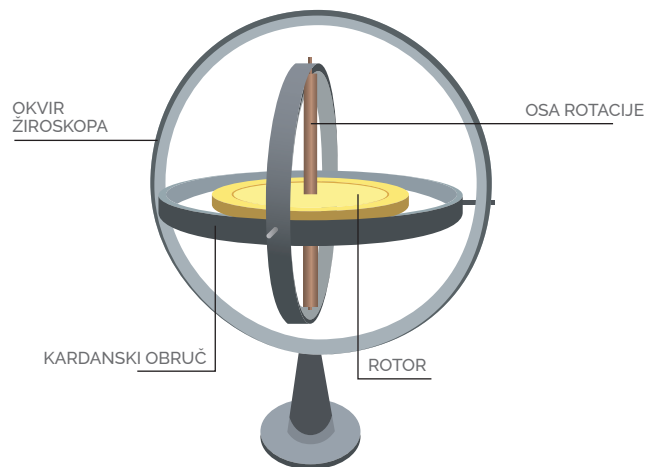
1. Žiroskop

Svi znaju za bar jedan žiroskopski instrument, a to je čigra, igračka za decu koju su nezavisno jedna od druge izumele brojne drevne civilizacije širom sveta. Zašto se i dalje vrti? Zbog inercije. Telo koje se kreće nastaviće da se kreće, duž iste ose, dok ga neka sila ne zaustavi ili mu ne promeni smer.

Francuski fizičar Leon Fuko 1852. godine napravio je precizni žiroskop i nazvao ga po grčkim rečima za okretanje i posmatranje. Čvrsto držeći kavez žiroskopa, Fuko je pokazao da se ugao rotacije unutrašnjeg diska naizgled vrlo polako menja sam od sebe. Zapravo se pomerio okvir; to je bila rana demonstracija Zemljine rotacije oko sopstvene ose.

Nakon što se žiroskop pokrene, njegov unutrašnji obruč zadržaće smer svoje rotacije čak i ako je spoljni okvir pod nagibom. Zbog toga je

žiroskop izuzetno korisna alatka za uspostavljanje ili održavanje pravca i nalazi brojne primene, od navigacije aviona do navođenja projektila i bušenja tunela.



»» **Možda niste znali!** Tokom misije američkog spejs-šatla astronauti su eksperimentisali sa žiroskopom igračkom tako što su ga zarotirali, a onda pokušali da mu promene smer ose rotacije. Žiroskop se odupirao čak i u bestežinskom stanju – što bi se Njutnu svakako dopalo.



2. Segvej

Prvi put prikazan 2001. godine, Segvej PT (personalni transporter) jeste samobalansirajuće električno prevozno sredstvo na dva točka. Dizajnirano je tako da imitira prirodne pokrete hodanja i okretanja – možda čak i zastajanja kako biste uživali u prizoru oko sebe. Pokreće se u skladu s blagim prebacivanjem težine korisnika ka napred, nazad i u stranu, a pritom i dalje

ostaje uspravan. Vozači upravljaju tako što se nagnu u smeru u kome bi želeli da se voze. Takvo balansiranje ne bi bilo moguće bez visokotehnološke razrade Njutnovog zakona inercije. Zasniva se na pet minijaturnih silikonskih žiroskopskih uređaja kombinovanih sa elektronskim senzorima koji prate promene u nagibu platforme vozila u odnosu na inercijalno kretanje žiroskopa.

3. Mašina za veš

Ovaj uobičajeni kućni aparat genijalno primenjuje Njutnova zapažanja na ceđenje mokrog veša, zadatak koga su se u predindustrijsko doba užasavali kao najnapornijeg dela dana za pranje.

Prema Njutnovom prvom zakonu, telo će se kretati pravolinijski sem ako nije prinuđeno da promeni pravac. Tokom centrifugiranja bubanj mašine brzo se okreće, a unutrašnji zidovi bubnja sve vreme teraju veš da se kreće kružnom putanjom. Ova promena pravca po definiciji znači da se odeća kreće pod ubrzanjem, i da prema tome na nju utiče spoljna sila. To brzo mehaničko okretanje može da proizvede silu popriličnog intenziteta, u šta se uverio svako ko je prisustvovao lupanju neravnomerno napunjene mašine.

Međutim, zbog rupa u zidovima bubnja ta sila ne deluje na vodu. Voda za pranje izleće po linearnoj putanji koju je Njutn predvideo, dok se odeća cedi o bubanj koji se vrti.



»» **Možda niste znali!** Pre automatskih mašina za pranje veša, voda se cedila iz odeće i vraćala u korito za pranje uz pomoć gnječilice na ručno okretanje. No, čuvajte se svi vi koji perete veš: dešavale su se jezive povrede ukoliko se prsti, šake ili ruke uhvate u gnječilicu.

Guranje i potiskivanje

TREĆI NJUTNOV ZAKON KRETANJA

Za svaku akciju postoji reakcija podjednakog intenziteta u suprotnom smeru. Jednostavan i elegantan, treći Njutnov zakon kretanja opisuje tako raznovrsne pojave kao što su kretanje lignje kroz vodu i lansiranje rakete u svemir.

Svaka interakcija proizvodi silu, od jednostavnog guranja, vučenja, trljanja ili zatezanja do manje jasnih dejstava kao što je gravitacija. No, to je uvek obostrano. Sile su uvek u paru.

Podjednak intenzitet uparenih sila može biti u suprotnosti sa zdravorazumskim rezonovanjem. Uobičajen primer bila bi mušica koja naleti na vetrobran automobila u pokretu. Naravno, sćušna mušica je tu na gubitku, ali silina kojom naleće na automobil jednaka je sili kojom vozilo udara o nju. Posmatrajte to ovako: buba se spljeskava o vetrobran isto onoliko koliko vetrobran spljeskava bubu.

4. Lignja

Evolucija, taj genijalno suptilni inženjer, stvorila je glavonošce poput lignji i hobotnica kako bi iskoristila principe mlaznog pogona za kretanje. Ova stvorenja prosecaju sebi put kroz vodu neverovatnom brzinom – lignje, recimo, plivaju brže od 40 kilometara na sat.

To im uspeva tako što izbacuju mlazeve tečnosti iz tela, što znači, ako se setimo trećeg Njutnovog zakona kretanja, da će sila jednakog intenziteta a suprotnog smera delovati na samog glavonošca. Životinja će prvo raširiti mišićavu telesnu šupljinu (zovemo je plašt) i usisati vodu kroz otvor blizu glave. Kako bi povećalo pritisak na plašt, morsko biće zatvoriće sve telesne šupljine sem cevastog levka kojim može da nacilja. Potom će glavonožac uz snažno stezanje plašta

izbaciti vodu kroz levak, šaljući sopstveno telo u suprotnom smeru – bilo da je to što dalje od opasnosti, ili ka sledećem obroku.



»» **Možda niste znali!** Isto kao i mlazni motori i lignje na mlazni pogon, rakete razvijaju potisak uz pomoć svojih snažnih izduvni mlaznica. Pošto izduvni gasovi tokom poletanja uglavnom moraju biti usmereni ka tlu, lansirne rampe prave se tako da potencijalno jake nalete skrenu u stranu.

5. Mlaznjak

U mlaznom motoru postoji poseban naziv za susret sila akcije i reakcije koji opisuje treći Njutnov zakon: potisak.

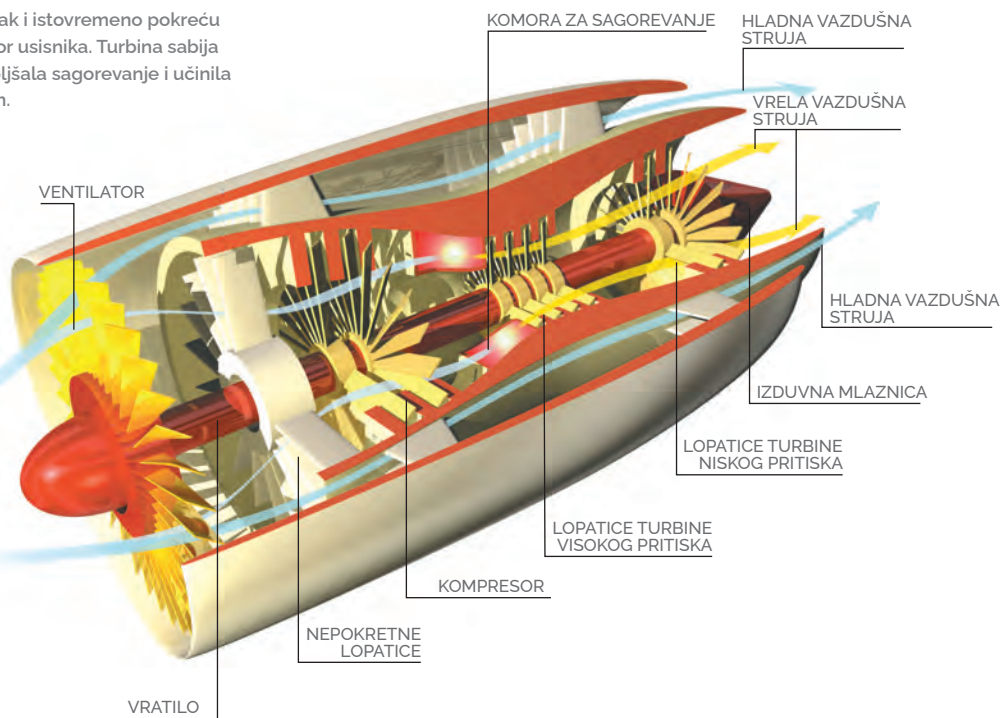
Najjednostavniji primer potiska bio bi balon koji odleti u suprotnom smeru kad ispusti vazduh.

Mlaznjak usisava veliku količinu vazduha u prednji deo motora. Vazduh potom ulazi u kompresor u kome se nalaze mnogobrojne rotirajuće lopatice koje ga, kao što i naziv sugerise, sabijaju u manji prostor, povećavajući mu pritisak i potencijalnu energiju. Kompresovani vazduh u komori za sagorevanje meša se s gorivom i pali. Kiseonik i gorivo se zapale, proizvodeći vrele gasove koji se šire. Oni dospevaju u turbinu s rotirajućim lopaticama



(koje onda pomažu u pokretanju lopatica kompresora). I na kraju vreo vazduh, zajedno s hladnijim vazduhom koji je strujao oko jezgra motora, izleće kroz izduvne mlaznice i time proizvodi dovoljno energije za letenje aviona.

Izduvni gasovi pružaju potisak i istovremeno pokreću turbinu koja okreće ventilator usisnika. Turbina sabija usisani vazduh kako bi poboljšala sagorevanje i učinila izduvne mlaznice efikasnijim.



Ništa novo

OČUVANJE ENERGIJE

Energija ne može biti ni stvorena ni uništena; ukupna količina energije u svemiru ili bilo kom zatvorenom sistemu jeste konstantna. Tako kaže zakon o očuvanju energije koji upravlja svime, od ringišpila do hibridnih električnih automobila.

Ono što nam izgleda kao stvaranje energije zapravo je pretvaranje iz jednog oblika u drugi. U oblike energije ubrajaju se toplotna, svetlosna energija, energija zvuka i energija kretanja. Postoji i potencijalna energija, na osnovu položaja, na primer kod deteta na vrhu tobogana ili trešnje koja visi na grani. Tu je i hemijska energija u glukozu, koju će naše telo iskoristiti kroz ćelijsko disanje kao pogonsko gorivo.

6. Bilijar

Suštinu bilijara jeste u pažljivom prenosu kinetičke energije i impulsa s jedne kugle na drugu. Vešt igrač pogodiće pravu tačku, tik iznad težišta bele kugle, tako da se otkotrlja, umesto da klizne preko čoje, time

maksimalno smanjujući osipanje kinetičke energije u toplotnu usled trenja. Stoga, kad bela kugla udari u sledeću, preneće joj svu ili skoro svu kinetičku energiju. To se zove elastičan sudar.



»» **Možda niste znali!** Pre pronalaska plastike krajem devetnaestog veka za bilijarske kugle koristila se slonovača. Slonove (i dan-danas ozbiljno ugrožene zbog krivolova) lovili su radi kljova, a od svake kljove moglo se dobiti tek četiri ili pet upotrebljivih kugli.



7. Rotirajući objekti

Klizač koji u umetničkom klizanju izvodi piruetu predstavlja posebnu vrstu impulsa koju nazivamo moment impulsa.

I kao impuls, ostaje u tom stanju – stabilan – ukoliko ga nešto spolja ne gurne ili ne povuče.

Moment impulsa jeste proizvod dve veličine: brzine rotacije tela i onoga što zovemo moment inercije, koji opisuje i masu tela i raspored te mase tokom rotiranja. Što je masa bliža osi rotacije, manji je moment inercije, zato klizačica koja pribije ruke i noge uz vertikalnu osu svog tela može da se zavrti toliko brzo da to oko ne uspeva da isprati.

Tako će i sportista koji s tornja skače u vodu tokom skoka uspešno održati moment impulsa iako će možda više puta promeniti položaj tela,

od zgrčenog, do izduženijeg skoka s pregibom, pa do pruženog položaja tela u vazduhu. Različiti položaji menjaju skakačev moment inercije, a s njim i brzinu okretanja. Zgrčeni položaj umanjuje moment inercije, uvećavajući brzinu okretanja.

Važi i obrnuto. Da biste usporili rotirajuće telo, potrebno je da mu povećate moment inercije. Ukoliko se točak bicikla brzo okreće, pre će usporiti ukoliko izazovete trenje (recimo, čvrstim stiskom) blizu oboda nego kod ose.

Palice za golf nekad se prave tako da pruže veliki moment inercije time što će prerasporediti težinu između prednjeg i zadnjeg dela glave palice. To palici pruža dovoljan otpor prilikom rotiranja, pa je manje verovatno da će se izviti i udariti lopticu u pogrešnu tačku.

A close-up photograph of a metal gear on the left and a ball bearing on the right, set against a dark background. The gear's teeth are sharp and metallic, while the ball bearing shows its characteristic rings and balls. The lighting creates strong highlights and deep shadows, emphasizing the textures and mechanical nature of the objects.

ODELJAK 2

MEHANIČKA PREDNOST I TRENJE

Od kada je čovek prvi put napravio ručno dleto za kamen, ljudi su nastavili da smišljaju uređaje koji bi povećali učinak njihovog truda – mašine. „Dajte mi oslonac i dovoljno dugačku polugu i pomeriću svet“, navodno se hvalio grčki matematičar Arhimed. Preterivao je, naravno, ali i najjednostavnija mašina – poluga – može prilično da uveća silu koju je korisnik primenio. Činilac kojim mašina uvećava tu silu jeste njena mehanička prednost. Obim obavljenog posla uvek je proizvod sile

pomnožene s razdaljinom. Što je veća razdaljina, manje je sile potrebno, i obrnuto. Arhimedu bi zaista bila potrebna veoma dugačka poluga kako bi mu pružila dovoljnu razdaljinu da toliko uveća snagu svojih mišića da pomeri svet.

U stvarnom svetu, trenje – trljanje između objekata koje se suprotstavlja kretanju – uvek smanji mehaničku prednost. Zbog trenja se energija gubi u vidu toplote. Glavni cilj inženjera jeste da smanje trenje kako bi mašine bile energetske efikasnije.

Prekretnica

MEHANIČKA PREDNOST

U trećem veku stare ere Arhimed je opisao ideju jednostavne mašine: uređaj koji omogućava primenjenoj sili da deluje protiv sile opterećenja. Mogu da uvećaju silu ili pređenu razdaljinu, ali ne i jedno i drugo. Klasična mehanika navodi šest jednostavnih mašina: polugu, točak i osovinu, klin, vijak, čekrk i kosu ravan. Jednostavne mašine preko mehaničke prednosti olakšavaju pomeranje stvari. U savremenom svetu ima ih svuda, ali se češće javljaju kao komponente složenih mašina, od građevinskih dizalica do menjača automobila.

8. Bicikl

Elegantni mehanizam modernog bicikla višebrzinca optimizira prilagođavanje mišića bicikliste različitim tipovima terena. Lanac se okreće oko dva seta nazubljenih diskova. Lančani prstenovi rotiraju se pedalama; to je srednji pogon. Manji lančanici povezani su s glavčinom zadnjeg točka, i to je zadnji lančanik. Mehanizam menjača bicikla pomera lanac kako bi postigao različite kombinacije srednjeg pogona i zadnjih lančanika.

Kao i kod svih zupčanika, odnos broja zuba u srednjem pogonu i zadnjim lančanicima određuje kolika će biti mehanička prednost uređaja. Veći lančani prsten s brojnim zubima u kombinaciji s manjim lančanikom učiniće da se bicikl kreće brže, ali će biti neophodna jača sila mišića nogu. Za vožnju uzbrdo potreban je zupčanik koji povezuje manji pogon s većim zadnjim lančanikom. Tako biciklista neće morati toliko jako da pritiska pedale, ali će morati da ih okreće brže.



»» **Možda niste znali!** Svi točkovi funkcionišu na isti način, bilo da je reč o ringišpilu ili pomoćnim točkicama za bicikl. Uz poznati kružni okvir, glavčinu i osu, točak će efikasno preneti snagu i pokret. Centar mu služi kao tačka oslonca, što točak zapravo čini rotirajućom polugom.

Od oblika i veličine zuba zupčanika zavisi brzina okretanja, smer kretanja, brzina i količina primenjene sile.



9. Zupčanici

Zupčanici su jedan od najvažnijih uređaja neophodnih za mehanizaciju velikih razmera kao što je bila industrijska revolucija. Taj sistem čine nazubljeni točkovi koji se prilikom rada okreću u suprotnom smeru i povećavaju silu ili brzinu kako bi se obavili najraznovrsniji zadaci. Ukoliko je zupčanik koji prima ulaznu silu – pogonski zupčanik – povezan s manjim lančanikom, ovaj drugi

okretaće se brže. Ukoliko je pogon manji od zadnjeg lančanika, lančanik će se okretati sporije, ali će mu sila biti veća.

U ručnoj mutilici za jaja, na primer, ručica okreće veliki centralni zupčanik povezan s dva manja zupčanika koji se okrenu nekoliko puta na svaki okretaj ručice. Uređaj trampi silu ili napor za brzinu neophodnu za mučenje hrane.

»» **Možda niste znali!** Glavni deo menjača automobila jeste set zupčanika koji, kad se kombinuju na različite načine, prilagođavaju rotacionu brzinu motora željenoj brzini točkova. Kombinacije koje smanjuju brzinu proizvode više rotacione sile – ili obrtnog momenta – u pogonskim točkovima.

Zaustavljanje kad ne treba


TRENJE

Trenje deluje nasuprot kretanju i proizvodi toplotu koja predstavlja izgubljenu energiju. I dešava se kad god dva tela stupe u kontakt ili okrznu jedno drugo. Trenje ne dozvoljava da se ostvari idealna mehanička prednost neke mašine. Grube ili savitljive površine pre će proizvesti trenje, mada će čak i najglatkija površina, pa i slojevi tečnosti, izazvati nešto trenja. Kako bi mašina radila što efikasnije, glavno je da se smanji trenje. Kao što je teže uhvatiti zamašćenu svinju, i podmazani mašinski delovi smanjiće trenje i habanje koje uz njega ide. S druge strane, ima uređaja – na primer kočnice automobila – kojima je trenje neophodno kako bi funkcionisali.

10. Gudački instrumenti

Kad delovi mašine vibriraju, stvaraju zvuk koji obično smatramo bukom. Međutim, u slučaju violine vibracije žica koje odzvanjaju u kutiji instrumenta čujemo kao muziku. Te vibracije stvara trenje. Zapravo, vibracije su rezultat oscilacija u sili trenja. Strune gudala prevučene preko žica naizmenično povlače žice – zapinju prilikom statičkog trenja – i kad primenjena sila nadvlada statičko trenje, klize preko žica prilikom pojave koju zovemo kinetičko trenje. Trenje klizanja manje je od trenja koje nastaje prilikom zapinjanja, što dovodi do naglog povećanja brzine gudala – odnosno do finih trzaja od kojih žice vibriraju. Za gudalo se tradicionalno koristi konjska dlaka jer se njena vlakna čvrsto drže za gudalo i dobro primaju kalafonijum, biljnu smolu u čvrstom obliku, što poboljšava dodir gudala i žica.





Tokom večernje oluje talasi udaraju o ušće reke Ave u Portugalji.

ODELJAK 3

TALASI I TURBULENCIJA

Talas je poremećaj koji prenosi energiju preko čestica u interakciji. Oscilacije koje tako nastaju prenose energiju s jednog mesta na drugo, a materija se pritom ne pomera. Zato objekti plutaju u talasima okeana umesto da se pomeraju zajedno s njima.

Postoji mnogo vrsta talasa: zvučni talasi, svetlosni talasi, elektromagnetni talasi. Svi počinju primenom sile – udar vetra o vodu, vibracija nakon trzaja žice gitare – koja privremeno pomeri čestice. Pomerene čestice povuku ili gurnu susedne čestice i tako ih

pokrenu i prenesu im energiju. Kako se drugi talas podigne, prvi se spusti. Drugi talas stvori treći, i tako redom.

Poredak talasa je uredan. S druge strane, fizičarima je znatno teže da definišu ili objasne haotično kretanje turbulencije. Ali i turbulencije su svuda oko nas: protok gasova ili tečnosti u uskovitlanim, nepredvidivim vrtlozima, nabujale reke, razbuktali požari, nalet izduvnih gasova. Naoko slučajne, turbulencije mogu da nastanu usled specifičnih okolnosti u beskrajno složenim, trodimenzionalnim obrascima.

Jahanje na talasima

ENERGIJA TALASA

Talasi prenose energiju dejstvom efekta talasa na sredinu. Udar vetra o površinu vode jeste primenjena sila koja počinje proces u okeanu, i tada se kinetička energija vazduha prenosi na vodu. Visina talasa zavisi od brzine vetra, toga koliko dugo udara o vodu i od horizontalne razdaljine preko koje duva stvarajući talase, a koja se naziva dužina dohvata. Talas velike visine jeste talas visoke energije. Nije voda ta koja putuje hiljadama kilometara da bi udarila o udaljenu obalu; već energija. Voda ostaje tamo gde je i bila dok energija teče kroz nju u obliku talasa. Isti princip važi i za namreškane vode u bari i za razarajući cunami.



11. Surfovanje

Malo ko proučava energiju talasa kao oni koji žele da jašu na njima. Traže veliki snažan talas određenog oblika koji će se prelomiti na pravilan način i skliznuti na obalu.

Surferi paze na to kada će se pojaviti talas visoke energije tako što prate vremensku prognozu i iščekuju morske oluje – snažne, stabilne vetrove koji bi mogli da izazovu valovitosti, serije talasa koji neretko putuju veoma daleko preko duboke vode. Takvi vetrovi u sebi nose mnogo više energije od lokalnih vetrova, koji uzburkaju vodu na samoj obali. Sajtovi koje koriste surferi predviđaju energiju talasa kao funkciju

visine talasa i vremena između prolaza dva uzastopna vrha talasnog brega ili perioda. Što je period veći, talas se brže kreće.

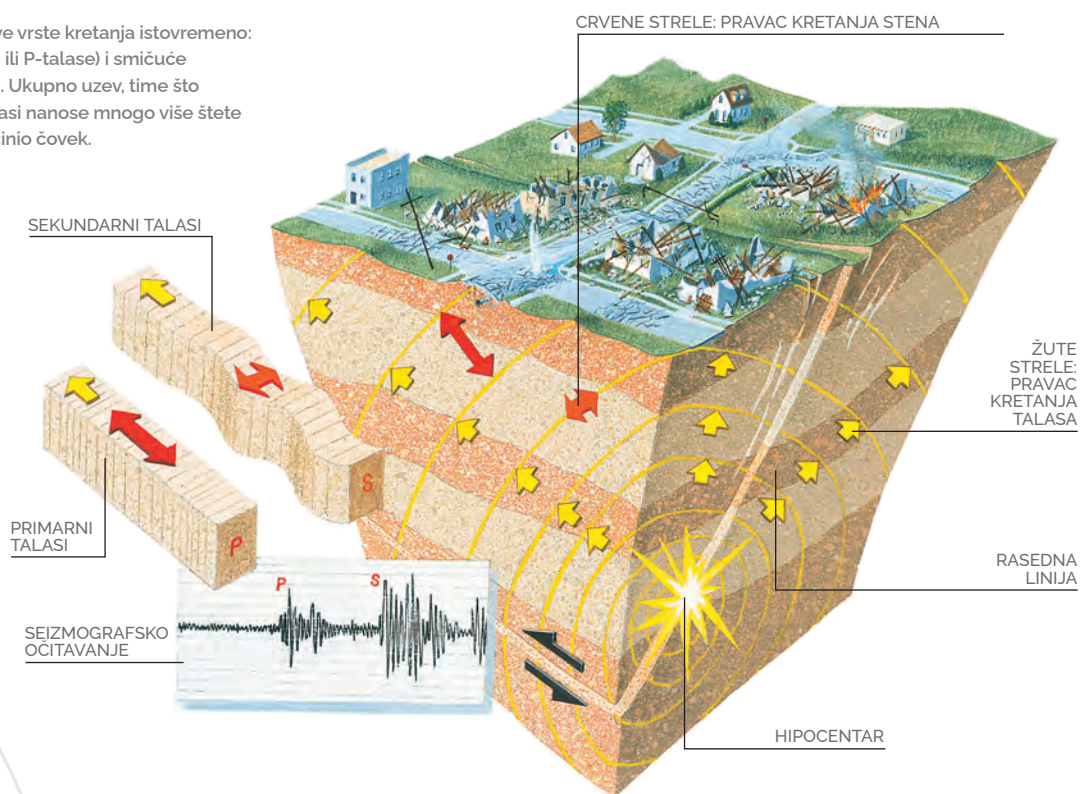
Surferi se takođe dobro upoznaju s podvodnom topografijom mesta na kojima surfuju jer ona određuje gde i kako će se talas prelomiti. Znaju da će niz talasa koji se približavaju obali usporiti i znatno promeniti oblik u plićaku. Na kraju će talas pasti – prelomiće se – i osloboditi energiju u vidu buke i pokreta peska i vode dok se vraća ka moru podvodnom i povratnom strujom. Surferi koriste jaku povratnu morsku struju kako bi odjahali nazad i uhvatili sledeći talas.

Sila koju ne bi trebalo zanemariti

SEIZMIČKA ENERGIJA

Ukoliko talasi energije mogu da se kreću kroz vazduh i vodu, mogu da se kreću i kroz samu Zemlju. Takozvani seizmički talasi mogu da nastanu od zemljotresa, vulkanskih erupcija, cunamija, nuklearnih eksplozija ili drugih jačih udara o planetu. Postoje dva osnovna tipa seizmičkih talasa: površinski talasi, koji utiču samo na površinu Zemljine kore, i zapreminski talasi, koji ponekad vibriraju sve do jezgra. Naučnici su proučavanjem takvih zapreminskih talasa uspeli da mapiraju unutrašnjost Zemlje.

Zemljotresi podstiču dve vrste kretanja istovremeno: kompresione (primarne ili P-talase) i smičuće (sekundarne ili S-talasi). Ukupno uzev, time što potresaju temelje, S talasi nanose mnogo više štete strukturama koje je načinio čovek.



12. Zemljotres

Duž rasednih linija u Zemljinoj kori stenske mase lagano se pomeraju jedna ka drugoj i tako se zapravo izobličie ili iskrive. Ovo naprezanje predstavlja uskladištenu elastičnu energiju. Kada stena u pokretu nadjača trenje i sklizne, elastična energija oslobađa se kroz zemljotres. U obliku seizmičkih talasa izbacii se

otprilike desetina energije, dok ostatak povećava napuklinu na površini ili stvara toplotu prouzrokovanu trenjem. Svake godine u svetu desi se nekoliko miliona zemljotresa. Većina je tako slabog intenziteta da ih ni ne primetimo. Rano otkrivanje i bolja građevinska rešenja doprineli su smanjenju smrtnosti usled zemljotresa.

Poništavaju jedni druge

DESTRUKTIVNA INTERFERENCIJA

Za razliku od čvrstih objekata, talasi mogu da se kreću jedan kroz drugi, zato što premeštaju energiju, a ne materiju. Kada se dva talasa kreću u istom smeru i na istoj su frekvenciji, efekat će biti kumulativan: nastaje talas koji kombinuje amplitudu prethodna dva, i dalje se krećući u istom smeru, na istoj frekvenciji. Ukoliko se vrhovi talasa iste frekvencije susretnu u istoj tački, rezultat će biti kombinovani talas veće visine. S druge strane, ako vrh jednog talasa sretne dolju drugog talasa, poništice jedan drugog. Koliko god to čudno delovalo, tamo gde su postojala dva talasa, više neće biti nijednog. To se zove destruktivna interferencija.

13. Slušalice za poništavanje buke

Poništavanje buke nekad se naziva i aktivna kontrola buke, kako bi se razlikovalo od tradicionalnih, pasivnih metoda prigušivanja neželjenog zvuka (izolacije) ili prikrivanja buke uz pomoć mašina za belu buku.

Sistemi za aktivnu kontrolu buke funkcionišu tako što stvaraju zvučni talas koji je poput odraza u ogledalu zvučnog talasa koji nam smeta. Taj talas je na istoj frekvenciji i putuje u istom smeru, ali su mu vrhovi i dolje obrnuti; nalazi se van faze u odnosu na prvi zvučni talas. Rezultat bi, bar teoretski, trebalo da bude taj da nema zvuka.

To je pametna tehnologija, ali vrlo nezgodna za primenu. Talasi moraju da se uredno poređaju u prostoru i vremenu, tako da ova tehnologija najbolje funkcioniše u jednostavnim ili zatvorenim prostorijama gde mikrofoni može da uhvati zvučni talas pre nego što

stigne tamo gde je potrebno smanjenje buke. Aktivna kontrola buke koristi se u kabinama aviona, kanalima za klimatizaciju i slušalicama koje nose piloti kako bi poništili zaglušujuću buku motora, a i dalje mogli da čuju razgovor.



»» Možda niste znali! Kada se talasi bilo koje vrste sa istom razdaljinom između vrhova ukrste, njihove visine, odnosno amplitude, kombinuju se. U slučaju radio-talasa rezultat sudara je izobličen signal, što može da ometa emitovanje radio-signala, rad radara za merenje brzine i signal mobilnog telefona.



ODELJAK 4

FLUIDI I PRITISAK

Fluid je supstanca u tečnom ili gasovitom stanju čiji molekuli mogu slobodno da se kreću jedan oko drugog. Specifična svojstva fluida omogućavaju, između ostalog, da avion ostane visoko u vazduhu, pokretanje vozila s motorom sa unutrašnjim sagorevanjem, kao i tekuću vodu u vašem domu.

Fluidi preuzimaju oblik posude u kojoj se nalaze. Visokoenergetski molekuli gasa raširiće se tako da popune celu posudu, dok će se tečnost, povučena gravitacijom, spustiti na dno. Pošto su tečnosti gušće od gasa (molekuli su im bliže jedan

drugom), manje mogu da se komprimuju.

Proučavanje ponašanja fluida u mirovanju i pokretu počelo je pre više od dve hiljade godina s grčkim naučnikom Arhimedom, koji je objavio svoja zapažanja o tome kako tela plutaju. Savremena mehanika fluida obraća pažnju i na lepljivost, odnosno viskozitet tečnosti i kako se menja s promenom temperature, kao i na merenje unutrašnjeg pritiska fluida u mirovanju i tokom kretanja. Ova nauka veoma bitnu primenu nalazi u međusobno različitim oblastima poput medicine, meteorologije i inženjeringa.

Idite kuda vas voda odnese

BERNULIJEVA JEDNAČINA

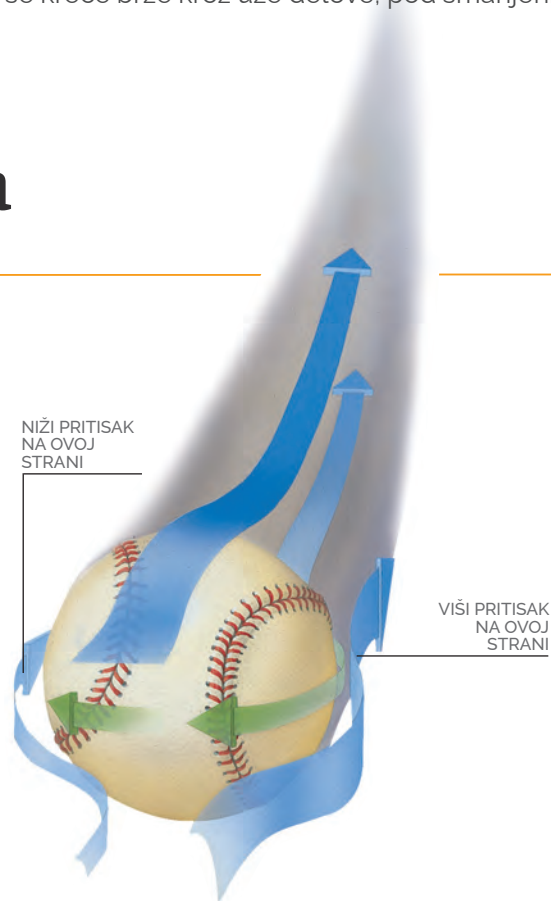
Fluid (tečnost ili gas) ubrzaće kretanje ukoliko dotiče u oblast nižeg pritiska. Drugim rečima, fluidi koji se brzo kreću vrše manji pritisak od sporijih. Taj gradijent pritiska može se upotrebiti kako bi zmaj leteo, raspršivač parfema prskao, a čamac se okretao u vodi.

Navedeno zapažanje, koje je 1738. godine objavio švajcarski naučnik Danijel Bernuli, lepo se poklapa sa zakonom o održanju energije. Kako fluid dobija na kinetičkoj energiji dok se ubrzano kreće, tako gubi na unutrašnjem pritisku, obliku potencijalne energije.

Bernuli je taj fenomen prvo proučavao posmatrajući protok vode kroz cevi različitih prečnika. Količina vode koja prođe kroz cev određene dužine tokom određenog vremenskog perioda ne menja se kako se cev sužava, pa onda proširuje; jednostavno se kreće brže kroz uže delove, pod smanjenim unutrašnjim pritiskom.

14. Zavijena lopta (Curveball)

Uz fini pokret zgloba bacač šalje lopticu u vazduh. Loptica se podiže, a onda, kako se približi udaračevom prostoru, spusti se u zonu udarca. Zavijena lopta jedan je od najzbudljivijih poteza u bejzbolu, a može se objasniti razlikom u vazдушnom pritisku iznad i ispod lopte. Zbog „top spin” kretanja gornji deo loptice kreće se u smeru bacanja, a nasuprot vazduhu. To dovodi do jačeg trenja na vrhu (dodatno pojačanog tradicionalnim šavovima) od onog koje se dešava ispod loptice, koja se okreće s protokom vazduha. Zato vazduh brže prolazi preko dna loptice, stvarajući oblast nižeg pritiska u odnosu na onu na vrhu. Jači vazdušni pritisak gura lopticu naniže.



»» **Možda niste znali!** Vrteći se brzinom od 1.500 okretaja u minuti, zavijena lopta leti u luku ka kućnoj bazi prosečnom brzinom od 120 kilometara na sat. S druge strane, najbrža „brza” lopta, koju je 1974. godine bacio Nolan Rajan dok je igrao za Kalifornija ejndželse, prema merenju, dostigla je zapanjujuću brzinu od 174 km/h.



15. Jedrenjak

Vešti mornari tačno znaju kako da uhvate vetar, ali su fizička svojstva i pojave koji to omogućavaju kompleksni. Glavni faktor jeste razlika u pritisku koji se formira preko jedra. Kad se brod pod uglom okrene ka vetru, vazдушna struja se podeli oko jedra; deo jedra koji je okrenut prema spolja nalazi se niz vetar i stvara dužu trasu kojom će vetar onda duvati brže nego konkavnom stranom. Brži vetar

proizvodi oblast nižeg pritiska, pa ka njemu prodire vazduh pod višim pritiskom s konkavne strane, time menjajući smer. Da nije kobilice koja visi u vodi poput sečiva, brod bi samo bio gurnut niz vetar. Međutim, kako brod plovi niz vetar, tako voda brže struji s jedne nego s druge strane kobilice, i to suprotno od vetra oko jedra. Zbog nastale razlike u pritisku voda se odupire kobilici, balansirajući smer sile uzgona jedra.

»» **Možda niste znali!** Hidrogliser manipuliše protokom vode da bi se pokrenuo i usmeravao kretanje. Zakačeni na trup jedrilice, delovi nalik krilima pomažu u podizanju trupa iznad vode, drastično smanjujući otpor kretanju tela u vodi i omogućavajući najbržim brodovima da jedre dvostruko brže od vetra.



16. Helikopter

Ideja vertikalnog leta vekovima je gicala maštu, ali su se tek početkom dvadesetog veka, ubrzo nakon leta braće Rajt, prve preteče podigle s tla. Dok se avion oslanja na kretanje unapred da bi proizveo cirkulaciju vazduha preko krila i podigao se, helikopter koristi rotirajuće krakove. Pilot kontroliše ugao krakova naspram relativne vazdušne struje kako bi gurnuo vazduh naniže (i letelicu naviše), stvarajući, prema Bernulijevoj jednačini, zonu visokog pritiska ispod krakova. Naginjanje rotora unapred pokreće letelicu napred i naviše; naginjanje unatrag vodi je u suprotnom smeru.

17. Avion

Avion se kreće napred uz pomoć potiska motora, ali kako se podiže s tla i ostaje u vazduhu? Avionska krila imaju zaobljene vrhove koji produžavaju trasu vetra, stvarajući zonu brzog protoka vazduha i niskog pritiska. Sporiji vazduh ispod krila pod većim je pritiskom i podiže avion.

Napadni ugao krila takođe se koristi za podizanje. Ukoliko pilot podigne prednji deo aviona, krila su nagnuta naviše. Njihova donja strana jače udara o vazduh i vazduh ih potiskuje: silom istog intenziteta, u suprotnom smeru. To je kao kad pružite ruku kroz prozor automobila u pokretu: kada je nagnete, osetite kako je sila pomera naviše ili naniže.



18. Hoverkraft

Hoverkraft čini putovanje bržim i lakšim tako što površinsko trenje svodi na najmanju moguću meru. Vrhunsko vozilo za svaki teren, može da se kreće preko klizavog, močvarnog ili neravnog tla, vodu da i ne pominjemo. Hoverkraft se podiže uz pomoć snažnih ventilatora koji ubace vazduh ispod njega. Taj vazduh pod pritiskom uglavnom se zadržava ispod fleksibilnog ruba. Na zadnjem kraju hoverkraft ima propeler koji ga pokreće napred dok gura vazduh unazad. Menjajući ugao kormila pilot određuje u kom će se smeru kretati vozilo.

Delovanje eksploziva

UBRZANO ŠIRENJE GASOVA

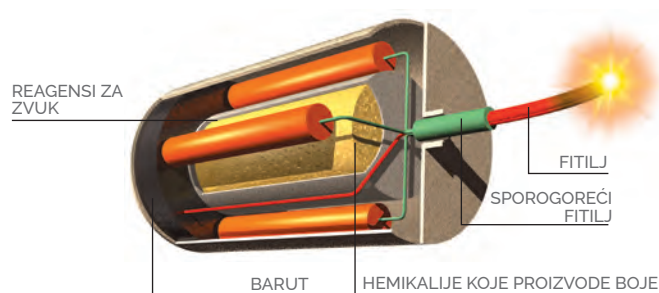
Kada nisu ograničeni spoljnim pritiskom (recimo zarobljeni u tegli), gasovi teže ili širenju ili skupljanju, u zavisnosti od temperature. Kad temperatura padne, gasovi se skupe; kad se zagreju, molekuli im dobiju energiju i razdvoje se. Gas se proširi.

Kad se gasovima manipuliše tako da se prošire izuzetno brzo, dobije se eksplozivno oslobađanje potencijalne energije. To je osnovni princip rada primenjen kod vatrometa, vatrenog oružja, pa čak i motora sa unutrašnjim sagorevanjem. Neki tipovi solarne tehnologije koriste sunce kako bi zagrejalo helijum ili vodonik u cevima na koje se nastavljaju klipni cilindri; gas koji se širi pokreće cilindre. Grom je prirodni fenomen koji je ujedno i primer ubrzanog širenja gasa u prirodi. Munja zagreva vazduh, koji potom eksplodira u hladnijem vazduhu brzinom većom od brzine zvuka, a to dovodi do probijanja zvučnog zida.

19. Vatromet

Vatromet je eksplozija napravljena tako da ostavi veliki vizuelni utisak. Međutim, pre zadivljenih uzdača moramo da podignemo paket hemijskih reagenasa visoko u vazduh. To se obično postiže najobičnijim barutom koji se upali fitiljem. Barut je smešten tako da su gasovi prisiljeni da izlete unazad. Tada projektil poleće i nastavlja da se kreće dok sporogoreći fitilj ne dogori do eksplozivnog punjenja. Hemikalije u punjenju eksplodiraju i pritom upale na stotine pirotehničkih zvezda, paketića reagenasa odabranih tako da se oboje prilikom eksplozije, i zvezde se razlete na sve strane. Reagensi su soli metala: litijum i stroncijum proizvode crvenu, nitrati barijuma zelenu, jedinjenja bakra plavu, natrijum žutu, uglj i čelik svetlucavozlatnu, a titanijum belu. Hemikalije reaguju brzo i žestoko; veze među

molekulima u hemikalijama u čvrstom obliku se raskidaju, stvarajući vrele koncentrisane gasove koji se šire uz blesak, transformišući energiju u zvuk, pokret i obojeno svetlo.



Fitilj dogori do barutnog punjenja i pokreće projektil uvis. Unutar projektila sporogoreći fitilj zapali i rasprši hemikalije koje proizvode boje; istovremeno aktivira i reagens za zvuk.



Stešnjeno

PASKALOV ZAKON

Za razliku od gasova, tečnosti poput ulja i vode ne mogu da se sabiju; molekule im nije lako nagurati bliže jedne drugima, niti se rasprše kad nisu u zatvorenom sudu. Baš kao što su smislili genijalne načine da iskoriste energiju gasova u ekspanziji, ljudi su upotrebili i nekompresibilnost tečnosti kako bi promenili svet.

Ključ korišćenja snage tečnosti ustanovio je Francuz Blez Paskal sredinom sedamnaestog veka. Prema Paskalovom zakonu, ako se nekompresibilni fluid nalazi u zatvorenom sudu, bilo koji spoljni pritisak primenjen u jednoj tački (na primer pritisak na vodom ispunjen balon) dovešće do promene pritiska tako da u svim delovima suda bude isti. Paskal je takođe primetio da se pritisak vode povećava s dubinom, eksperimentalno je dokazao da atmosferski pritisak može da pogura tečnost u zatvorenoj cevi naviše (na primer u barometru).

20. Ronjenje i dekompresiona bolest

Kako se ronilac spušta ispod površine mora, težina vode vrši ogroman pritisak na telo: skoro kilogram po kvadratnom centimetru na svakih deset metara dubine. Bilo bi nemoguće raširiti pluća pod takvim opterećenjem da nema boce s kiseonikom, koja koristi vazduh pod visokim pritiskom kako bi neutralisala spoljni pritisak. Ovaj vazduh pod pritiskom u većoj koncentraciji od uobičajene šalje se u krvotok, slično kao što se ugljen-dioksid pod pritiskom ubacuje u vodu da bi se napravila gazirana voda.

Ukoliko ronilac izroni prebrzo, to je kao kad otvorite gazirano piće. Nagli pad u ambijentalnom pritisku prebrzo izbaci gasove iz rastvora, pa se stvaraju mehurići u krvotoku ronioca. Ti mehurići, naročito azotni, mogu da dovedu do bolnog i potencijalno smrtonosnog stanja poznatog kao aeroembolizam.

Kako bi se to stanje, poznato i kao dekompresiona bolest, sprečilo, ronioci izranjaju

postepeno i ponekad naprave pauzu pre nego što izrone, kako bi svom telu pružili dovoljno vremena da polako izbaci nitrozne gasove.





21. Naftna bušotina

U filmovima čim bušilac udari o naftonosni sloj, crno zlato prirodno navre na površinu tla. Teksaski čaj! To se dešava kada je podzemni pritisak dovoljno jak da izbací naftu uz bušotinu. Međutim, naftne kompanije često moraju da koriste veštačke metode izvlačenja i da upravljaju pritiskom kako bi nafta stigla tamo gde treba.

Prvi mogući pristup bio bi da iznad bušotine postave dizalicu pumpe, a poluga koju pokreće motor gura šipku nalik na klip gore-dole po

bušotini. Prilikom podizanja klip sklanja molekule vazduha i tako stvara zonu nižeg pritiska koja povlači naftu naviše. Radnici na naftnim platformama nekad iskopaju još jednu bušotinu pored one iz koje izvlače naftu. U tu rupu mogu da ubace vodu i tako izvrše pritisak na pukotine u kamenu kako bi naftu pogurali ka primarnoj bušotini, ili mogu da ubace paru pod pritiskom; njeno širenje će takođe pogurati naftu, a toplota će je razrediti pa će lakše teći.

»» Možda niste znali! Nafta je fosilno gorivo koje nastaje raspadanjem organske materije tokom vremenskog perioda dugog čak i po geološkim standardima. Deo nafte koju danas koristimo stariji je od dinosaurus. Na neki način, nafta je obnovljivi resurs – ili bi bila kad je ne bismo trošili znatno brže nego što se stvara.

Tvrdo spolja

POVRŠINSKI NAPON

Kad skačete u bazen, probijanje površine zahteva najjaču silu; jednom kad se nađete pod vodom, poniranje je znatno lakše. Ovaj efekat nastaje zbog načina na koji molekuli tečnosti privlače jedni druge. Molekuli na vrhu imaju susede samo s jedne strane i čvrsto se drže za njih, stvarajući tako neku vrstu omotača. Kiša će po vodootpornoj površini teći u kapljicama, a svi spoljni molekuli biće privučeni ka unutra.

Sapun umanjuje površinski napon vode; uvlači se u odeću, kosu i sve predmete s teksturom tako što oblaže molekule vode i čini ih klizavijim. Jedan kraj molekula sapuna privučen je ka molekulima vode, dok ih drugi kraj odbija.



22. Mehur

Pošto su molekuli tečnosti snažno privučeni jedni drugima, površina tečnosti – gde stupa u dodir s vazduhom ili drugim gasovima – smanjiće se najmanje što može. Na primer, kada se vazduh ubaci u vodu, molekuli vode drže se jedan drugog i dodir s vazduhom svode na minimum. Najmanja moguća površina koja bi

zagradila vazduh jeste sfera: mehur. Pošto je mehur znatno lakši od vode koju je istisnuo, isplivaće na površinu.

Skakači u vodu koji se takmiče ponekad uvežbavaju nove poteze uz pomoć mašine za pravljenje mehurića koja šalje mlaz vazduha naviše s dna bazena; to poremeti površinski napon i stvara nežniju, blažu zonu sletanja.

Potonite ili plutajte

ARHIMEDOV ZAKON

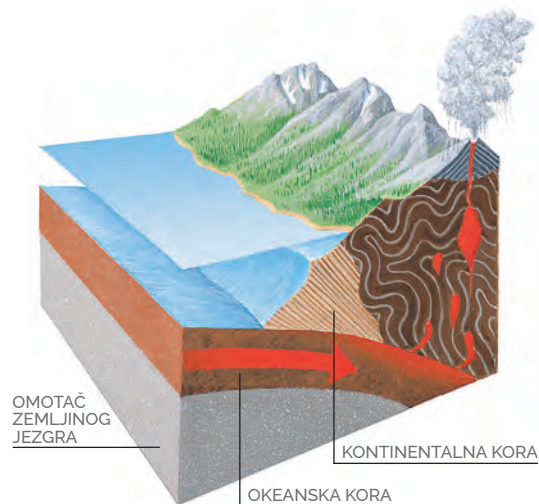
Starogrčkom matematičaru Arhimedu iz Sirakuze pripisuje se demonstracija osnovnog principa potiska: predmet potopljen u vodu biće potisnut naviše silom jednakom težini tečnosti koju je istisnuo. Kamen, znatno teži od vode iste zapremine, potonuće na dno. Bilo šta napunjeno vazduhom, kao što su dušek na naduvavanje ili gumena patkica, plutaće na površini.

Većina ljudi pluta u nekoj meri. Krupniji ljudi, čija tela sadrže mnogo relativno laganih tkiva kao što su masti, biće potisnuti jačom silom od mršavih ljudi čvrstih tela, koja istisnu manju količinu vode.

23. Plutajući kontinenti

Čvrste kontinentalne ploče Zemljine kore plutaju po beskrajnim morima istopljenih stena omotača Zemljinog jezgra koje se nalazi ispod njih. Arhimedov zakon objašnjava zbog čega je to tako.

Prema zakonu, sila potiska koja deluje na telo jednaka je težini tečnosti koju je telo istisnulo. Na koji način delovi Zemljine kore plove u gustoj tečnosti sličnoj građi omotača, zavisice i od njihove zapremine i od gustine. Kontinentalna kora, koja je od manje guste stene od stena s dna mora, plutaće na većoj visini. S druge strane, veliki i teški delovi Zemljine kore poput Grenlanda, pokrivenog ogromnom količinom leda, biće nešto dublje, kao deo ledenog brega koji se nalazi ispod površine. Ti delovi kore nisu potisnuti toliko visoko, ali i oni plutaju.



Arhimed je objasnio kako Zemljini čvrsti kontinenti jašu na omotaču od otopljenih stena. Stena kontinenta u proseku je 2,8 puta gušća od vode, dok je kamen omotača oko 3,3 puta gušći od vode. Kopnena masa ne podiže se mnogo iznad omotača jer razlika u gustini nije velika.

»» **Možda niste znali!** Podmornica roni i diže se na površinu tako što menja svoju težinu. Kada ponire, podmornica prima vodu kako bi povećala svoju masu u odnosu na okolnu vodu i tone. Prilikom izranjanja posada izbacuje balastnu vodu uz pomoć uskladištenog komprimovanog vazduha.

Termitna reakcija

ODELJAK 5

TERMODINAMIKA

Toplota je osnovni oblik energije. Ljudi su pokušavali da je razumeju i zauzdaju od kad su otkrili vatru. Pojam termodinamike, koji potiče od grčkih reči za toplotu i snagu, skovan je u devetnaestom veku, na početku prve industrijske revolucije.

Termodinamika kao nauka objašnjava odnos toplote i rada. Toplota nije nešto što predmet sadrži u sebi, već je protok energije. Temperatura samo meri sposobnost predmeta da prebaci toplotnu energiju na drugi predmet ili sistem. Topla voda u

kadi puna je visokoenergetskih molekula koji svoju energiju predaju hladnijem telu kupača.

Termodinamika se posebno bavi merom u kojoj protok toplote proizvodi koristan rad. Entropija, ključni koncept termodinamike, deo je termalne energije nedostupne za takav rad zbog nasumičnog kretanja čestica. Na primer, pošto je kretanje pojedinih molekula pare nepredvidljivo, parna mašina nije u potpunosti efikasna; ne može da preuzme celokupnu energiju tih aktivnih molekula kako bi kopala i podizala i pokretala.

Ometanje poretka

DRUGI ZAKON TERMODINAMIKE

Drugi zakon termodinamike prihvata da prirodni procesi mogu da budu „tvrdoglavi“. Mada se energija ne stvara ni uništava, ona menja oblik, i procesi u stvarnom svetu završe s manje dostupne energije za rad. Potroše potencijalnu energiju. Entropija se povećava.

Motor prevodi hemijsku energiju, recimo benzin, u kretanje i toplotu, i kad se benzin potroši, motor staje. Vatromet eksplodira silom gasova koji se šire i nakon toga se njegova upotrebljiva energija osipa. Taj proces ne radi u obrnutom smeru. Slično tome, toplotna energija se kreće od toplih predmeta ka hladnima, nikad obrnuto. Šolja vruće kafe prenosiće toplotnu energiju na hladnije okruženje dok kafa i okruženje ne dostignu stanje termodinamičke ravnoteže, kada su i jedno i drugo na sobnoj temperaturi. Ukupno uzev, sistem zadržava istu količinu energije, ali se upotrebljiva energija potroši.

24. Klima-uređaj

Pre bi se moglo reći da klima-uređaj uklanja toplotu iz prostorije nego da je hladi.

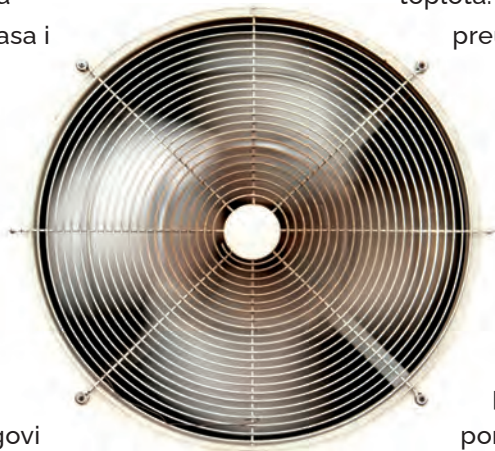
Da biste razumeli kako radi klima-uređaj, trebalo bi da znate da je stanje bilo koje supstance povezano s temperaturom. Zagrejte tečnost i proključaće; pojačajte grejanje i tečnost će početi da isparava. Izvucite toplotu iz gasa i gas će preći u tečno stanje; dodatno snizite temperaturu i tečnost će se zalediti. Klimatizacija postiže prenos toplote time što prisiljava hemikaliju koja se zove freon da oscilira između tečnog stanja i gasa.

Freon ima veoma nisku tačku ključanja, odnosno njegovi

molekuli se slabo međusobno privlače. U klima-uređaju freon se drži u cevi, a onda se preko ventila oslobađa u isparivač pod niskim pritiskom. Bez sile koja bi ih sabijala molekuli se pokreću, tečnost proključa, a zatim i isparava. Za tu promenu agregatnog stanja neophodna je toplota. Freon potrebnu toplotu

preuzima iz vazduha u prostoriji.

Gasoviti freon zatim stiže do kompresora, koji mu sabija molekule jedne uz druge, pa do cevi kondenzatora, gde prelazi u tečno stanje. U tom procesu gubi se toplota vezana za brze molekule i oslobađa se napolju, van prostorije. Tečni freon tada ponavlja proces.



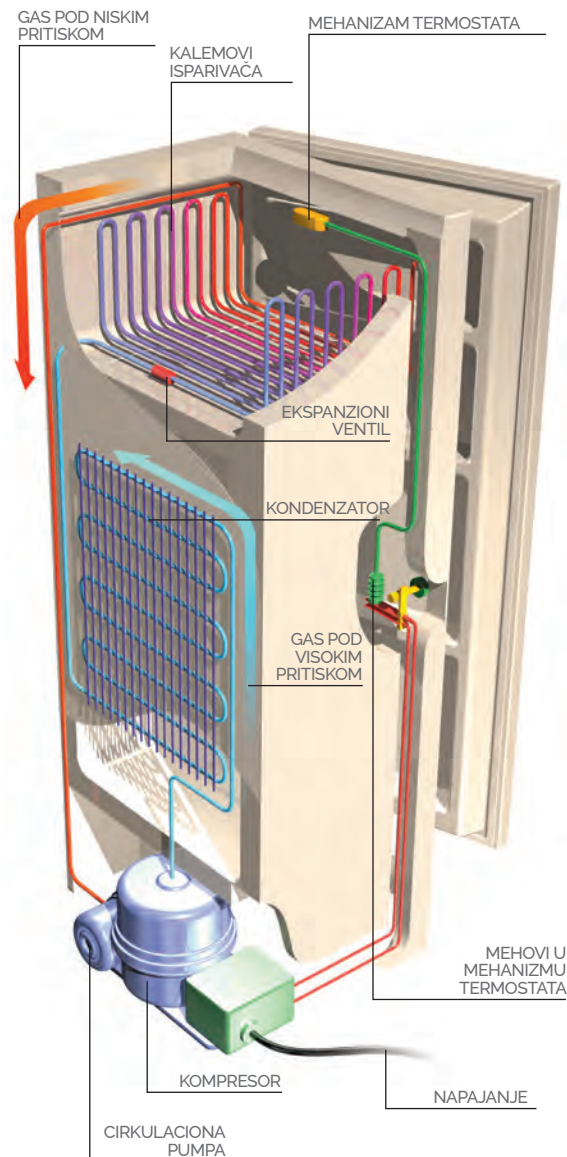
25. Frižider

Klimatizacija je razvijena početkom dvadesetog veka kako bi se borila protiv truljenja industrijskih sirovina i vrućine u domovima. Negde u isto vreme frižider se pojavio na masovnom tržištu kako bi se uhvatio ukoštac s nesporno većim problemom: kvarenjem hrane.

Naravno, ljudi su i pre toga generacijama održavali hranu hladnom uz pomoć izolovane kutije s komadom leda. Frižideri koji su danas u skoro svim američkim domovima kombinuju taj jednostavni hladnjak sa istom tehnologijom koja se koristi za klima-uređaje. Rashladna tečnost isparava usled promene pritiska, pritom apsorbujući toplotu iz frižidera, a onda se kondenzuje u tečnost i oslobađa toplotu u kuhinju.

I frižider i klima-uređaj koriste promenu pritiska kako bi proizveli isparavanje i kondenzaciju. Ulažu rad kako bi savladali pravilo koje upravlja prirodnim procesima, ono po kome toplota nikada ne može da pređe iz hladnije zone (poput one unutar frižidera) u topliju.

Frižider zavisi od rashladne tečnosti koja uz pomoć kompresora cirkuliše kroz zatvoreni sistem cevi. Dok rashladna tečnost isparava, apsorbuje toplotu hrane iz frižidera. Zagrejani gas vraća se u kompresor, koji ga šalje u kondenzator, gde se ohladi i prelazi u tečno stanje i ponovo cirkuliše.



»» **Možda niste znali!** U Americi devetnaestog veka, pre pronalaska frižidera, cvetala je trgovina prirodnim ledom ručno isečenim iz zaleđenih potoka i jezeraca. Do 1847. godine skoro 52.000 tona leda brodom ili vozom putovalo je do gradova širom zemlje.

Gore, sve više

ISPARAVANJE

Voda je neophodan deo našeg okruženja u sva tri stanja: tečnom, gasovitom (vodena para) i čvrstom (led).

Kada molekuli na površini vode pređu iz tečnog u gasoviti oblik, to se zove isparavanje. Isparavanje iz okeana, reka i jezera proizvodi većinu vlage u našoj atmosferi.

Za tu promenu neophodna je toplota. Kako se molekuli vode zagrevaju, kreću se sve brže i brže. Neki pobegnu iz čvrstih veza koje ih drže s drugim molekulima tečnosti; ti begunci su para. Molekuli vode se, nakon što ispare iz jezera, okeana, tla i drugih izvora, podižu u atmosferu i stvaraju oblake.



26. Znojenje

Nije znoj taj koji vas rashladi na vrućini, već isparavanje znoja. Kako bi se površinski molekuli tečnosti podigli u vazduh u obliku gasa, moraju da savladaju silu koja ih vezuje za druge molekule. Za taj proces koriste toplotnu energiju izvlačeći je s površine tečnosti. Voda koja preostane, odnosno znoj na vašoj koži, hladnija je. Pa kako onda možete da se znojite celo sparno

popodne a da vam ne bude nimalo bolje? U gustom, zasićenom vazduhu nema dovoljno mesta za odbegle čestice tečnosti, te one ostaju tu gde su. Mokri ste, ali se niste rashladili. U veoma toplim predelima tokom sparnih dana često se konzumiraju tople tečnosti poput supe i čaja. To se radi da bi se olakšalo znojenje, tako vas znoj isparavanjem rashladi.

Toplota se kreće

KONVEKCIJA

Topao vazduh se širi i uspinje. Kada se voda zagreje, i ona se razredi i podigne iznad hladnije vode, koja tone. Na ta dva načina određena količina fluida počinje da cirkuliše u struji, prenoseći toplotnu energiju na susedne čestice.

Neke od najsveobuhvatnijih pojava u našem svetu nastaju zbog ovog procesa zvanog konvekcija. Okeani neprestano cirkulišu tako što se duboka voda zagreva, podiže, hladi na površini i ponovo spušta. Kada se obala zagreje na suncu, vazduh iznad tla se širi i podiže, stvarajući oblast niskog pritiska i povlačeći hladniji morski povetarac ka kopnu.

Bilo da koristite radijatore, grejalice ili podno grejanje, toplota se širi vašim domom konvekcijom: topao vazduh diže se ka tavanici, postepeno prenosi deo svoje toplote okruženju, zgušnjava se i polako spušta.

27. Balon na topao vazduh

Baloni na topao vazduh, ti veliki plutajući ovali od najlona u jarkim bojama, dižu se uz vazduh pomoću konvekcije. Mali propanski gorionik na otvoru balona zagreva vazduh blizu otvora. Kako se vazduh zagreva, širi se; njegovi molekuli se raspršuju. Topao vazduh u balonu manje je gustine i težine od okolnog hladnog vazduha. Zato se uspinje iznad hladnijeg vazduha kao što mehur pluta naviše kroz vodu.

Zaista, sila koja podiže balon može se odrediti na isti način kao i sila potiska koja gura telo naviše kroz vodu. Jednaka je težini obima hladnog vazduha koji balon istiskuje. Najveći baloni najviše se podižu.

Naravno, piloti balona moraju na neki način da se vrate na Zemlju. To postižu povlačenjem gajtana koji otvara ventil na vrhu balona, ispuštajući topao vazduh. Zapremina u balonu smanjuje se i balon se spušta.





28. Oluja s grmljavinom

Mnogi mogu da osete kada se vreme menja i kada se spremaju tamni oblaci, jaka kiša, račvasto svetlo i prasak, što sve zajedno čini oluju s grmljavinom. Uglavnom počinje u proleće ili leto, uz topao, vlažan vazduh.

Taj vazduh uspinje se iznad hladnijeg vazduha, nekad potisnut naviše morskim povetarcem ili hladnim frontom. Kako se topao vazduh diže, para mu se kondenzuje u kapljice koje čine oblake. Zgusnuti gas odaje toplotu koja greje okolni vazduh. Taj zagrejani vazduh probija se naviše. Kako atmosfera postaje nestabilnija, vertikalno kretanje se povećava.

Oblak postaje sve viši i viši dok ne oformi olujni oblak. Premda se njegov oblik nalik na pečurku

ne vidi uvek s tla, olujni oblak može da bude i nekoliko kilometara visok. Kapljice blizu vrha oblačne mase postaju sve veće i teže i na kraju padaju u obliku kiše ili grada uz jaku silaznu struju hladnijeg vazduha. Za to vreme tople uzlazne struje i dalje podižu sitne kapljice na veliku visinu.

Usred te turbulencije čestice vode se sudaraju i izbacuju negativno naelektrisane elektrone iz čestica koje se podižu. Tako se u oluji stvara električno polje; dno je negativno naelektrisano, a vrh pozitivno. Tres! Munja ugrije vazduh na više od 27.000 stepeni Celzijusa za manje od sekunde. Od toga se vazduh u kanalu munje eksplozivno raširi, nasilno sabijajući okolni vazduh, što je poremećaj koji nazivamo udarni talas, a čujemo ga kao prasak groma.

PRIRODNE SILE



ODELJAK 6

Gravitacija 50

ODELJAK 7

Magnetizam 54

ODELJAK 8

Struja i izvori energije 64

ODELJAK 9

Svetlost 74

ODELJAK 10

Radijacija 82

DEO

2.

Planinar skače s vrha stene tokom trejl trčanja.



ODELJAK 6

GRAVITACIJA

Kad razmišljamo o gravitaciji, uglavnom zamislimo ser Isaka Njutna kako sedi pod drvetom jabuke: jabuka mu padne na glavu i eto ideje o gravitaciji. Verovatno se nije baš tako desilo, ali se Njutn jeste pitao koja to sila privlači padajuće objekte ka tlu i zašto neki kao da padaju brže od drugih. Njutnov zakon univerzalne gravitacije objavljen je 1687. godine i tvrdi da sve u kosmosu privlači ostala tela i da se sila privlačenja povećava s masom i blizinom.

U današnje vreme poznavanje gravitacije pomoglo nam je da napravimo viseće mostove, liftove,

pokretne stepenice i nebodere otporne na zemljotres. Pošto razumemo silu kojom gravitacija deluje na plimu i oseku, možemo da koristimo vodu za stvaranje električne energije.

Poznavanje efekta gravitacije pomaže nam da na strelištu pogodimo metu pravo u centar. Zakon gravitacije objašnjava zašto planete imaju eliptične orbite. Primenili smo poznavanje gravitacije i na bejzbol i iskoristili ga da izračunamo razdaljinu za optrčavanja po bazama. Pošto je zakon gravitacije univerzalan, ne odnosi se samo na život na Zemlji već i na svemir.

Snažno privlačenje

UNIVERZALNI ZAKON GRAVITACIJE

Uz Njutnovu pomoć naučili smo da silu gravitacije najviše određuje masa. Posmatrajte gravitaciju kao meru privlačenja između dva objekta. Što je veća masa tela, jače je privlačenje, ili gravitacija. Uz to, što je manje rastojanje između dva tela, jača je gravitaciona sila između njih. Ova vučna sila privlači tela ka centru mase objekta. Zato naša Zemlja, svojom ogromnom masom i sfernim oblikom, snažno vuče tela ka svom jezgru. To „vučenje“ koje vrši jeste gravitacija, i ona nas sprečava da ne odletimo u svemir. Zakon se smatra univerzalnim jer važi gde god da se nalazite u svemiru. Gravitacija postoji na Zemlji, kao i na svim ostalim planetama i nebeskim telima.

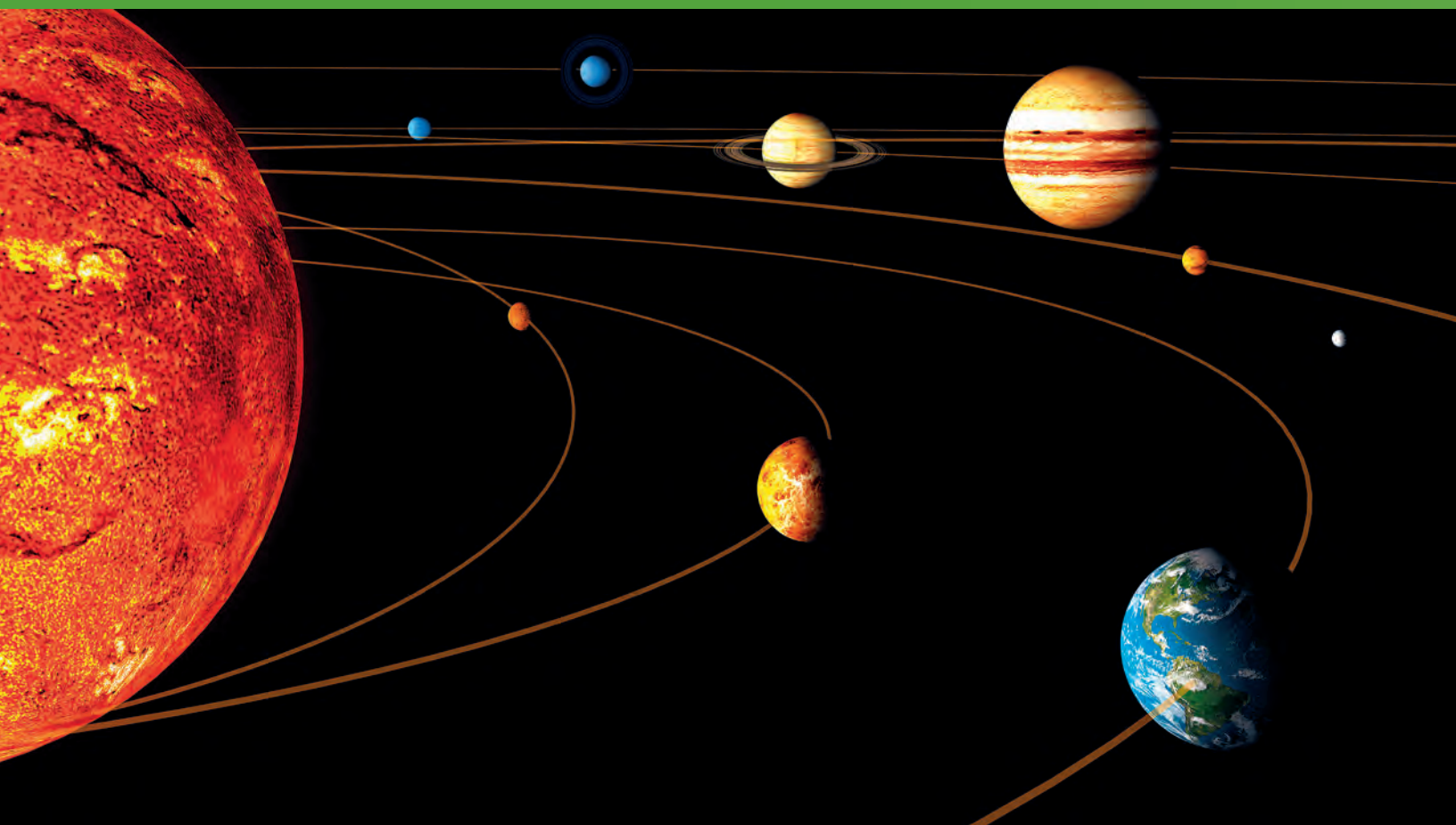
29. Putanja metka

Linija koju opisuje metak u letu nakon što izleti iz oružja naziva se putanja metka. Međutim, nakon što je ispaljen, metak se ne uspinje, niti leti u luku. Umesto toga, smesta počinje da pada zbog efekta gravitacije (i zato što ga više ne podržava cev oružja); takođe usporava zbog otpora vazduha. Pa kako neko ko puca uspe da pogodi metu? Iako metak ne leti u luku, strelac će uzeti luk u obzir. Vešti strelci često ciljaju u tačku tik iznad mete, a cev drže potpuno ravno (mada će manje iskusni strelci blago podići cev i ciljati malo niže). Tu tačku je moguće izračunati, što se i radi u slučaju visokotehnološke vojne artiljerije, ali na strelištu niko ne zastaje

kako bi to uradio. Veština dolazi uz vežbu, pokušaje i greške.



»» **Možda niste znali!** Balistička nauka proučava kretanje projektila kad lete kroz vazduh. Gravitacija je jedan od mnogih faktora koje stručnjaci moraju uzeti u obzir kako bi izračunali, na primer, razdaljinu i ugao pod kojim su hici ispaljeni.



30. Eliptične orbite planeta

deju da su orbite planeta eliptične, tj. ovalne ili u obliku elipse, prvi je izneo nemački astronom i matematičar Johan Kepler u svoja tri zakona o kretanju planeta. Međutim, tek kad je Njutn predstavio zakon univerzalne gravitacije, shvatili smo zbog čega je to tako. Eliptična orbita nastaje kao rezultat komplikovanog natezanja između gravitacionih sila različitih nebeskih tela kao što su Sunce i planete. Što je veće nebesko telo, jačom će silom privlačiti manja tela oko sebe. Ukoliko bi jedno telo velike mase delovalo samo, moglo bi da stvori kružnu orbitu. Ali ako postoji više od jednog tela velike mase, kao što je slučaj u našem Sunčevom sistemu, svako telo imaće eliptičnu orbitu. Osim

toga, što je planeta dalja od Sunca, na nju će slabije delovati Sunčeva gravitaciona sila.

Neke planete imaju komplikovanije orbite od drugih, što je Albert Ajnštajn delimično objasnio. Preradio je Njutnovu objašnjenje dodavši mu zakrivljenost prostor-vremena. Telo kao što je Sunce ima masu, a ta masa u suštini deformiše prostor-vreme, uzrokujući da se zakrivi. Dela Keplera, Njutna i Ajnštajna pomogla su nam da razumemo matematičku kompleksnost planetarnih orbita – a stvar se dodatno komplikuje time što se orbite menjaju. Sva nebeska tela se kreću, uključujući Sunce. Kako se gravitaciono privlačenje menja, menjaju se i orbite, ostajući manje-više eliptične u odgovor na promene brzine i mase.

31. Lift

Najvažniji deo lifta, protivteg, čak se ni ne nalazi u njemu. On balansira težinu kabine u kojoj se putnici voze. Dizajn tradicionalnog lifta zapravo je neefkasan. Protivteg je nekad teži od kabine koju podiže, recimo onda kad je kabina prazna. U takvim okolnostima stvara se višak energije koja se osipa kao toplota. U novije doba hidraulični sistemi zamenili su staromodne užaste liftove, a inovativni dizajn koristi silu gravitacije kako bi višak energije preusmerio u električnu mrežu zgrade.

32. Pokretne stepenice

Pokretne stepenice zapravo su pokretna traka sa stepenicama. Imaju dva točka na svakom kraju i oni po sistemu čekrka pokreću set lanaca. Stepenci takođe imaju dva seta točkova koji se kreću sopstvenim unutrašnjim kolosecima i koji su postavljeni tako da je svaki stepenik uvek ravan, što je naročito važno kad se neko penje na pokretne stepenice ili silazi s njih. Gravitacija vas, naravno, uvek vuče naniže; međutim, sila pokretnih stepenica dok vas nose naniže ili naviše suprotstavlja se gravitaciji i održava vas na stepeniku.

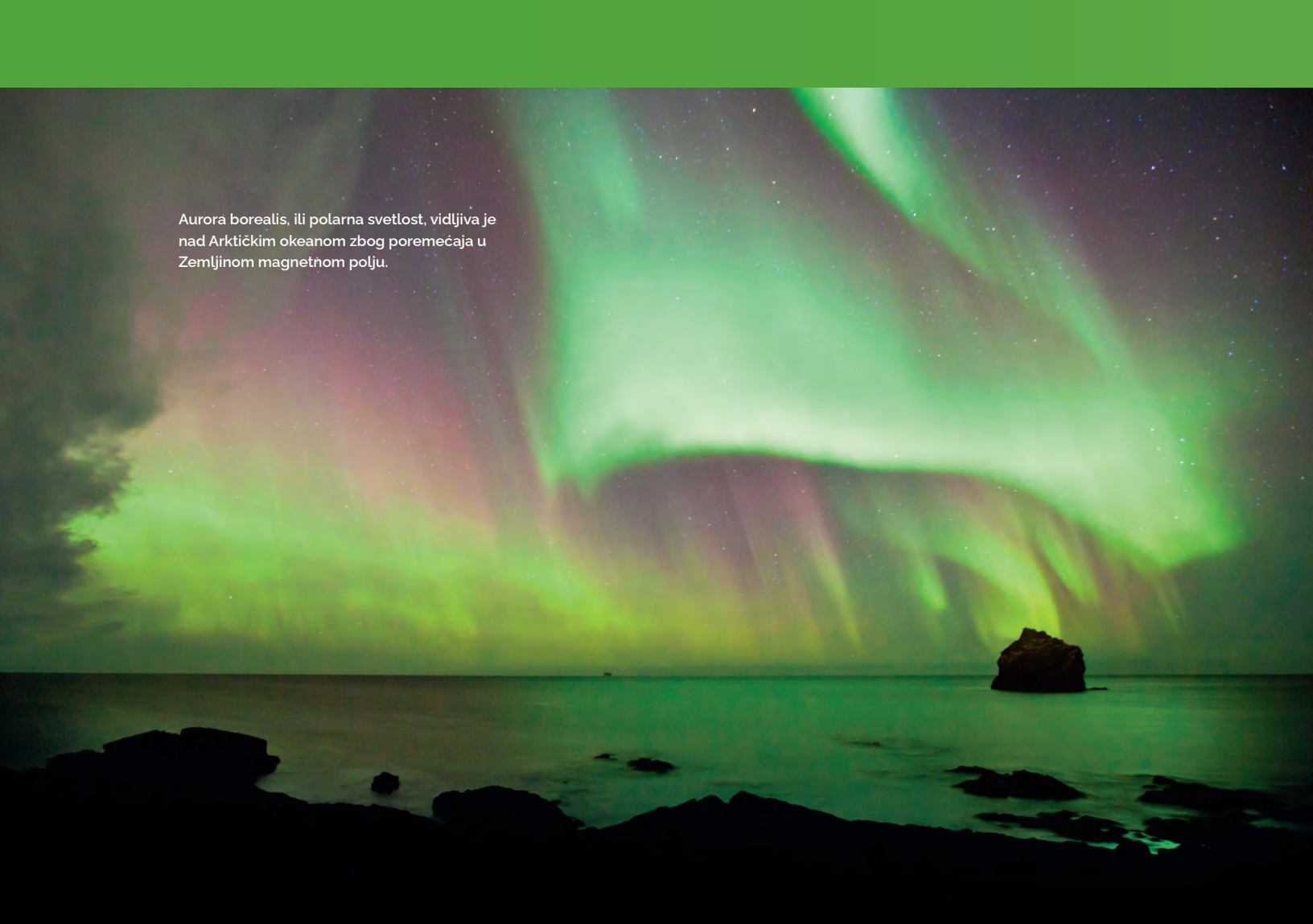


33. Viseći most

Viseći mostovi nastali su u petnaestom veku i sastoje se od grede, vertikalnih držača (zovemo ih piloni) i mreže kablova. Glavni kabl ide horizontalno od pilona do pilona; vertikalni kablovi spuštaju se od glavnog kabla, podržavajući težinu grede i prenoseći je na pilone. Glavni kabl je usidren izvan pilona da konstrukcija ne bi popustila pod silom kompresije. Težina mosta vuče pilone na unutra, ali kablovi to neutralizuju silom jednakog intenziteta.

34. Zgrade otporne na zemljotres

Da bi odoljela snazi zemljotresa, zgrada mora da izdrži lateralne, odnosno bočne pokrete koje potres proizvodi. Idealna zgrada otporna na zemljotres jeste simetričnog oblika s veoma malo ukrasa. Trebalo bi da ima membranu, središnji sloj od mekšeg materijala koji bi zgradi dozvolio da se klati, a da se ne sruši. Sistem poprečnih nosača pomaže tako što povećava vertikalnu stabilnost, a posmični zidovi od ojačanih panela pružaju lateralnu stabilnost. Prema nekim od najnovijih dizajna, cela zgrada u suštini „pluta“ na sistemu cilindara ili opruga.

A photograph of the Aurora borealis (Northern Lights) over a dark ocean at night. The aurora is a vibrant green and yellow light display in the sky, with a large rock formation visible in the water on the right side. The sky is dark with some stars visible.

Aurora borealis, ili polarna svetlost, vidljiva je nad Arktičkim okeanom zbog poremećaja u Zemljinom magnetnom polju.

ODELJAK 7

MAGNETIZAM

Sposobnost magneta da privuče ili odbije u potpunosti je u njegovim atomima. Elektroni i protoni uvek su u pokretu. Pošto svaka naelektrisana čestica generiše magnetno polje, svaka od tih čestica u pokretu ga ima. Obično su ta polja nasumično raspoređena, ali se u materijalima poput gvožđa poređaju unutar specifičnih delova zvanih domeni. Kada se stena koja sadrži gvožđe otopi, svi domeni se poravnaju sa Zemljinim magnetnim poljem. Tako nastaju prirodni magneti.

Svi mi koristimo magnetne u svakodnevnom životu. Ima ih u ekranima televizora, uključujući CRT (s

katodnom cevi), LCD (displej s tečnim kristalima), LED (svetleća dioda) i plazma ekrane. Magnetna rezonanca (MRI) dozvoljava nam da postavimo medicinske dijagnoze koje su nekad bile nezamislive. Elektromagnetizam nam je poboljšao transportni sistem u vidu maglev (skraćeno od „magnetna levitacija“) vozova. Magneti kao delovi električnih motora omogućavaju alat poput električnih bušilica, drobilica za sudoperu i električnih brijaća. Ne zaboravimo ni na magnetne koji vredno rade u vratima naših frižidera.

Suprotnosti se privlače

MAGNETNA POLJA

Magnetna polja imaju dva pola koje obično zovemo severni i južni i koji privlače suprotni, a odbijaju istovrsni pol, u zavisnosti od toga kako su naelektrisane čestice (protoni i elektroni) raspoređene u magnetu. Za tu silu znamo već vrlo dugo, još od starih Grka, iako je oni nisu u potpunosti razumeli. Kolumbo je koristio magnetni kompas 1492. godine na svom čuvenom pomorskom putovanju (mada baš i nije dospeo tamo gde je očekivao), a 1600. godine Vilijem Gilbert, lekar engleske kraljice Elizabete I, otišao je korak dalje i izneo ideju da je sama Zemlja džinovski magnet. Kasnije smo saznali da je bio u pravu.

35. Kompasi/Živi kompasi

Kompasi poboljšavaju našu sposobnost da se krećemo ovim svetom i da ga istražujemo, a da se pritom ne izgubimo. Pre pronalaska ovih jednostavnih uređaja putnici su se upravljali prema zvezdama i orijentirima duž obale. Stari Kinezi prvi su upotreбили kompase zasnovane na vodi, odnosno namagnetisane igle koje plutaju u činiji s vodom. Igle bi namagnetisali tako što bi ih trljali magnetnom rudom, prirodno namagnetisanim delom minerala magnetita. Isprva su igle korišćene za predskazivanje sudbine, pre nego što su počeli da ih koriste u praktičnije svrhe. Kompas funkcioniše tako što oseti magnetno polje Zemljine kore, koja sadrži gvožđe. Magnetno



polje je na površini slabo, što ima smisla s obzirom na to da je rašireno preko cele planete. Kako bi magnetno polje uopšte imalo nekog efekta na kompas, igla mora da bude lagana i da prilikom okretanja skoro nimalo ne proizvodi trenje.

Krave, ptice i bakterije očigledno imaju unutrašnji kompas: nepogrešivo osećaju gde se nalazi sever. Nije poznato kako im to uspeva, ali nedavna proučavanja jedne vrste bakterija nagoveštavaju šta bi tu moglo da bude u pitanju. Istraživači su otkrili da ovi organizmi u sebi imaju sićušne čestice magnetita. Te čestice se poravnavaju sa Zemljinim magnetnim poljem. Naučnici su sada pronašli slične čestice u mozgovima pčela, pastmrki i ptica selica.

»» Možda niste znali! Dok migriraju na jug, kraljevski leptiri upravljaju se prema Suncu. Ali kada je oblačno, molekuli osetljivi na ultraljubičasto zračenje koje prodire kroz oblake – kriptohromi – omogućavaju insektima da osete blage promene u Zemljinom magnetnom polju, što im služi kao rezervna navigacija.

36. Kreditna kartica

Jeste li znali da je tamna traka na poledini vaše kreditne kartice, tj. magnetna traka ili „povlačenje” zapravo vrsta magneta? Sastoji se od stotina sićušnih magnetnih čestica obloženih slojem plastike. Magnetna traka ima tri tračice koje sadrže različite količine i vrste informacija u specifičnom formatu zasnovanom na uspostavljenim bankarskim standardima. U prvoj tračici nalazi se vlasnička informacija u vezi sa izdavaocem kartice, kao i vama, vlasnicima kartice. Drugu tračicu uglavnom koriste finansijske institucije i u sebi sadrži, između ostalog, informacije o računu. Većina kreditnih kartica koristi samo dve tračice jer ne postoje standardi koji bi uredili upotrebu treće.

Premda su kreditne i debitne kartice danas sveprisutne i sastavni deo trgovine preko interneta, pojavile su se tek pedesetih godina prošlog veka, kada je Dajners klub izdata kao prva opšta kreditna kartica za korišćenje kod više trgovaca.

Odnedavno su neke američke banke prestale da koriste kartice s magnetnom trakom. Umesto njih, izdaju kartice s mikročipovima, koji se aktiviraju ličnim identifikacionim brojem (PIN). Te kartice s čipom, već popularne u Evropi, čuvaju istu vrstu informacija kao i stare kreditne kartice. Kada se kartica ubaci u čitač, dva električna kontakta posredstvom struje prebacuju informacije do sistema mesta prodaje (POS) radi verifikacije i obrade. Čitači za ove kartice su skupi, ali ih poboljšana sigurnost i univerzalnost kartice čini vrednim toga.



»» **Možda niste znali!** Prema najvećim svetskim kompanijama koje se bave kreditnim karticama (*Visa, MasterCard, American Express*), ukupan broj kartica u opticaju 2013. godine premašio je 1,6 milijardi, što čini plastičnu traku koja bi oko Zemlje mogla da se obmoti tri i po puta.



37. Plazma, LCD i LED ekrani

Glomaznost starih televizora s katodnim cevima bila je značajan faktor u opadanju njihove popularnosti. Tri uobičajene zamene, odnosno televizori s plazma, LCD ili LED ekranom, znatno su tanji i troše manje energije. Sva tri tipa koriste tehnologiju sličnu katodnoj cevi kako bi prikazali boju, mada uz neke varijacije. Elektroni se aktiviraju tako da se energija koju oslobode može iskoristiti za osvetljavanje ekrana; glavna razlika je u načinu skladištenja. Plazma ekran koristi, kao što ste pogodili, plazmu, gas ispunjen atomima ksenona i

neona; LCD ekrani osvetle sićušna fluorescentna svetla umesto tačaka; a LED ekrani aktiviraju elektrone koji se nalaze između dve folije polarizovanog filma. Osim za televizore, LCD ekrani često se koriste za monitore kompjutera, elektronske displeje i druge uređaje. Vidaju se LED ekrani još kod semafora, svetlećih reklama i unutrašnjeg osvetljenja. Još jedna obećavajuća tehnologija, organske svetleće diode (OLED), proizvodi tanje, izuzetno lagane displeje veoma jasne slike i već je postala popularna za ručne uređaje.

Naelektrisani odnosi

ELEKTROMAGNETIZAM

Elektromagnetizam obuhvata dve čvrsto povezane glavne sile, elektricitet i magnetizam. Magnetizam je druga strana elektriciteta. Električni naboj u pokretu stvara magnetno polje, a varijacije u magnetnom polju proizvode električnu struju. Kada pustite struju kroz žicu, ona stvara magnetno polje. Još jače polje biće generisano ako se žica namota u kalem oko metala. U uređajima kao što su zvučnici, hard-disk kompjutera i akcelerator čestica na delu je elektromagnetna sila.

38. Zvučnici

Ljudsko uho ili, preciznije rečeno, bubna opna, vibrira kao odgovor na zvučne talase koje mozak tumači kao zvuk. Zvučnici (slušalice, i kanalne i naušne, jesu mali zvučnici) nalik su na uho i prenose zvuk na sličan način. Vibrirajući magnetizovan kalem proizvodi zvuk koji čujete preko zvučnika.

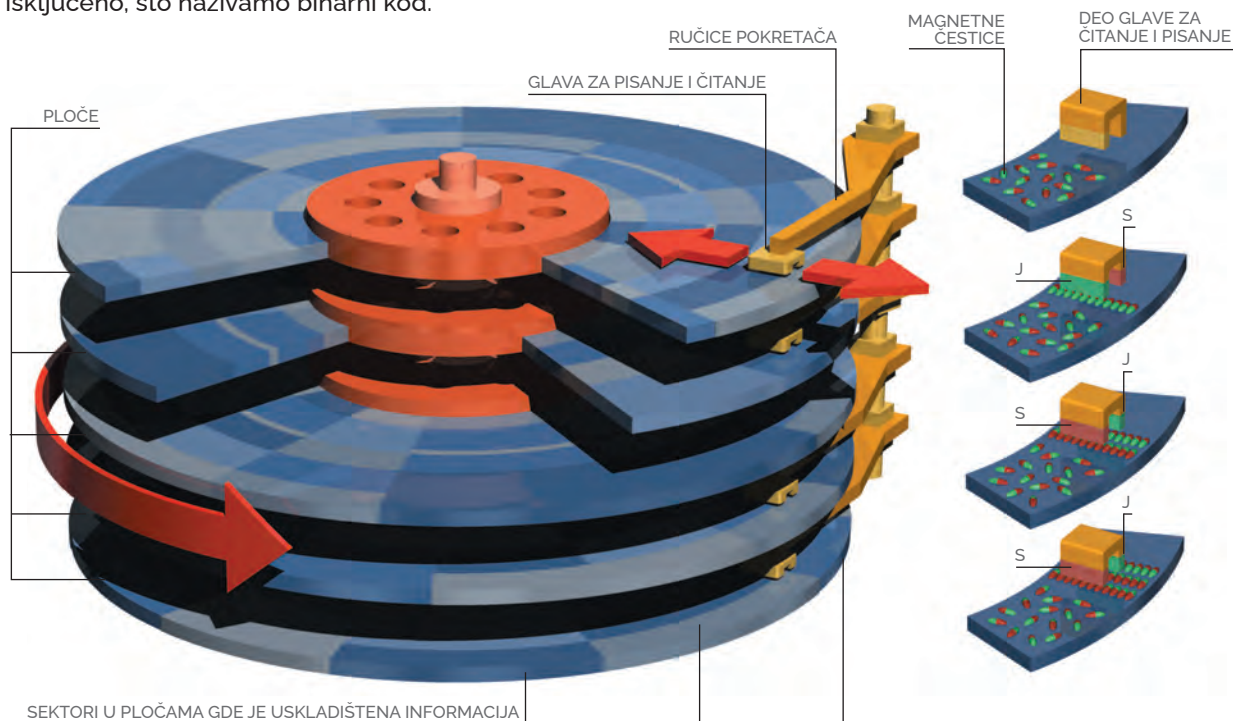
Telo zvučnika čini konus, a preko najšireg dela rastegnuta je membrana, baš kao kod bubne opne. Uži deo konusa povezan je s gvozdanim kalemom i magnetom, oni su dalje povezani sa žicama, a žice, na primer, sa stereo-uređajem ili ajpodom. Kada se uređaj uključi, generiše električne signale koji prolaze kroz žice i magnetišu kalem. Kalem vibrira napred-nazad pokretima koji pomeraju membranu. Vibracije membrane pretvaraju se u zvuk.



»» **Možda niste znali!** Do ljudskih ušiju nekad dopire više nego što je zdravo za njih. Popularne kanalne slušalice koje se postavljaju u slušni kanal ne blokiraju ambijentalni zvuk. Kako bi to kompenzovali, korisnici često toliko pojačavaju zvuk da im to s vremenom ošteti sluh.

39. Kompjuterski hard-disk

Hard-disk u vašem kompjuteru ima samo jednu svrhu: da skladišti programe i informacije dok vam ne budu potrebni. Ovaj uređaj izumljen je u pedesetim godinama prošlog veka, a „hard“ u nazivu služi da bi se razlikovao od „flopi“ diskova koji su se pojavili u šezdesetim. Hard-diskovi koriste magnetsku materiju kojom je premazana ugljučana ploča od aluminijuma ili stakla. Informacije se čuvaju u magnetnom sloju u sićušnim rupicama – domenima. Elektronski kontroler upravlja glavom za čitanje i pisanje koja sastavlja domene u bitove, jedinice i nule koje predstavljaju dva moguća stanja, uključeno i isključeno, što nazivamo binarni kod.



Hard-disk kompjutera sastoji se od aluminijumskih diskova premazanih magnetnim slojem. Glave za čitanje i pisanje koje lebde nad pločama konvertuju kodirane električne signale i zapisuju ih kao digitalni kod. Glave su elektromagneti čiji severni i južni polovi redaju magnetne čestice po diskovima tako da stvaraju digitalne jedinice i nule.

Električni jin i jang

FARADEJEV ZAKON

Sve što dozvoljava elektronima da lete u jednom ili više smerova naziva se električni provodnik i ključna je komponenta elektromagnetne indukcije. Termin se odnosi na dva različita načina stvaranja voltaže i generisanja struje: provodnik može da se smesti u fluktuirajuće magnetno polje ili da se kreće kroz statičko magnetno polje. Bilo da napajaju automobil, električnu bušilicu, drobilicu za sudoperu ili električni briač, elektromotori rade tako što su električne struje, koje odaju magnetno polje, okružene drugom strujom s naizmeničnim magnetnim poljem. To polje generiše naizmeničnu struju u provodniku smeštenom unutra, provodnik ima sopstveno magnetno polje i ciklus se nastavlja. Engleski naučnik Majkl Faradej zaslužan je za otkriće ovog principa 1831. godine, kao i za jednačinu koja opisuje kako će indukovano magnetno polje odgovoriti na promenu magnetnog fluksa.

40. Generator

Generator naizmenične struje pretvara mehanički pokret, odnosno kinetičku energiju, u električnu energiju. Sastoji se od magneta, rotirajućeg kalema obično obmotanog žicom, kliznih prstenova i grafitnih četkica. Kada motor okrene kalem, elektroni u žicama odgovore na magnete i stvore elektromagnetnu struju. Kako se žica okreće, elektroni naizmenično idu čas u jednom, čas u drugom smeru. To naizmenično kretanje znači da struja po potrebi može da se pojača ili smanji, i upravo je ta karakteristika ono što omogućava da se naizmenična struja prenosi preko velikih razdaljina, što s jednosmernom strujom, koja se kreće samo u jednom smeru, ne može da se izvede.



»» **Možda niste znali!** Pojmovi vezani za elektricitet kao što su struja, amper i volt zvuče poznato, ali ih mnogi baš i ne razumeju. Odnose se na elektrone. Broj elektrona koji se kreću u strujnom kolu čini struju, ili amperažu (amperi); ono što potiskuje struju jeste voltaža (volti).



41. Elektromotor

Ako obrnete smer transformacije generatora naizmenične struje, dobićete elektromotor. Generator koristi mehanički pokret i pretvara ga u energiju, dok motor električnu energiju pretvara u mehaničko kretanje. Električni motori prvi put su komercijalno predstavljani 1873. godine, a sastoje se od žice obmotane oko kalema, što

stvara strujno kolo, i dva magneta. Obično je jedan magnet fiksiran, a drugi rotira. Rezultujuće sile odbijaju jedna drugu, što stvara energiju. Energija okreće osovinu, na primer, i pokreće sečiva drobilice za sudoperu ili električnog brijača, ili neki drugi od hiljadu postojećih kućnih aparata. Najveći elektromotori koriste se za brodski pogon.

42. Električni automobil

U električnim automobilima električna energija se skladišti u baterijama i po potrebi pretvara u mehaničku energiju. Ali kako ti automobili rade? Pokreće ih kontroler, a njega pokreće niz punjivih baterija. Kada pritisnete pedalu u električnom automobilu, promenljivi otpornici (tehnički termin je potencijometar) šalju signal kontroleru i poručuju mu koliko „punjenja“ da uzme iz baterija. Kada je potrebno „dopuniti gorivo“, ubacite ugrađeni punjač u običnu utičnicu. Električni automobili mogu da koriste ili naizmjenični ili

jednosmerni motor, a naizmjenični su malo složeniji.

Električni automobili i dalje imaju relativno mali domet u poređenju sa automobilima koji rade na benzin i znatno duže traje da se napuni ogromna baterija nego rezervoar. Međutim, cene benzina postaju beznačajne, a električni automobili ne zagađuju. (Sam automobil ne ispušta štetne materije u okolinu. Naravno, elektrane u nekoj meri zagađuju prirodu, ali je doprinos automobila zagađenju znatno manji nego što bi inače bio.)



»» **Možda niste znali!** U septembru 2014. godine u Pekingu se odigrala prva trka Formule E u istoriji. Visokotehnološki automobili podsećaju na trkačke automobile Formule jedan, od nula do 96 kilometara na sat stižu za manje od tri sekunde, dostižu brzinu od 225 kilometara na sat – i jezivo su tihi.



Električni automobili pune se na uglu ulice u Berlinu u Nemačkoj.



ODELJAK 8

STRUJA I IZVORI ENERGIJE

Električna energija pokreće naše domove, poslovne objekte, automobile i mobilne uređaje. Megaoluje kao što je uragan Sendi podsećaju nas na to koliko je struja bitna kada je vezana za mrežu pa joj prenos bude prekinut, i svi brže-bolje nabavljaju generatore za svoje domove. Ben Frenklin sigurno nikad nije ni pomislio da ćemo koristiti elektricitet i magnetizam da pravimo slike na papiru, ali je upravo to ono što radimo foto-kopir mašinama i štampačima.

Oduvek smo tražili više izvora i bolje izvore energije.

Deo odgovora mogao bi biti, na primer, da se više okrenemo hidroenergiji, koja koristi vodu iz reka, vodopada i veštačkih jezera, a njen trenutni udeo čini manje od jedne petine električne energije proizvedene širom sveta. Hidroenergija je čista, obnovljiva i relativno jeftina: jednom kad se sagradi brana i instalira oprema, izvor energije – tekuća voda – potpuno je besplatan. Drugi obnovljivi izvori, kao što su sunce i vetar, postaju sve popularniji. Geotermalna energija koristi energiju koju oslobađaju radioaktivni elementi koji se raspadaju ispod Zemljine površine.

Triling

OMOV ZAKON

Nazvan po bavarskom matematičaru i fizičaru Georgu Omu, Omov zakon demonstrira odnos između voltaže, struje i otpora. Voltaža se meri voltima; struja se meri amperima, a otpor omima. Sva tri elementa deluju uzajamno i utiču jedni na druge, i ako su vam poznate bilo koje dve vrednosti, možete izračunati treću. A zašto je Omov zakon važan? Ova jednostavna jednačina objašnjava zakonitosti struje tako što analizira ponašanje strujnih kola. Takođe se primenjuje na krvni sistem ljudi kako bismo bolje razumeli protok krvi.

43. Utikači s dva ili tri pina

Utikači sa uzemljenjem, koji imaju tri umesto standardna dva pina, direktno su povezani s tlom i izbacuju višak elektriciteta kako bi sprečili električni udar. Ako pogledate utikač s tri pina, videćete dve lopatice – leva je veća od desne – i okrugli zubac između njih. Leva je „nula“, desna „faza“, a zubac je „uzemljenje“. Struja teče iz faznog pina u nulti i stvara strujno kolo kada se, recimo, uređaj priključi.

Utikači s dva i tri pina rade na isti način, pa zašto je jedan od njih uzemljen? U slučaju kratkog spoja uzemljenje dozvoljava struji da bezbedno, bez udara, pređe u zemlju; u suprotnom može da pregori osigurač ili da izgori prekidač. Utikači s tri pina naročito su važni za uređaje s metalnim kućištem. Ukoliko se žica u metalnom

uređaju sa utikačem s tri pina kojim slučajem razlabavi i dođe u kontakt s kućištem, treći pin neće dozvoliti struji da pređe u metal i udari korisnika.



»» **Možda niste znali!** Električne utičnice razlikuju se po strukturi (kombinacije s dva i tri otvora), kao i, u nekim slučajevima, u jačini struje, od kontinenta do kontinenta. Standardna utičnica u Severnoj Americi je od 110 do 120 volta, dok je evropski standard 220 do 240 volta.



44. Laserski štampač

Laserski štampač radi po sličnom principu kao i foto-kopir aparat. Prvo kompjuter pošalje informaciju u obliku datoteke štampaču i kaže mu šta da štampa. Onda laserski zrak u štampaču „nacrtá“ sliku tih podataka na fotosenzitivnom valjku. Površina valjka je naelektrisana, ali delovi preko kojih pređe zrak gube to naelektrisanje. Tonerski valjak, čije je naelektrisanje suprotno,

zahvata tonerski prah i prenosi ga na štampajući valjak. Čestice tonera zalepe se za naelektrisane delove i prenose na listove papira koji zatim prolazi kroz grejač. Toplota i pritisak grejača fiksiraju toner koji prenosi sliku na površinu papira. I na kraju posebna rotirajuća četkica očisti preostali toner s valjka. To sprečava pojavu fantomskih slika i garantuje da će i sledeće slike biti čiste.

»» **Možda niste znali!** Inkđzet štampači razlikuju se od laserskih po načinu na koji prenose informacije na papir. Inkđzet štampači rade kao neoimpresionističke slike: brizgalice isprskaju precizno pozicionirane tačke na papiru kako bi kreirale veća slova i slike.

Zemlja radi za nas

GEOTERMALNA ENERGIJA

Izvori energije su svuda, čak i ispod tla po kome hodamo. Džepovi pare i tople vode koji se prirodno javljaju ispod površine tla mogu se iskoristiti za stvaranje energije. Topla voda i para zapravo su nusproizvodi raspadajućih radioaktivnih elemenata. Geotermalna energija popularan je način grejanja domova na Islandu, gde se podzemnim cevovodima sprovodi kroz razmenjivač toplote koji koristi toplotu vode da zagreje domove. Upotrebljena voda ubrizgava se niz bunar do rezervoara, ponovo se greje i koristi. Za hlađenje domova tokom leta razmenjivači toplote preokrenu proces, prenoseći toplotu iz zgrada do tla ili zemlje napolju, gde se apsorbuje.

45. Vetrogenerator

Vekovima smo koristili vetrenjače da iskoristimo moć vetra. Vetrogenerator je moderna vetrenjača i slična je vodeničnom točku. Razlika je u tome što energija ne dolazi od vode, nego od vetra. I kako onda vetrogenerator radi? Počinje s lopaticama rotora koji liči na propeler. Kad vetar naleti na lopaticu, lopatica počne da se okreće. Vratilo, zakačeno za centar rotora, okreće se kad se okreće rotor. Tako se energija vetra koju uhvati rotor prenosi na vratilo. Vratilo zatim prenosi energiju do generatora. Magneti i provodnici unutar generatora pretvaraju energiju vetra u električnu struju, koja onda žicama putuje do domova.

Vetroparkovi nisu nova ideja. Procenjuje se da je tridesetih godina prošlog veka u Americi postojalo oko 600.000 vetrogeneratorsa i snabdevalo strujom ruralne oblasti. Današnje modernije verzije imaju kompjutere koji mogu fino da podese položaj i ugao lopatica rotora,

omogućavajući turbinama veću efikasnost. Međutim, ova tehnologija ima jedno značajno ograničenje: turbine moraju biti postavljene u oblastima u kojima uvek ima vetra.



Hvatanje sunca

FOTONAPONSKI EFEKAT

Kako da pogledamo u sunce a ne pomislimo da bi bilo dobro iskoristiti njegovu snagu? Tom idejom vode se i principi solarne energije. Jedan od tih principa jeste fotonaponski efekat, koji je prvi opisao francuski fizičar Edmond Becquerel 1839. godine.

Fotonaponski efekat odnosi se na proces kojim se sunčeva svetlost pretvara u električnu energiju, što nazivamo solarnom energijom. Pretvaranje se odvija na atomskom nivou. Kada se izvesna vrsta materijala izloži suncu, apsorbuje fotone, ili sićušne čestice svetlosti, i odaje elektrone. Ti elektroni onda se hvataju i koriste za proizvodnju mehaničke energije.

Do šezdesetih godina prošlog veka ova tehnologija bila je u opštoj upotrebi za svemirski program Nasa. Danas otprilike četvrtina miliona domova u Sjedinjenim Državama dobija struju na ovaj način.

46. Solarni paneli

Fotonaponske ćelije mogu se grupisati u solarni panel ili fotonaponski panel. Paneli mogu biti bilo kog oblika ili veličine, a podešavanjem električnih instalacija može se namestiti bilo koji nivo izlazne snage. Neki paneli su mali i strujom snabdevaju jedan dom,



dok drugi pokrivaju čitave hektare i snabdevaju stotine domova. Zapravo, iako je sama tehnologija skupa, solarni paneli su naročito korisni u ruralnim oblastima gde bi sprovođenje dalekovoda bilo teško. Tipični solarni panel sastoji se od samih fotonaponskih ćelija, modula (okvira koji ih drži na okupu), montažnog hardvera, kontrolora punjenja koji reguliše voltažu, nekog načina za skladištenje energije i invertera koji po potrebi menja jednosmernu struju u naizmjeničnu.

Većina solarnih panela nalazi se u fiksiranom položaju, obično okrenuti ka jugu, ali neki su motorizovani i mogu da se okreću kako bi pratili putanju sunca. Pre nego što su solarne ćelije dospele u opštu upotrebu za snabdevanje domova i poslovnih objekata strujom, Nasa ih je koristila da bi energijom snabdevala svemirske sonde. Danas se koriste za snabdevanje strujom orbitalnih satelita i Međunarodne svemirske stanice.

Snazna konverzija

ELEKTROHEMIJA

Elektrohemija se odnosi na proces pretvaranja uskladištene hemijske energije u električnu putem reakcija između hemikalija. U suštini je reč o razmeni jona, ili naelektrisanih čestica, bilo da su naelektrisani pozitivno ili negativno. Određeni materijali privlače ili odbijaju jone bolje nego drugi pa je za elektrohemiju ključan odabir materijala. Kako bi proces uspeo, potrebno je da na jednom kraju strujnog kola bude više elektrona nego na drugom; u suprotnom struja neće prolaziti. Najpoznatiji primer elektrohemije jesu reakcije u bateriji. Stručnjaci proučavaju elektrohemijski potencijal vodonika i biogoriva.

47. Litijum-jonska baterija

Punjive litijum-jonske baterije ovih dana su izuzetno popularne. Mogu se naći u širokom spektru uređaja, od igraćaka do mobilnih telefona i laptopova. Imaju nekoliko prednosti nad običnim punjivim baterijama: lagane su, gustina energije im je visoka jer je litijum visoko reaktivan (joni se kreću pod visokim naponom) i mogu da podnesu na stotine ciklusa pražnjenja i punjenja. Međutim, imaju i nedostatke: ukupan životni vek im je kratak (dve do tri godine), osetljive su na visoke temperature, skupe su i, mada se to retko dešava, može da dođe do neispravnosti u sadržaju koji je pod pritiskom, i baterija može da se zapali, što su otkrili inženjeri tokom rada na Boingu 787 Drimlajneru kad se baterija zapalila u avionu parkiranom ispred gejta u Bostonu. Taj incident i



CR2032 litijumska baterija, standardna baterija za satove



nekoliko kasnijih slučajeva kada su litijumske baterije planule, naveli su američku Saveznu upravu za civilno vazduhoplovstvo i međunarodna regulatorna tela da prizemlje kompletnu flotu 787 aviona. Nakon meseca modifikacija kako bi se uneli zaštitni slojevi između svih litijum-jonskih ćelija, drimlajneri su ponovo poleteli.

»» **Možda niste znali!** Naučnici s Tehničkog univerziteta Nanjang u Singapuru 2014. godine prikazali su litijum-jonsku bateriju sa životnim vekom od 20 godina i sposobnošću da dopuni do 70 odsto kapaciteta za dva minuta. Ako razvoj bude uspešan, električna vozila mogla bi da se pune dvadeset puta brže.

Naučnici prave biogorivo od raznih biljaka, uključujući kukuruz, prerijsko proso (*Panicum virgatum*) i šećernu trsku (desno).

48. Biogorivo (kukuruz, prerijsko proso, šećerna trska)

Biomasa je uopšteni termin koji se odnosi na organsku materiju. Kad se organska materija pretvori u izvor energije, zove se biogorivo. Dva najčešća tipa koja su danas u upotrebi jesu etanol i biodizel. Oba su već u malim količinama prisutna u benzinu kao aditivi koji smanjuju emisiju štetnih gasova. Etanol, poznat i kao špiritus ili alkohol (u pitanju je isti onaj alkohol iz alkoholnih pića), izvlači se vrenjem

iz šećernih i skrobnih sirovina. Biodizel se pravi kombinovanjem alkohola i životinjskih masti, biljnih ulja ili reciklirane masti za kuvanje. Prednosti biogoriva jesu da su obnovljiva za razliku od tradicionalnog fosilnog goriva i da biljke od kojih se proizvode praktično neutrališu ugljen-dioksid koji emituju vozila. Međutim, neki kritičari smatraju da proces uzgajanja potrebnih biljaka zahteva mnogo rada i resursa i da to preteže nad prednostima.

»» **Možda niste znali!** Kompanija iz Nevade koja koristi pilot-postrojenje u Alabami otkrila je novi način pretvaranja algi u visokoenergetsko gorivo: postrojenje zagreva alge i otpadne vode na temperaturu višu od 287 stepeni Celzijusa i tako ih pretvara u tečnost nalik na sirovu naftu.

Svet nula i jedinica

BINARNI KOD

Binarni kod iz korena je promenio način na koji obrađujemo i skladištimo digitalne informacije, a nalazi se u srcu kompjuterskog sistema. Za razliku od tradicionalnog sistema brojeva od deset cifara koji se oslanja na dekadni sistem, binarni kod koristi sistem od dve cifre. Sve vrednosti mogu biti izražene kao jedno od dva stanja predstavljenih nulama i jedinicama. One predstavljaju odgovarajuća stanja napona gde je jedinica „da” ili „uključeno”, a nula „ne” ili „isključeno”. Poreklo binarnog koda zapravo seže sve do sedamdesetih godina XVII veka kada je nemački filozof i matematičar Gotfrid Vilhelm Lajbnic proučavao nov način da poboljša „aritmetičku mašinu” francuskog pronalazača Bleza Paskala i omogućiti joj, osim sabiranja, i množenje.

49. Imejl

Imejl je 1971. godine izumeo Rej Tomlinson, kompjuterski inženjer iz bostonske firme zadužen da smisli kako da iskoriste ARPANET, ranu kompjutersku mrežu. U početku su samo univerziteti i istraživačke organizacije koristile imejl, ali su ga brzo usvajali i drugi. U osnovi imejla jeste jednostavni protokol za prenos pošte (*Simple Mail Transfer Protocol*, SMTP). Ovaj program za transfer podataka obezbeđuje da poruka stigne od pošiljaoca do primaoca. SMTP koristi detaljan kod od brojeva i slova koji svakom serveru saopštava šta da uradi s porukom kako bi stigla na odredište. Na drugom kraju su server protokola za preuzimanje pošte (*Post Office Protocol*, POP3) ili internet protokola za pristup pošti (*Internet Mail Access Protocol*, IMAP), koji barataju pristiglim porukama. Kad pošaljete imejl, vaš imejl klijent kontaktira SMTP server koristeći dodeljeni port i saopštava mu adrese primaoca i pošiljaoca, kao i sadržaj poruke, posredstvom binarnog koda. SMTP server raščlani ime primaoca i ime domena. Sistem

imena domena (*Domain Name Server*, DNS) daje SMTP serveru IP adresu za odredišni domen. SMTP server se poveže sa odredišnim domenom i poruka je predata.



MIDI tastatura u studiju
za kompjutersku muziku

50. Digitalna muzika

Mogućnost da analogne signale pretvorimo u digitalni proizvod preobrazila je način na koji puštamo, skladištimo i slušamo muziku. Zapravo, analogni zvuk pretvara se u digitalni binarni format pa nazad u analogni kako bismo mogli da ga čujemo preko zvučnika. Uobičajeni način za skladištenje ovakve muzike jeste kompakt-disk (CD) ili njegov kompjuterski ekvivalent, CD-ROM. Ovi diskovi su naizgled potpuno glatki, ali se na njima nalaze nizovi mikroskopski malih rupica i ravnih oblasti koje sadrže binarni kod. Laserski zrak u CD plejeru usmerava se na površinu diska, slično kao što igla čita žlebove gramofonske ploče. Zrak čita binarni kod i ponovo ga pretvara u zvuk.

Premda je CD bio ogroman proboj u reprodukciji muzike, stvari su postale stvarno uzbuđujuće kad smo shvatili kakve se mogućnosti

otvaraju pred nama ukoliko za taj zadatak upotrebimo kompjutere, internet i MP3 tehnologiju. MP3 je format kompresije zvuka koji smanjuje digitalne datoteke tako što redukuje broj bajtova i to radi bez gubljenja na kvalitetu zvuka. MP3 audio-fajlovi mogu da se skinu s interneta i puštaju putem specijalnog softvera, pretvore u CD fajlove, uskladište na kompakt-diskovima ili prebace na prenosne plejere.

Ne samo da možemo da slušamo i skladištimo digitalnu muziku, možemo i da je stvaramo. MIDI (akronim za *Musical Instrument Digital Interface*) jeste tehnologija koja nam dozvoljava da, koristeći sintisajzer, specijalni hardver i softver, kontrolere, sekvencere, pojačala snage i zvučnike, stvaramo zvuk u rangi orkestra. Kao što slikar radi s bojama na platnu, muzičar može da dizajnira zvuk u slojevima, presnimava i nasnimava, ubacuje rifove, radi montažu i pušta muziku.

»» **Možda niste znali!** Čitave 2.200 dolara koštao je CD plejer kada je prvi put predstavljen javnosti 1982. godine. Ni sami CD-ovi nisu bili jeftini: cena im je bila između 33 i 45 dolara u današnjoj vrednosti. Troškovi su se uskoro smanjili, a 1988. godine više od 400 miliona CD-ova bilo je proizvedeno širom sveta.

51. Bankomat

Digitalni svet drastično je promenio način na koji upravljamo novcem, kupujemo, prijavljujemo se za kredit, i još mnogo toga, a sve to možemo bez stajanja u redu ispred šaltera. Uzmimo za primer bankomat. Magnetna traka na poledini vaše bankomat kartice sadrži



informacije u obliku brojeva i slova uskladištene u binarnom kodu. Kada se kartica ubaci u bankomat, podaci i zahtev za obavljanje transakcije elektronskim putem šalju se kompjuteru u finansijskoj instituciji koja upravlja bankomatom. Tamo se proveravaju broj vašeg računa, stanje i lični identifikacioni broj (PIN). Ako svi traženi podaci budu prihvaćeni, transakcija prolazi. Bankomati su povezani u velike međubankovne mreže, koje se u velikoj meri oslanjaju na šifru DES (*Triple Data Encryption Standard*), koja koristi ključeve da prenese podatke uz visoki nivo kriptozastite otporan na tehnike razbijanja šifara. DES je relativno spor kad je reč o obradi podataka, ali sigurnost koju nudi čini to prihvatljivim.

Neke finansijske institucije umesto platnih kartica počele su da koriste takozvane pametne kartice, miniprosesore s naelektrisanim silikonskim čipovima koji sadrže hiljade bajtova informacija, znatno više nego što ih trenutno ima platna kartica.

52. Računarstvo u oblaku (*Cloud Computing*)

Uz skorašnji napredak kompjuterske tehnologije možemo preko interneta da skladištimo podatke, resurse, usluge i aplikacije. Pomodni naziv za ovu ideju jeste računarstvo u oblaku, što je u osnovi pristup kompjuterskim resursima preko servera na udaljenoj lokaciji.

Da biste razumeli „oblak“, razmišljajte o njemu u obliku slojeva. Slojevi na prednjem kraju su ono što vidite i s čime ste u interakciji, na primer vaš *Gmail* nalog i kompjuterski softver koji vas povezuje sa oblakom. Slojevi na zadnjem kraju su hardver i softver, koji pokreću slojeve na prednjem kraju zajedno sa serverima i sistemima za

skladištenje podataka. Veliki centralni server nadgleda čitav sistem, dodeljuje resurse i po potrebi preusmerava saobraćaj i upite klijenata. To čini putem liste pravila koja se zovu protokoli i posebnog softvera midlvera.

Midlver omogućava umreženim kompjuterima da komuniciraju, a virtualizacija servera pomaže u maksimalnom uvećanju učinka servera time što im dozvoljava da dele hardver, što znači da manji broj uređaja može da obavi više posla.



Trodimenzionalni prikaz naslaganih servera u stalcima



ODELJAK 9

SVETLOST

Albert Ajnštajn 1921. godine dobio je Nobelovu nagradu za ideju da o svetlosti može da se razmišlja kao o nečemu sastavljenom od sićušnih čestica energije, ili fotona, pre nego o jednom neprekidnom talasu. Ta ideja je iz korena promenila način na koji naučnici razmišljaju o svetlosti, energiji i radijaciji, kao i o njihovoj interakciji.

Postoji svetlost koju vidimo, ili vidljivi spektar, i svetlost koju ne vidimo: ultraljubičasta, infracrvena i tako dalje. Svetlost se ponaša na određeni način koji smo naučili da koristimo. Na primer, reflektovanjem svetla možemo da vidimo objekte u svemiru. Kad

ga još preciznije reflektujemo, dobijamo laser, što je primenjeno u raznovrsne svrhe, od hirurgije do supermarketa. Diode osetljive na svetlost koriste se u sistemima za bezbednost i detekciju u našim domovima. Termografija nam pomaže da predvidimo intenzitet oluja i da se pripremimo za njih. Naočare za noćno osmatranje pomažu nam da vidimo u mraku.

Način na koji vidimo jeste trik kojim mozak zavarava oči, ili je možda obrnuto. Kako starimo, vid nam prirodno slabi, ali nam svetlost može pomoći da ga popravimo, bilo da je to uz naočari ili kontaktna sočiva, ili čak lasersku hirurgiju.

Slikovito objašnjenje

SVETLOST I VIDLJIVI SPEKTAR

Svetlo koje vidimo zapravo je rezultat interakcije između električnih i magnetnih polja koja zajedno stvaraju elektromagnetne talase. Međutim, poznato vidljivo svetlo samo je delić elektromagnetnog spektra. Taj spektar je beskonačan, od niskofrekventnih radio-talasa do visokofrekventnih rendgenskih i gama zraka. Što je viša frekvencija (i niža talasna dužina), više je energije u talasu. Jedno od najdalekosežnijih naučnih dostignuća u poslednjih stotinak godina jeste naša sposobnost da „vidimo“ u talasnim dužinama koje ne spadaju u vidljivo svetlost. Astronomija, medicinska istraživanja, vojna tehnologija – zapravo, skoro sve nauke – rutinski koriste mnoge delove elektromagnetnog svetla u nastojanju da steknu znanje.

53. Deterdžent za blistave boje

Mogu li deterdženti stvarno da učine boju vaše odeće blistavom kao da je nova, što tvrde neki proizvođači, ili je to samo marketinški trik? Zapravo, ima istine u tome. Ovi deterdženti koriste optičke izbeljivače ili optički osvetljavajuće hemikalije. Kada sipate ovakav proizvod u mašinu za veš, molekuli deterdženta obave onaj pravi „prljavi posao“, uklanjaju fleke i prljavštinu iz odeće. Oni nemaju uticaja na boju odevnih predmeta. (Mada ima odeće koja izbledi nakon više pranja, to ima više veze sa samom bojom i starošću tkanine nego s deterdžentom.) Međutim, deterdžent za blistave boje sadrži dodatne molekule koji pokreću specijalnu hemijsku reakciju. Za sobom na odeći ostavljaju mikroskopski sloj fluorescentnih čestica. Kada svetlost stigne do tih čestica, našim očima boje deluju svetlije i življe nego što zaista jesu. Razliku između odeće oprane deterdžentom za blistave boje i običnim deterdžentom možete osetiti dodirrom:



sloj koji za sobom ostavlja deterdžent za blistave boje odeću čini krutom u odnosu na odeću opranu običnim sredstvom. Razlike u čistoći nema.

Postoje mišljenja da cenu za jarkobelu i blistavu odeću plaća naša životna sredina. Deterdženti za blistave boje mogu biti štetni za biljni i životinjski svet i nisu lako biorazgradivi, pa rizik po životnu sredinu koji sa sobom donose ostaje duže prisutan.



54. Trodimenzionalni filmovi

Trodimenzionalni format mnogih skorašnjih holivudskih filmova može da deluje kao nova tehnologija. Zapravo je predstavljena 1922. godine, mada nije stvarno dospela u upotrebu do pedesetih godina XX veka. A kako trodimenzionalni filmovi funkcionišu? Kad se usredsredimo na neki predmet, mozak obrađuje podatak o razdaljini koju je svetlo reflektovano od tog predmeta moralo da pređe kako bi stiglo do naših očiju. Kad su u pitanju udaljeni objekti, svetlost do naša dva oka putuje stazama koje su praktično paralelne. Međutim, što je predmet bliži, to svetlost više konvergira umesto da putuje paralelno, pa i oči moraju više da konvergiraju kako bi objekat zadržale u fokusu. Na

neki način, svako oko vidi malčice različitu „sliku” objekta.

Trodimenzionalna tehnologija zavarava vaš mozak kako bi pomislio da je objekat na ekranu bliži nego što se čini tako što navodi oči da konvergiraju, a sve zahvaljujući smešnim naočarima koje pritom nosite. One se prave u dve varijacije, starije s crvenim i plavim sočivom i modernije s polarizovanim sočivima, ali i jedne i druge u suštini rade na isti način. Ukoliko gledate trodimenzionalni film bez naočara, videćete dve različite slike, i jedna će biti iz malo drugačije perspektive od druge. Stavite naočari i svetlost se filtrira, a boje poništavaju jedna drugu tako da vaš mozak opaža jednu sliku sa iluzijom dubine.

Svetlost koju ne vidimo

ULTRALJUBIČASTO SVETLO

Frekvencije svetlosti zauzimaju široki spektar, a mi vidimo samo deo toga, onaj koji nazivamo vidljiva svetlost. Međutim, postoje elektromagnetni talasi koje ne vidimo, a jedan takav primer bilo bi ultraljubičasto (UV) svetlo. Otkriveno je 1801. godine, u spektru se nalazi iza ljubičaste i ima kraću talasnu dužinu od vidljivog svetla. Premda ga ljudske oči ne mogu videti, oči nekih insekata kao što je bumbar mogu. Ultraljubičasto svetlo stiže od sunca i klasifikuje se prema intenzitetu tako da je A najslabije, a C najjače.

55. Krema za sunčanje

Kremu za sunčanje koristimo jer nam daje tanak sloj zaštitnih hemikalija koje upijaju ultraljubičasto zračenje pre nego što nam stigne do kože. Zemlja ima sopstvenu zaštitu od Sunca u vidu ozonskog omotača. Smešten u stratosferi na oko 16 do 32 kilometra iznad nas, ozon apsorbuje veliki deo ultraljubičastog zračenja koje bi inače stiglo do tla. Ultraljubičasto svetlo loše je za živa bića jer njegovi visokoenergetski talasi mogu da oštete ili znatno mutiraju DNK, genetički materijal bez koga je nemoguća reprodukcija ćelija. Zapravo, opekotine od sunca su bolan dokaz oštećenja koje UV svetlost uzrokuje. Pošto se oštećenja gena uzrokovana UV zračenjem uvećavaju, posebno su zabrinjavajuća oštećenja koja sunce nanosi bebama i deci. Samo jedan plik ili ljuštenje kože nakon opekotina od sunca u ranom uzrastu udvostručavaju verovatnoću da će ta osoba u kasnijim godinama dobiti potencijalno smrtonosni melanom.



»» Možda niste znali! Nacionalna meteorološka služba objavljuje dnevni izveštaj o nivou ultraljubičastog zračenja u 58 gradova na skali od jedan do deset. Upozorenje na opasnost od ultraljubičastog zračenja, kako bismo se zaštitili, obično se izdaje kad je indeks zračenja šest ili viši.

Vid uz pomoć toplote

TERMOVIZIJA

Termovizija nam omogućava da vidimo elektromagnetno zračenje ili, da budemo precizniji, infracrvenu svetlost. Specijalna termalna kamera registruje elektromagnetno zračenje talasne dužine određenog opsega (0 do 14 mikrometara). Da bi kontrast bio upadljiviji, ekran kamere koristi boje kako bi ocrtao oblasti različitog intenziteta, i to tako da obično bela predstavlja najtoplije, a crna najhladnije oblasti. Termalne slike primenjuju se u različitim oblastima: vojska ih koristi za naočare za noćno osmatranje, astronomi kako bi prikupili informacije o zvezdama, a biolozi uz pomoć termalnih slika proučavaju kako određene životinje odaju toplotu.

56. Naočare za noćno osmatranje

U mrežnjačama očiju ljudi i drugi sisari imaju na milione štapića, sitnih cilindričnih elemenata koji sadrže rodopsin, purpurni pigment, koji detektuje slabo

svetlo. Imamo i milione čepića, fotoreceptora koji nam omogućavaju da čitamo sitna slova. Međutim, noćna stvorenja poput mačaka, lemura i sova imaju samo štapiće, što im omogućava da bolje od ljudi vide pri slabom svetlu.

Pošto nemamo vid stvorenja noći, mora tehnologija da nam priskoči u pomoć. Dvogledi i durbini za noćno osmatranje jesu elektrooptički instrumenti izuzetno osetljivi na širok spektar svetlosti, od vidljive do infracrvene. U durbinu za noćno osmatranje sva svetlost koja prođe kroz sočivo (bilo da je reč o slaboj svetlosti zvezda ili osvetljenju okoline) reflektuje se o pojačivač slike na fotokatodu i pretvara u elektronsku sliku. Pojačana na ekranu, slika otkriva mnogo više nego što bi se videlo kroz običan durbini. U vojnoj upotrebi durbini za noćno osmatranje dragoceni su tokom operacija koje uključuju blisku vazдушnu podršku trupa na tlu.



Proučavanje svetla

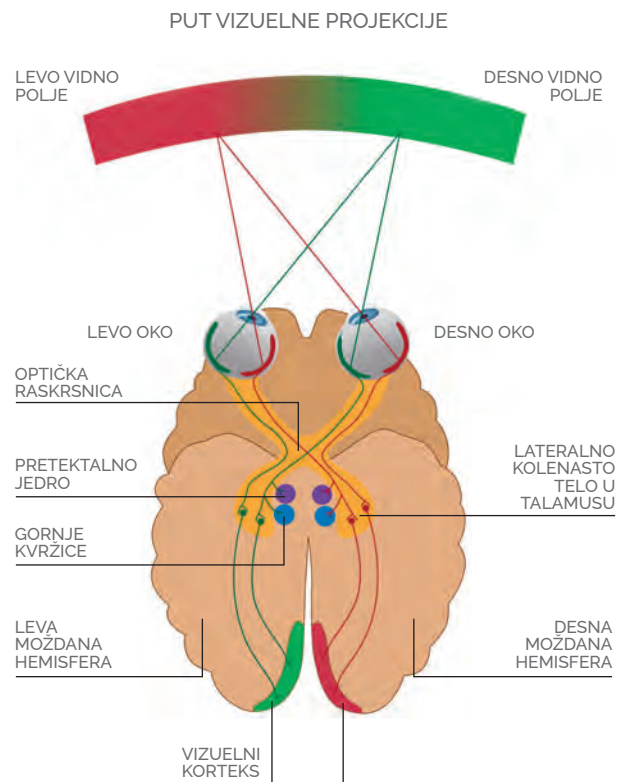
OPTIKA

Optika se bavi proučavanjem svetlosti i vida. Ova grana fizike obuhvata sve vrste elektromagnetnog zračenja: vidljivo, nevidljivo, infracrveno i ultraljubičasto. Optika je posvećena razumevanju svetla: Od čega se sastoji? Kako reaguje s različitim supstancama i tipovima materije? Kako da iskoristimo to razumevanje ponašanja svetlosti da bismo ispunili svoje potrebe? Optiku koristimo na mnogo načina, uključujući lasere, skenere, kompjutere, kamere, DVD-ove i daljinske upravljače.

57. Ljudsko oko

Črna jabučica čoveka sadrži oko sto miliona štapića, složenih fotosenzitivnih nervnih ćelija koje vide samo nijanse sive, ali dobro funkcionišu pri slabom osvetljenju. Takođe ima oko tri miliona čepića koji registruju boje i najbolje reaguju na jako svetlo. Kada svetlost stigne do mrežnjače, fotoni navedu pigmente u štapićima i čepićima da se razdvoje i tako pokreću hemijsku reakciju koja izaziva slanje signala optičkim nervima.

Levi i desni vidni živac prostiru se odvojeno jedan od drugog nekoliko centimetara, a zatim se spajaju u optičkoj raskrsnici. Tamo se spaja informacija iz desne polovine vidnog polja oba oka i šalje u levu stranu mozga; slike s leve strane oba oka idu desno. Vizuelni korteks analizira vertikalno nasuprot horizontalnom, svetlo nasuprot tamnom, pozadinu naspram prvog plana i tako dalje, dok ih ne složi u ono što vidimo kao stvarnost.



»» **Možda niste znali!** Naočari i kontaktna sočiva poboljšavaju vid savijanjem i širenjem svetlosnih zraka koje emituje ili reflektuje objekat. Za ispravljanje kratkovidosti prepisuju se konkavna (zakrivljena na unutra) sočiva, a za ispravljanje dalekovidosti konveksna (zakrivljena ka spolja).

Partneri na određeno vreme

STIMULISANA EMISIJA

Stimulisanu emisiju, koja objašnjava kako rade laseri, predstavio je Albert Ajnštajn. Određeni kristali, gasovi i tečnosti odaju fotone koji su identični ako se stimulišu na pravi način, bilo da se to radi strujom ili izvorom svetlosti. Atomi ovih materijala ulaze u polustabilno pobuđeno stanje koje može da traje nekoliko hiljaditih delova sekunde. Kada elektron jednog atoma dobije energiju od upadnog fotona sa susednog atoma, stimulisan je da emituje foton identičan onome koji ga je aktivirao. Ta dva fotona potom odleću i udaraju o druge atome, proizvodeći četiri identična fotona, pa osam, i tako dalje, i populacija „koherentnih“ fotona se uvećava. Rezultat je svetlost koja je u fazi sa energetske talasom i jedne je talasne dužine.

58. Laseri

Laseri prenose podatke preko optičkog kabla. Puštaju CD-ove, seku čelične grede, navode projekte, premeravaju razdaljine, oblikuju odeću i poluprovodničke čipove i buše rupe u dijamantima. Medicinski laseri mogu da iseku ili unište abnormalno tkivo a da ne povrede zdravo i mogu da kauterizuju, ili zapečate, krvne sudove kako bi sprečili prekomerno krvarenje. Osim toga, „kozmetički“ laseri uklanjaju neželjene dlačice, uništavaju mladeže, zatežu bore i aktiviraju sredstva za izbeljivanje zuba.

Laser je skraćena za „pojačanje svetlosti pomoću stimulisane emisije zračenja“ (*light amplification by stimulated emission of radioation*), ali laserska svetlost se razlikuje od svetlosti sunca ili sijalice, koji sijaju u svim pravcima. Laserski zraci su koncentrisani i uskog snopa; monohromatski su, odnosno jedne iste boje; i kreću se u istom smeru. Takođe su u stanju da fokusiraju veoma visoke temperature na sitne tačke. Zbog tih osobina opisuju se kao koherentni: svi talasi svetla su na istoj frekvenciji, u potpuno su istoj fazi i kreću se u istom smeru.

Različiti tipovi lasera koriste različite medijume i razlikuju se u talasnoj dužini i snazi. Argon, na primer, koristi se kao laserski medijum u hirurgiji oka zato što energija snopa može da stigne do mrežnjače a da je ne apsorbuje očna vodica. Hemijski laseri koriste se za oružje. Laseri na parama metala koriste se za brze fotografije i štampače. Čvrstotelni laseri, uključujući rubinske lasere za uklanjanje tetovaža, koriste se u hirurgiji i stomatologiji.



Mašina za lasersko sečenje obrađuje metal.

59. Hologrami

Hologrami su trodimenzionalne (ponekad dvodimenzionalne) slike kreirane laserskim svetlom. Ovih dana možete ih videti na vozačkim dozvolama i kreditnim karticama, u kompjuterskim igrama i u milion drugih aplikacija. Kad se primeni u većem obimu, možemo detaljno da istražimo pejzaže i predmete iz bilo kog ugla. Interesantna odlika holograma jeste da, ukoliko ga presečete napola, ili čak uklonite samo delić, ceo hologram i dalje ostaje u fragmentu, zahvaljujući tome na koji način hologram funkcioniše.

Za kreiranje holograma potrebne su četiri osnovne komponente: helijum-neonski laser (često ga nazivaju crvenim laserom), sočivo koje će raširiti zrak lasera, ogledala koja precizno usmeravaju zrak i holografski film. Film je sličan fotografskom, osim što je izuzetno osetljiv na promene svetla (i to na mikroskopskom nivou) i snima svetlost u veoma visokoj rezoluciji. Laserski zrak deli se na dva, a ogledala su tako nameštena da zraci slede tačno određenu putanju. Zatim, svaki od uskih snopova prolazi kroz još jedno sočivo koje ga transformiše u široke zrake svetla. Jedan od njih, predmetni snop, odbija se od objekta i na holografsku ploču. Drugi, odnosno referentni snop, udara u holografsku ploču bez odbijanja o bilo šta sem ogledala. Rezultat je savršeni prikaz objekta u hologramskom obliku.

Inženjeri koriste holograme u mnogim



Hologramska slika kraljice Britanije Elizabete II

oblastima, na primer da istraže prototipe novih modela automobila. U medicini se hologrami koriste za prikaz rezultata dijagnostičkog rendgena. Hologrami koji nisu trodimenzionalni korisni su za skladištenje podataka: u računarstvu u oblaku podaci mogu da se upišu u hologram koji ih skladišti na sličan način kao i hard-disk, samo mu je kapacitet veći.

»» **Možda niste znali!** *Quantum Photonic Imager*, čip veličine tik-tak bombonice koji je bio u razvoju 2014. godine, spaja se na minijaturni projektor i mogao bi da se ugradi u mobilne telefone, tablete ili par naočara kako bi ponudio sve: od reklama do slika i života u dvodimenzionalnoj ili trodimenzionalnoj tehnologiji.



Subatomske čestice dezintegrišu se prilikom prolaska kroz atmosferu iznad silueta zgrada na horizontu Londona, što je pokazala specijalna oprema za snimanje Evropske organizacije za nuklearna istraživanja (CERN).

ODELJAK 10

RADIJACIJA

Svetlosni talasi, i vidljivi i nevidljivi, odaju energiju, naročito kad se odbiju od objekata. Iskoristili smo tu energiju u prirodnom svetu i čak naučili kako da je sami stvaramo. Radio-talasi, na primer, promenili su način na koji komuniciramo. Mobilni telefoni, nekada nategnut koncept, evoluirali su u mini-kompjutere. Uz globalni pozicioni sistem možemo vrlo precizno da odredimo nečiju lokaciju.

Radio-talasi u obliku radara doveli su do napretka u meteorologiji i sistemu kontrole letenja. Možemo da mapiramo oluje i predvidimo njihov oblik i

veličinu. Učimo kako da vazdušni saobraćaj učinimo efikasnijim, da pošaljemo više aviona u nebo a da putnici i dalje budu bezbedni. Možemo čak i hranu da skuvamo radarom. Tehnologija je doprinela napretku poput CT skenera koji nam dozvoljavaju da jasno vidimo unutar objekata, i naših sopstvenih tela, a da ništa ne moramo da sečemo. I u većim i u znatno manjim razmerama ogromni akceleratori čestica kao što je Veliki hadronski sudarač koriste jonizujuće zračenje i doveli su do naučnih proboja na kvantnom nivou.

Uključujemo se

RADIO-TALASI

Možda Nikola Tesla jeste izumeo bežični radio, ali za to može da zahvali Hajnrihu Rudolfu Hercu. Herc je bio nemački fizičar i prvi naučnik koji je uspešno dokazao postojanje elektromagnetnih talasa. Merna jedinica za frekvenciju, herc, nazvana je po njemu.

Radio-talasi počinju u emisionoj stanici, gde se zvučni talasi, odnosno akustična energija, pretvaraju u električni signal. Signal se pojačava i dodaje nosećem talasu. Svakoj radio-stanici dodeljuje se noseći talas različite frekvencije. Antena usmerava radio-talase koji nose zvuk ka anteni vašeg radija. Radio-talasi se pretvaraju u električne signale koji se pojačavaju i pretvaraju u zvučne signale. Oni se šalju do zvučnika radija, gde se talasi ponovo pretvaraju u zvuk i pojačavaju.

60. Mobilni telefon



U početku je mobilni telefon bio samo sredstvo za telefonske pozive s bilo kog mesta. Danas lagani i tanki poput oblande, „pametni telefoni“ šalju mejlove i fotografije, skidaju igrice, povezuju se na internet, fotografišu, izvršavaju izgovorene komande i još mnogo toga. Mobilni ili celularni telefoni, tako nazvani jer pokrivaju ograničene oblasti nalik na ćelije, odašilju radio-talase ili preko antene u baznoj stanici ćelije ili preko satelita. U srcu svega je bežična tehnologija. Celularni telefon je zapravo specijalizovani i sofisticirani radio. To je puni dupleks uređaj, što znači da možete da prekinete sagovornika jer se jedna frekvencija koristi za govor, a druga za slušanje. Komunikacija se dešava na kanalima, a prosečni celularni telefon ima ih više od 1.650 na raspolaganju.

U tipičnoj celularnoj bežičnoj mreži operater koji vam pruža uslugu mobilne telefonije dobija 800

frekvencija koje razdvaja u heksagonalne oblasti koje se zovu ćelije, a svaka je veličine oko 26 kvadratnih kilometara. Unutar svake ćelije su bazna stanica i toranj. I celularni telefoni i tornjevi imaju u sebi predajnike male snage. Telefon i toranj komuniciraju jedan s drugim preko posebne frekvencije. (Ako nije moguće pronaći frekvenciju, pojaviće se poruka „van dometa“ ili „usluga je nedostupna“.)

Kako koristite telefon, krećući se od jedne ćelije do druge, tako se frekvencija „prebacuje“ s jedne ćelije na drugu. Operater održava frekvenciju koja vam je potrebna za komunikaciju sa osobom na drugom kraju veze i neprekidno nadgleda jačinu signala. Sofisticirani kompjuterski kontrolori pomažu vam da ostanete povezani i dok ste u pokretu.

61. GPS

Globalni pozicioni sistem (GPS) počeo je kao vojni satelitski sistem 1978. godine. Proizvođači GPS opreme brzo su uočili potencijal za masovno tržište i dobili dozvolu da ga razvijaju za civilnu upotrebu.

GPS mrežu čine 24 satelita koji orbitiraju na 17.000 kilometara iznad Zemlje. Svaki satelit dvaput u toku dana obiđe Zemlju. Sateliti su tako raspoređeni da su, gledano iz bilo koje tačke na Zemlji, četiri uvek iznad horizonta. Svaki satelit ima atomski časovnik, kompjuter i radio. Koristeći sopstvenu orbitu i časovnik, satelit emituje svoj položaj i vreme onako kako se menjaju. Kompjuter u vašem GPS prijemniku procenjuje gde ste s preciznošću od nekoliko metara tako što računa vašu udaljenost od tri



od četiri satelita s kojima komunicira putem radio-talasa.

Programeri rade na pružanju sve detaljnijih informacija o određenoj lokaciji. Možda ste već primetili da, kad ubacite putanju u GPS vašeg automobila, dobijate informacije o obližnjim restoranima ili neočekivanim zaobilaznim putevima.

62. Bežični internet

Nasuprot uvreženom mišljenju, vaj-faj nije skraćenica za bežičnu tačnost (*wireless fidelity*). Ovaj termin zapravo je neka vrsta imena brenda za standard pod zvaničnim nazivom „802.11 mreža” ili samo bežična mreža. Standarde za ovaj i ostale protokole određuje Institut inženjera elektrotehnike i elektronike. Šta je bežični internet? Sredstvo bežične komunikacije koje funkcioniše kao radio. Adapter unutar kompjutera pretvara podatke u radio-sigale i odašilje ih preko antene. Na drugom kraju transmisije ruter prima signal i pretvara ga u podatke. Ova putanja može biti između uređaja kao što je

laptop i interneta, ili obrnuto.

Međutim, bežični internet nije samo pomodni radio. Funkcioniše na višoj frekvenciji od standardnih radio-talasa, što znači veći kapacitet podataka. Signal bežičnog interneta može se podeliti na više tokova ili potkanala, što poboljšava kapacitet, jačinu signala i domet. Uz to, bežični internet može da prelazi s frekvencije na frekvenciju, što znači da više korisnika može da koristi isti ruter. Mreže bežičnog interneta uglavnom su jednostavne za podešavanje i održavanje, pouzdane su i lako je povezati se na njih. Zato se u današnje vreme skoro svaki hotel, aerodrom, biblioteka i kafić hvale besplatnim pristupom bežičnom internetu.



Moć vidljivog i nevidljivog

ELEKTROMAGNETNO ZRAČENJE

Više je svetlosti koju ne vidimo od one koju vidimo, a termin „elektromagnetna svetlost“ odnosi se na kompletan spektar svetlosti, koji je u obliku naizmeničnih električnih i magnetnih talasa. Rezultujuća energija koja se oslobađa zove se elektromagnetno zračenje. Može da varira u intenzitetu i da bude bezopasna ili blagotvorna. U velikim količinama ili usled dugotrajne izloženosti elektromagnetno zračenje može čak da bude i smrtonosno. Javlja se i u prirodnom obliku i u obliku koji je proizveo čovek. Primeri prirodnog elektromagnetnog zračenja bili bi sunce i duge. Oni koje je proizveo čovek jesu radio-talasi i mikrotalasi, mada se oni mogu javiti i u prirodi.



63. Radar

Radio-talasi u obliku radara pomažu da se otkriju udaljeni objekti i odrede njihovi položaji. Radari su u upotrebu dospeli neposredno pre Drugog svetskog rata, uglavnom da bi se njima opazili vazduhoplovi, ali danas detektuju više od aviona. Radar može da otkrije brzinu objekta i da nas upozori na nadolazeće oluje. Funkcionisanje radara zasniva se na odjeku i Doplerovom efektu. Svi znaju šta je odjek ili eho. Doplerov efekat ili Doplerov učinak odnosi se na

fenomen u kojem se zvučni-talasi ili skraćuju ili produžavaju u odgovor na promene u razdaljini između zvuka i posmatrača. Izmerite promenu visine tona i znaćete koliko je nešto daleko. Efekat je nazvan prema austrijskom fizičaru Kristijanu Dopleru, koji je smislio taj koncept 1842. godine. Kad se tehnologija razvila vek kasnije, Američka mornarica nazivala ju je po skraćenci RADAR (*radio detection and ranging*). Od tada je reč radar ušla u opštu upotrebu.



64. Kontrola letenja

Posao kontrolora letenja opterećen je velikom odgovornošću i veoma je stresan. Radar je i dalje koristan alat za kontrolora, ali su mu dodati satelitski podaci i različiti uređaji uz čiju pomoć kontrolor može da upozori pilota na odstupanja od potrebne visine i na zone ograničene za letove, kao i da mu pomogne u poletanju i sletanju. Dok su u vazduhu, pilote vode i nadgledaju avionski kompjuteri i senzori koji posredstvom

optičkih kablova kontrolišu kretanje vazduhoplova. Piloti posredstvom kablova prenose kodirane digitalne signale direktno do motora. Kompjuteri takođe određuju bezbednosne parametre, proveravaju brzinu i smer i vrše korekcije zbog vremenskih promena ili moguće greške pilota. Meteorološki radar u prednjem delu letelice šalje podatke informacionom sistemu aviona, a senzori utvrđuju smicanje vetra i nadgledaju potrošnju goriva.

»» **Možda niste znali!** Vazdušne rute često prate istorijske cikcak putanje zasnovane na svetionicima na vrhovima brda upaljenim kako bi vodili poštanske letove Čarlsa Lindberga u Americi dvadesetih godina prošlog veka.

65. Rendgenski zraci

Otkriće rendgenskih zraka 1895. godine pripisuje se nemačkom lekaru Vilhelmu Rendgenu, za šta je dobio Nobelovu nagradu za fiziku 1901. godine. Rendgensko snimanje koristi određen spektar elektromagnetne energije kako bi stvorio talase koji nam omogućavaju da vidimo unutar ljudskog tela u ordinaciji lekara, skeniramo prtljag u potrazi za potencijalno opasnim predmetima na aerodromu ili da proverimo gde su u zgradi električne instalacije pre nego što se upustimo u renoviranje.

Rendgenski zraci su kraćih talasnih dužina i viših

frekvencija od ultraljubičastog svetla, a stvaraju se tako što se cilj od metala bombarduje snopom visokoenergetskih elektrona. Čestice se sudaraju s metalom i emituju zračenje. Druga metalna ploča filtrira snop kako bi proizvedena slika bila jasna i čitljiva. Rendgenski zraci imaju toliko energije da lako prolaze kroz meka tkiva, a tvrda, poput kostiju, samo ih malo uspore ili odbiju. Ta razlika u prodornosti na fotografskoj ploči ili filmu vidi se u obliku svetlijih i tamnijih područja. Naslage minerala u telu otkrivene rendgenskim zracima pomažu u otkrivanju slomljenih kostiju, tumora ili stranih tela.



Rendgenski snimak ljudske šake

MATERIJALI I KEMIJA



ODELJAK 11

Elementi 90

ODELJAK 12

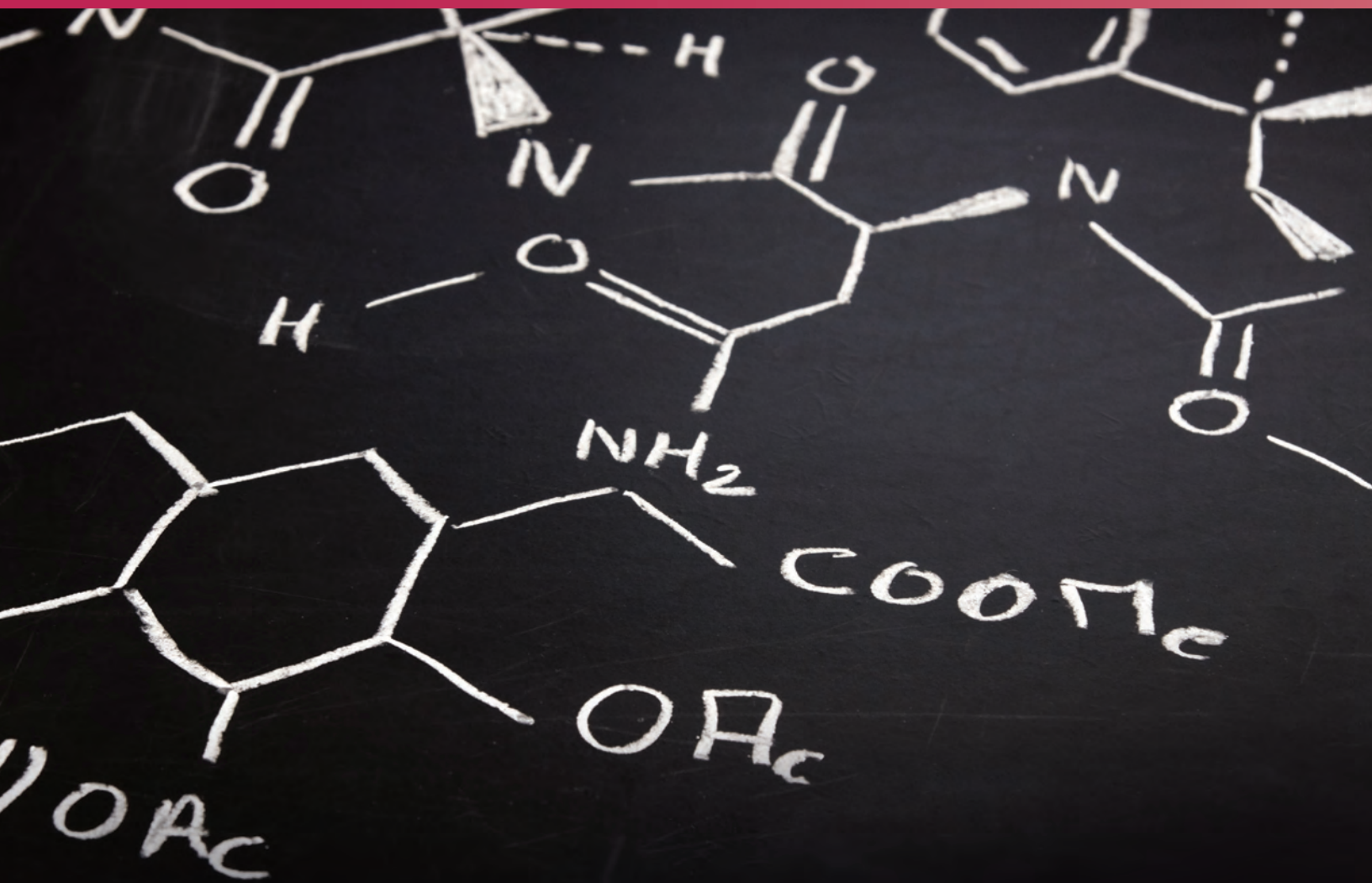
Polimeri i smole 94

ODELJAK 13

Nanotehnologija 104

DEO

3.



ODELJAK 11

ELEMENTI

O kruženi smo elementima. Oni su sastavni deo vazduha koji dišemo, hrane koju jedemo, odeće koju nosimo i trotoara po kojima hodamo. Hemija proučava njihove veze i moguće načine kombinovanja kako bi se napravila jedinjenja i materijali. Većina materijala, alata i pogodnosti koje koristimo može se pratiti do otkrića nekog elementa ili njegove kombinacije s drugim elementima.

Neon, na primer, zauvek je promenio svet noću zahvaljujući stvaranju znakova koji se vide kilometrima unaokolo. Uz litijum naši elektronski

uredaji duže ostaju napunjeni. Bez joda ljudi bi se mučili s bolestima tiroidne žlezde. Proizvodnja aluminijuma omogućila je lakše avione i svemirska istraživanja. Nacionalne privrede milenijumima su se zasnivale na zlatu, a naš nakit i pribor za jelo ne bi imali taj sjaj bez srebra. Zbog hlora imamo bezbednu pijaću vodu. Silicijum nam omogućava pesak, glinu i kompjuterske čipove.

Da ne razumemo osobine ovih i drugih elemenata, život bi nam bio mračniji, teži, manje produktivan i verovatno bismo znatno manje uživali u njemu.

Elementarno

ATOMSKA STRUKTURA

Element je supstanca u najjednostavnijem obliku: ne može se podeliti na druge supstance. Svaki element u jezgru ima određeni broj protona. Postoji 118 poznatih elemenata; navedeni su u periodnom sistemu (prvobitno razvijenom 1817. godine, kada je sadržao 63 elementa) po redosledu broja protona. Vodonik je prvi jer njegovi atomi imaju jedan proton.

Kako su hemičari otkrivali ili sintetizovali elemente, počeli su i da ih kombinuju i stvaraju jedinjenja. Naučili su, na osnovu atomske strukture elementa, koji su stabilni, a koji izazivaju hemijske reakcije. Sledeći korak bio je da se u potpunosti razumeju njihova svojstva kako bi se iskoristili u tehnologiji.

66. Neon

Otkriće neona dovelo je do savršenog braka između dve industrije: proizvođača neonskih znakova i prodaje automobila.

Počelo je odlučnošću škotskog hemičara Vilijema Remzija, koji je 1894. godine otkrio argon, stabilan, plemeniti gas, i verovao je da to nagoveštava postojanje još nekog sličnog elementa.

Godine 1898. zamrzao je uzorak argona uz pomoć tečnog vazduha (vazduh se pretvara u tečnost kad mu se temperatura spusti na otprilike -225 stepeni Celzijusa). Remzi i kolega istraživač Moris Travers lagano su isparavali argon pod sniženim pritiskom, preuzeli su prvi gas koji se odvojio, a onda u vakuumskoj cevi na taj gas pustili struju visokog napona kako bi mu odredili spektar. Rezultat je bio spektakularan: blesak grimznog svetla – neona.

Od kad je otkriven, neon se primarno koristi kao glavni sastojak u jarkim svetlima i znakovima za preduzeća. Prvi neonski znakovi u Sjedinjenim Državama prodati su zastupništvu Pakarda u Los Anđelesu u Kaliforniji 1923. godine. To je bio početak kontinuirane i značajne tradicije natpisa

u automobilske prodaji. Neon je 1960. godine kombinovan s helijumom (koji je prvi put izolovan 1895. godine) da bi se dobili gasni laseri. Danas su ti laseri u širokoj upotrebi u akademskim i optičkim istraživačkim laboratorijama zbog niske cene i male potrošnje struje.



67. Titanijum

Posebna svojstva titanijuma u potpunosti opravdavaju što je nazvan po starogrčkim bogovima Titanima. Titanijum je jak koliko i čelik, ali mu je gustina znatno manja. Uz sposobnost da izdrži ekstremne temperature, to ga čini idealnim sastojkom za kombinovanje s drugim legurama u vazduhoplovnoj industriji. Uz to je i savitljiv i rastegljiv na visokim temperaturama, pa može da se oblikuje.

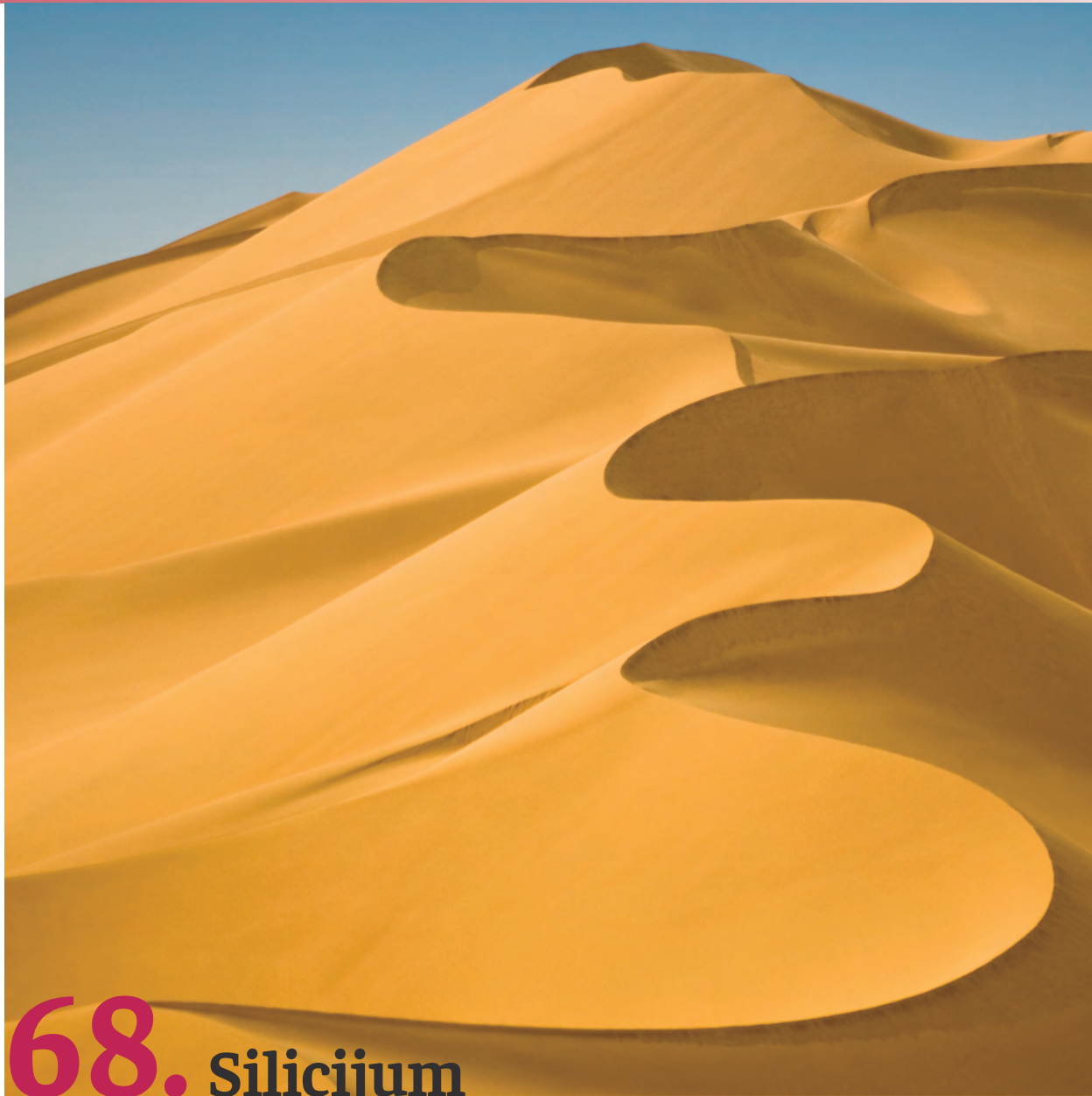
Titanijum uopšte ne propušta morsku vodu. Površina će mu pod uticajem morske vode korodirati tek za 4.000 godina. Stoga i nije čudo što je važna komponenta broskog trupa.

Jedno od titanijumovih najpoznatijih jedinjenja jeste titanijum-oksidi, toliko čisto beo da se koristi u farbanju, što je još jedna od primarnih primena ovog elementa.

Začudo, titanijum je jedini element koji gori u čistom azotu.



»» **Možda niste znali!** Titanijum-dioksid, koji se nalazi u kremama za sunčanje, možda bi mogao da rasprši sunčevu svetlost i rashladi Zemlju. Ukoliko bi se u stratosferu, uz pomoć visinskih balona, ispricale tone ove netoksične hemikalije, one bi mogle da reflektuju deo sunčevih zraka nazad u svemir.



68. Silicijum

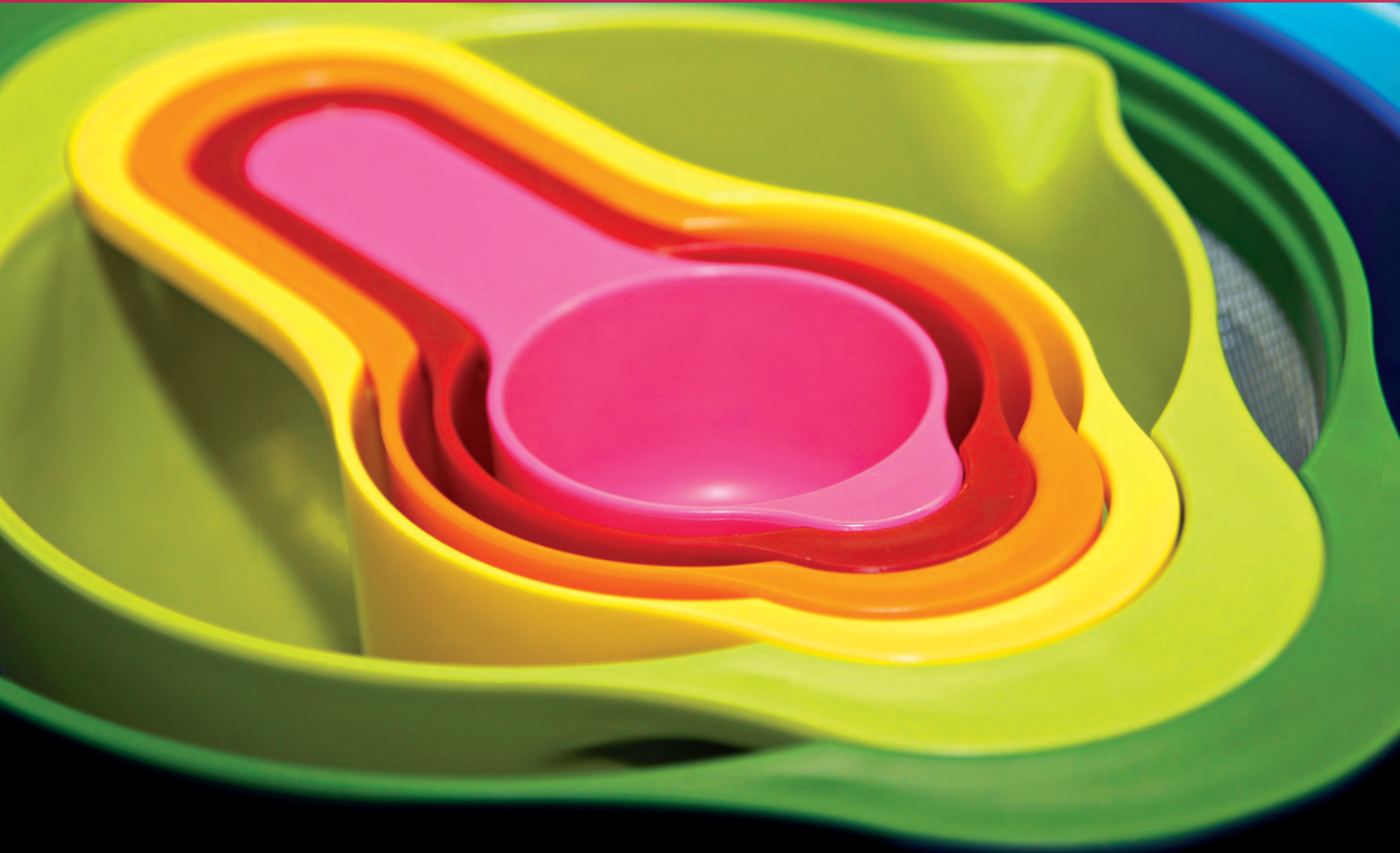
Možda toga niste svesni, ali kad odete na planinarenje, okruženi ste silicijumom. To je, nakon kiseonika, drugi najrasprostranjeniji element u Zemljinoj kori. Silicijum je sastavni deo stena poput kvarca, kao i ametista, ahata i opala. Ima ga baš mnogo i na plaži.

Iako ga ima svuda, nije bio izolovan ni otkriven do 1824. godine, kada je to učinio hemičar Jens Jakob Berzelijus iz Stokholma.

Silicijum dobijen iz peska danas je jedan od najčešće korišćenih materijala. Gde god da

pogledate, videćete taj pesak u upotrebi, od betonskog trotoara po kome hodate do čaša iz kojih pijete. Silicijum je i komponenta grnčarije, emajla i silicijumskog čelika (koji se koristi u motorima i transformatorima).

Mikroelektronska industrija – setite se samo Silicijumske doline – mnogo toga duguje otkriću ovog elementa. Zbog visoke tačke topljenja i efikasnosti kao poluprovodnika silicijum se koristi u tranzistorima, solarnim ćelijama i mnogim drugim oruđima.



ODELJAK 12

POLIMERI I SMOLE

Kada u ruci držite plastičnu bocu ili kesu za đubre, zapravo držite niz polimera. Polimeri su veoma dugi lanci molekula. Neki polimeri javljaju se u prirodi, a mi smo naučili i kako da ih sintetišemo.

Prirodni polimeri u životinjama i biljkama – na primer celuloza – igraju značajne uloge; obezbeđuju građu i energiju. Mnogi prirodni polimeri zamenjeni su sintetičkim jer su hemičari naučili kako da ih naprave s korisnim karakteristikama. Na primer, sintetička guma je manje osetljiva na sunce i

temperaturne razlike nego prirodna guma.

Ljudi su pronašli mnogo izvanrednih načina kako da upotrebe smolu, od nakita do parfema. Biljke luče smolu, obično prozirnu tečnost kao što je borova smola. Pošto smole mogu da se stvrdnu i tako učine nerastvorljivim u vodi, odlične su kao smesa za zaptivanje. Smole su često aromatični sastojci parfema i tamjana. Čilibar, fosilizovana smola drveta, cenjen je zbog svoje lepote i stavlja se u nakit. Neke drevne kulture čilibar su cenile isto koliko i zlato.

Lančana reakcija

PRIRODNI POLIMERI

Molekuli povezani u dugačke nizove jaki su i imaju i druga svojstva koja ih čine značajnim i korisnim. Možete da zamislite polimere kao lančane ogrlice: mnogo pojedinačnih monomera, ili malih molekula vezanih jedni za druge, s barem hiljadu atoma u lancu. Ovaj veliki broj veza polimerima daje željene karakteristike, od mekoće i lomljivosti do savitljivosti i visine odskoka.

Tokom godina čovečanstvo je koristilo njihove najbolje odlike. Skrob je prirodni polimer koji se nalazi u krompiru i mnogim drugim biljkama. Niti molekula glukoze pružaju mu slatkasti ukus skrobaste hrane koji ljudi toliko vole. Još jedan prirodni polimer jeste svila. Snagu po kojoj je čuvena daje joj to što 78 odsto njenog sastava čine proteini.

69. Šelak

Za nas, šelak je popularan i bezbedan zaštitni sloj. Ali ako ste štitasta vaš *Kerria lacca*, spasava vam život. Ovi insekti napadaju drveće azijskih šuma i hrane se biljnim sokom, koji se onda luči kroz njihove pore i stvara čvrsti omotač koji štiti i njih i njihove mlade. Odrasle jedinke umiru, a mladi insekti oslobađaju se iz omotača i traže novo drveće kojim bi se hranili. Sirovina za šelak sakuplja se tako što se odlome milioni grančica prekrivenih smolastim omotačima i odnesu u fabrike gde se omotači sastružu, pa se potom prerađuju u šelak. Rameš Sing sa Odseka za zoologiju Autonomnog koledža Udai Pratap u Indiji kaže da je potrebno 300.000 ovih insekata za kilogram šelak smole.

Prirodni polimer šelak kombinacija je hidroksilnih kiselina (kiselina koje imaju zajedničke osobine sa alkoholom) i karboksilnih

grupa kakvih ima u organskim kiselinama. Upravo je ta kombinacija ono što omogućava da šelak očvrsne kad je izložen vazduhu, kao i da formira razrađene strukture.

Šelak je nekada bio izuzetno popularna glazura u građevini, ali mu je upotreba opala nakon pronalaska sintetičkih jedinjenja smole sredinom dvadesetog veka. Šelak je bistra, gusta smola koja se brzo suši. Prvi proizvođač šelaka bio je *William Zinsser & Company* iz Njujorka, a lepljivu materiju počeo je da proizvodi 1849. godine.

Danas je prirodni šelak privlačan proizvođačima jer glazura od šelaka može bezbedno da se koristi na slatkišima i pilulama, kao i za

završni premaz nameštaja za decu i bebe. Jabuke i drugo

voće premazuju se jestivim šelakom kako bi se očuvale, radi obnavljanja prirodnog voska izgubljenog u obradi, i da bi izgledale privlačnije.



70. Guma

Sve je počelo divnim odskakivanjem. Starosedeoci Srednje Amerike, gde ima mnogo kaučukovog drveća, pravili su gumene lopte i koristili ih u igrama koje neodoljivo podsećaju na odbojku i košarku. Prvi evropski istraživači bili su impresionirani. Do tada su Evropljani koristili kožne lopte i odskok nije mogao da se poredi.

Nakon što je Škot Čarls Mekintoš shvatio da guma takođe odlično odbija vodu i napravio čizme od ovog materijala, nije dugo prošlo pre nego što su razvijene i druge primene. Gumene kabanice, lopte i medicinski uređaji bili su samo neke od njih. Guma se sastoji od dugačkih fleksibilnih lanaca ugljenikovih atoma uz poneki atom vodonika ubačen tu i tamo, i to je ono što joj daje neverovatnu elastičnost. Istorija gume napravila je zaokret 1844. godine kada je Čarls Gudjir patentirao proces zagrevanja gume i sumpora – vulkanizaciju, nazvanu po rimskom bogu vatre. Vulkanizovana guma nije bila lepljiva na visokim ni krta na niskim temperaturama. To je pak pomoglo Džonu Bojdu Danlopu u pronalasku pneumatske gume (prirodne gume punjene vazduhom) 1888. godine.

Kaučukovo drveće zasađeno je u azijskim kolonijama Engleske u devetnaestom veku. Danas više od devedeset odsto svetskih zaliha prirodne gume dolazi iz azijskih zemalja, uključujući Tajland, Indoneziju, Maleziju, Indiju, Vijetnam, Kinu, Šri Lanku, Filipine i Kambodžu. Od Drugog svetskog rata globalna zajednica više je koristila sintetičku gumu, ali je prirodna i dalje često u upotrebi. Više od 50 odsto sve gume, i prirodne i sintetičke, ide u proizvodnju automobilskih guma. Poskakujuće gumene lopte poput one za košarku prave se i od prirodne i od sintetičke gume.



Lepljiva situacija

PRIRODNE SMOLE

Nanesite na kožu sloj smole i osetićete se kao da ste obloženi plastikom. Biljna smola, prozirna supstanca koja može da se stvrdne ili izmeni uz pomoć hemikalija, neophodan je sastojak lepka, laka, parfema i glazura za hranu.

Biljkama smola najviše služi za zaštitu. Neke smole su otrovne za škodljive insekte i ostale štetočine, dok druge privlače grabljivce koji se hrane štetočinama. Većina biljaka luči smolu koja se primarno sastoji od terpena (organskih jedinjenja jakog mirisa). To smolama daje gustu, lepljivu strukturu koja je poslužila kao inspiracija za mnoge njene primene. Terpenima jedinstvene karakteristike daje struktura: sastoje se od pet lako isparljivih ugljeničkih gradivnih jedinica koji se zovu izopreni. Zbog isparljivosti često su i veoma prijatnog mirisa.

71. Tamjan i parfem

Tamjan i parfemi već su hiljadama godina deo ljudske kulture, bilo da je reč o duhovnoj potrazi ili zaštiti kože. Tamjan je preteča svih parfema, a prvi put je napravljen pre četiri milenijuma u drevnoj Mesopotamiji. Tokom verskih ceremonija palilo se drvo i smola drveta, a talog natapao u ulju i vodi. Zatim bi se ta tečnost nanosila na telo.

Nedugo potom stari Egipćani počeli su da koriste



ulje i tamjan u ceremonijama sahranjivanja mrtvih – kao i da bi živi lepše mirisali. U moderno doba parfemi su postali multimilijarderska industrija rasprostranjena širom sveta. Proizvode se zapanjujuće raznoliki mirisi, a upotrebljavaju se za sve: od parfimisanja tela do poboljšavanja raspoloženja, osvežavanja mirisa naših domova i pripreme za pričest pred Bogom – ili, u nekim delovima sveta, za odbijanje zlih duhova.

»» **Možda niste znali!** Vaša koža ima drugačiju pH vrednost od drugih, što menja osnovni miris parfema ili kolonjske vode. Zato će parfem uvek mirisati malčice drugačije na vama nego na vašoj prijateljici. Miris će brže nestati sa suve nego sa masne kože.



72. Lak

Ljudima je očuvanje imovine oduvek bilo važno. Istoričari iz devetog veka prvi su zabeležili upotrebu laka, zaštitne tečnosti koja se, između ostalog, sastojala od smole, prirodnih ulja i alkohola. Proizvođači nameštaja videli su da će, ako nanesu slojeve tečnosti na nameštaj ili drveni pod, oni postati otporni na vodu i oštećenja od vode, i zaštićeni od uobičajenog habanja. Uz to, proizvođačima se dopao sjaj nameštaja nakon lakiranja.

Lakovi se međusobno prilično razlikuju po sastavu. Neki se baziraju na ulju i koriste laneno ili tungovo ulje, dok se drugi baziraju na vodi. Lak se stvrdnjava ili suši na objektu na koji je namazan i stvara sjajan, proziran film na površini. Neki lakovi na bazi ulja daju drvetu žućkastu nijansu; s lakovima na bazi

vode to se ne dešava. Drvo mora biti pažljivo očišćeno i ishoblovano pre nanošenja laka. Često je neophodno naneti nekoliko slojeva. Svi lakovi sadrže smole – terpeni s petougljeničkim molekulima koji se zovu izopreni. Takođe sadrže sušivo ulje ili rastvarač kako bi se skratilo vreme sušenja.

Mada se i dalje najčešće lakiraju nameštaj i podovi, drveni brodski trupovi takođe se često premazuju lakom kako bi se zaštili od dugotrajne izloženosti morskoj vodi. Današnji ljubitelji čamaca mogu vam reći da tokom vekova niko nije uspeo da smisli metod lakiranja kojim bi se ubrzao proces. Radi se isto kao što se oduvek radilo, sloj po sloj. I još nešto u vezi s lakom nije se promenilo: ljudima se i dalje dopada kako im imovina izgleda nakon lakiranja.

»» **Možda niste znali!** Bezbojni lak za nokte, koji je takođe vrsta laka, može se koristiti za brojne sitne popravke: nanosite male količine kako se ništa ne bi kačilo na rascepljeno drvo, da sprečite razlivanje mastila i da sprečite da se dugmići na odeći ili šrafići u naočarama razlabave.

Moderna alhemija

MAKROMOLEKULARNA HEMIJA

Molekuli nisu samo dugi lanci atoma: njihove hemijske veze mogu se razumeti, a može i da se manipuliše njima. Ta takozvana makromolekularna hemija slična je modernoj alhemiji. Kad se više od 100 atoma okupi u gradivnim blokovima koji se ponavljaju i formiraju ribonukleinsku kiselinu, plastiku ili proteine, to čine pridržavajući se pravila koja možemo iskoristiti kako bismo razumeli njihov sastav, svojstva i mehanizme. Pre 1917. godine, kada je nemački hemičar Herman Štaudinger izneo ideju da pravi polimeri (molekuli sastavljeni od lanca manjih jedinica) postoje, ostali naučnici nisu verovali u to, smatrajući da su u pitanju samo skupine manjih molekula.

Štaudinger je bio usamljen u svom uverenju dok američki hemičar Volas Karoters nije potvrdio tu činjenicu dvadesetih godina prošlog veka koristeći reakcije organske kondenzacije kako bi kreirao polimere.

U dvadeset prvom veku makromolekularna hemija preobrazila je industriju i svakodnevni život. Od materijala kao što su najlon i plastika do futurističkih nanomaterijala u razvoju, makromolekularna hemija proširila je vidike čovečanstva.

73. Superlepak

Znenadilo bi vas da čujete kako u ustima možda imate superlepak, koji je postao komponenta plombi. Od kad je pronađen 1942. godine, ovaj neverovatni lepak koji „lepi sve“ postao je komponenta mnogih hemijskih formula i dospeo u veliki broj potrošačkih proizvoda. Izuzetna svojstva ovog jedinjenja delimično se mogu objasniti kovalentnim vezama ili zajedničkim elektronima.

Superlepak je otkriven potpuno slučajno dok su naučnici tokom Drugog svetskog rata pokušavali da naprave providan plastični nišan. Materijal su odbacili jer se lepao za sve. Istraživači kompanije Istman Kodak ponovo su ga „otkrili“ 1951. godine, a do 1958. godine pojavio se na tržištu kao ekstralepljiv lepak. Tokom rata u Vijetnamu superlepak se prvi put koristio u medicinske svrhe, da bi se zaustavilo krvarenje vojnika tokom

bitke dok ne budu mogli da ih transportuju i leče konvencionalnim sredstvima. Zbog uspešne upotrebe ovog lepka u hitnim slučajevima na kraju ga je odobrila i Uprava za hranu i lekove. Danas doktori mogu da odaberu medicinski lepak kad god je pacijentu potrebno ušivanje ili zatvaranje posekotine.





74. Najlon

Kada prirodnih resursa nema dovoljno, ljudi će na licu mesta da smisle sopstvenu verziju. Često nam se dešavalo da poboljšamo prirodnu verziju i da smislimo još mnogo načina kako da je upotrebimo. Dobar primer bila bi svila nasuprot najlonu – prvi ga je proizveo Volas Karoters iz Duponta 1935. godine kao zamenu za svilene čarape. Svila sadrži veliku količinu proteina, a uz to je u pitanju prirodni polimer sačinjen od hiljadu spojenih atoma, što ju je učinilo poželjnim vlaknom za kopiranje i dalji razvoj. Najlonova poboljšana zatezna čvrstoća i izdržljivost ne samo da su bili pogodni za čarape već su i

nadmašili svilu u padobranima.

Premda su Amerikanke do kraja tridesetih godina XX veka zavobile svoje najlonke, žrtvovala su ih zarad pomaganja u ratu. Tokom Drugog svetskog rata vojska je kupovala sav proizvedeni najlon. Najlonske čarape na crnom tržištu prodavale su se za deset dolara, što je u današnjoj vrednosti 150 dolara.

Najlon se danas nalazi u stotinama proizvoda, od ranaca i kišobrana do jakni, kupaćih kostima i sportske odeće. Problem je što je možda i previše trajan: pošto se najlon ne raspada prirodnim putem, gomila se na deponijama. Američka kompanija Interfejs razvila je metod za ponovno dobijanje najlonskih vlakana i njihovo recikliranje u vrhunske tepihe, što i radi od 2007. godine.

75. Polietilen

Na šta bi ovaj svet ličio bez hulahopa i proizvoda kompanije *Tupperware*? Da nema polietilena, znali bismo odgovor na to pitanje. Polietilen su 1933. godine slučajno otkrili engleski hemičari Erik Foset i Redžinald Gibson iz kompanije *Imperial Chemical Industries* i prvo je korišćen kao izolator radarskih kablova u Britaniji. Polietilen je u osnovi dugačak lanac

atoma vodonika koji su sa obe strane atoma ugljenika.

Nakon Drugog svetskog rata razvijene države otkrile su da izdržljiva plastika kao polietilen može da bude veoma korisna. Dva tipa, visoke i niske gustine, proizvode se kao ambalaže i posude, kao i za bitnije stvari: vodovodne cevi, izolaciju i parne barijere u građevini.



»» **Možda niste znali!** Kada se propisno zatvore, posude tupperware zapravo izbacuju vazduh čuvajući hranu svežom tokom dužeg perioda. Čuveni tupperware poklopac inspirisan je poklopcem limenke za boju: samo je navoj hermetičkog poklopcu preokrenut.

76. Trodimenzionalna štampa

Da li ste nekad pomislili kako bi bilo divno kad biste mogli da dizajnirate trodimenzionalni objekat na kompjuteru, a onda ga „odštampate“ i tako stvarno napravite? Upravo se o tome radi kod trodimenzionalnog štampanja, tehnologije koja je nastala već 1984. godine. Počelo je stereolitografijom, pronalaskom američkog inženjera Čarlsa Hala, što je inženjerima i arhitektama omogućilo da naprave trodimenzionalnu maketu svog dizajna. Štampač se sastojao od lasera i materijala za pravljenje modela kao što su plastika i polimeri.

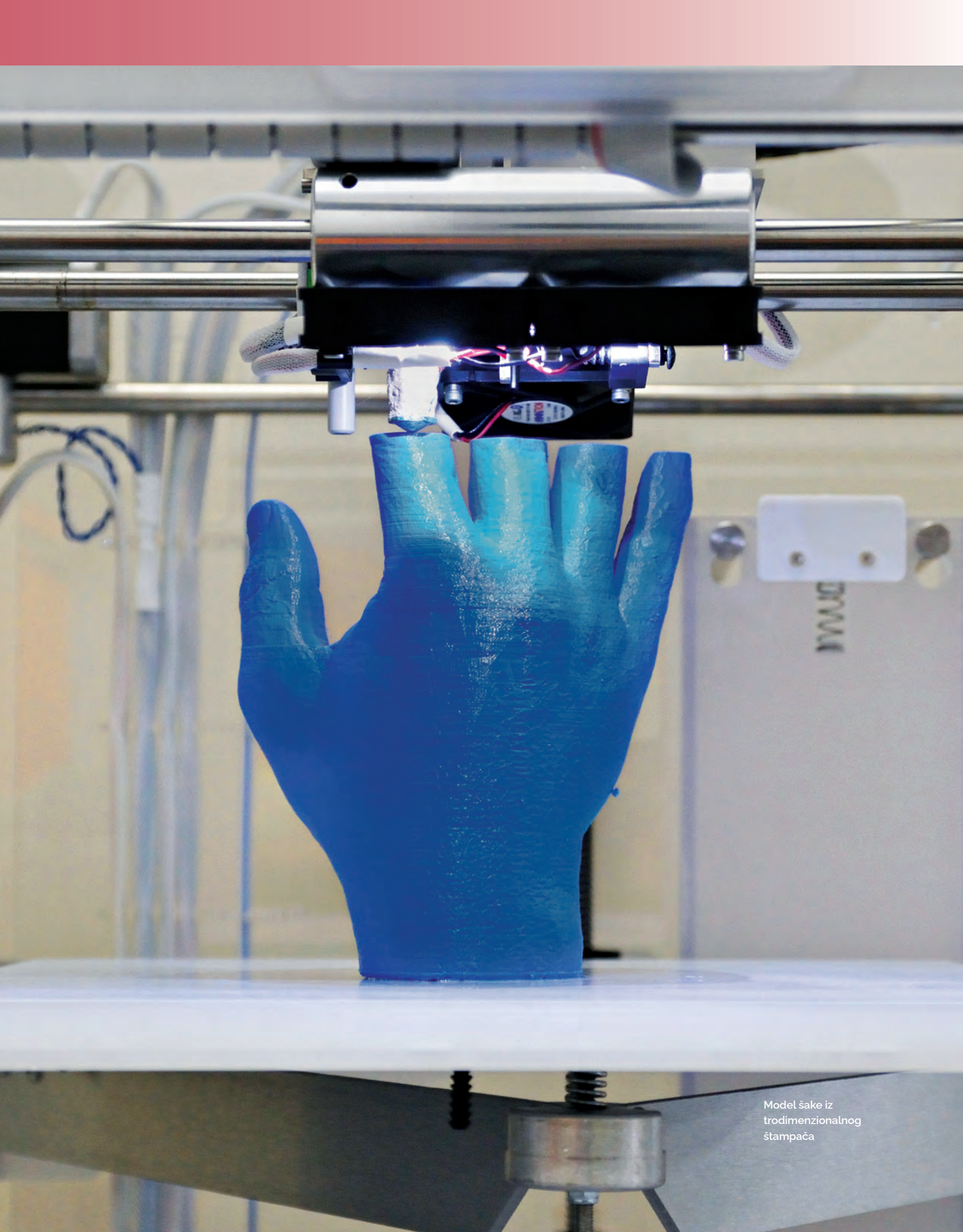
Termoplastika, materijal koji postane tečan kad se zagreje i očvrstne kad se ohladi, postao je glavna građa u trodimenzionalnom štampanju. Može da proizvede bukvalno bilo koji oblik, a kad se ohladi, čvrsta je i izdržljiva.

Trodimenzionalno štampanje može da stvori neke iznenađujuće proizvode. Na primer, istraživači sa Univerziteta Vejk Forest sintetisali su biorazgradivu „skelu“ kako bi izlečili mokraćnu bešiku. Skela je pokrivena pacijentovim sopstvenim ćelijama, pa je rizik od odbacivanja mali. Do 2002. godine ti istraživači primenili su sličnu tehniku kako bi napravili funkcionalni bubreg za transplantaciju, a do 2008. godine istim metodom pravili su i protetiku po narudžbini.

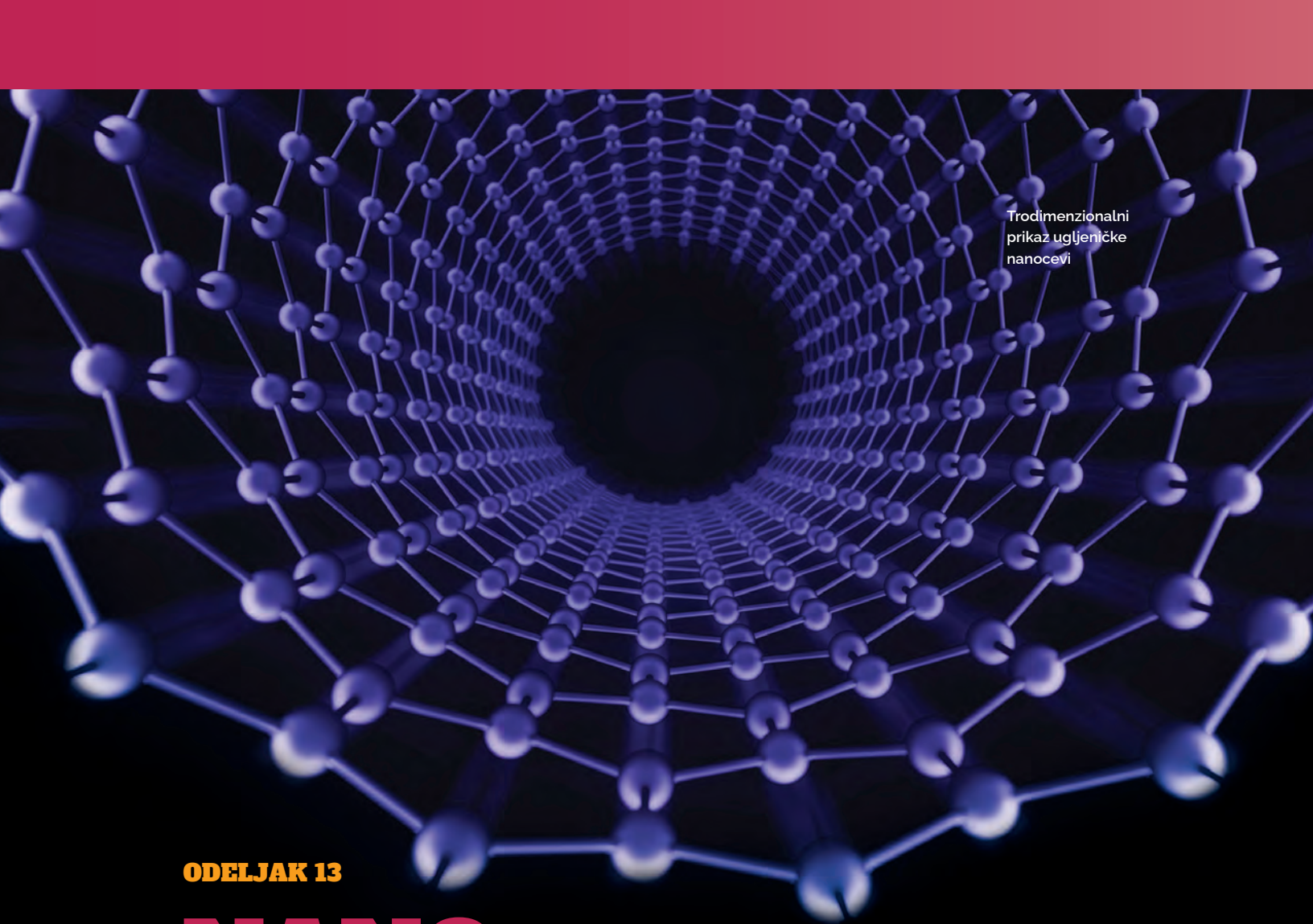
Čini se da nijedan objekat nije preveliki za trodimenzionalni štampač. Kanadska firma *Kor Ecologic* 2011. godine prikazala je prvi trodimenzionalni štampani automobil na svetu. Na auto-putu prelazi 85, a u gradu 42 kilometra s litrom etanola.



Tehničar proverava trodimenzionalni štampač dok konstruiše model ljudske figure u Londonu u Engleskoj.



Model šake iz
trodimenzionalnog
šampača



Trodimenzionalni prikaz ugljeničke nanocevi

ODELJAK 13

NANO-TEHNOLOGIJA

Ogroman je potencijal tehnologije premale da bi se videla golim okom. Nanotehnologija, koja je 1959. godine počela kao ideja, i nije postala stvarnost do osamdesetih godina XX veka i pronalaska skenirajućeg tunelskog mikroskopa, zasniva se na manipulaciji materijala manjih od 100 nanometara. U metru ima milijardu nanometara, a da je kliker širine jednog nanometra, prečnik Zemlje iznosio bi jedan metar.

Ako napunite nanocevi titanijum-oksikom i nanesete ih na pamuk, možete da napravite majicu kratkih rukava koja blokira ultraljubičaste zrake.

Napunite nanoštapiće zlatom i razviciete terapiju koja utiče samo na kancerogene ćelije, a zdrave zaobilazi. Ugljeničke membrane nanocevi mogu znatno da poboljšaju sisteme za prečišćavanje vode.

Kako ova revolucionarna tehnologija bude dospevala u široku upotrebu, ljudi će koristiti mobilne telefone čije baterije traju dvostruko duže, voziće automobile čiji se vetrobrani ne magle i nosiće čarape koje se nikad ne usmrde. Nanotehnologija bi potencijalno mogla da dotakne svaki aspekt naših života.

Male stvari

KVANTNA MEHANIKA

Da bi mogli da rade s nanomaterijalima, naučnici su prvo morali da ih razumeju. Kvantna mehanika koristi matematiku kako bi predvidela ponašanje veoma malih količina materije i energije.

Dvojica naučnika koji se smatraju najzaslužnijim za kvantnu mehaniku jesu Maks Plank, koji je 1900. godine izneo ideju da je svetlost načinjena od posebnih „kvantova“ energije, i Nils Bor, koji je 1922. godine opisao kako atom funkcioniše. To su bile dobre teorije, ali ih je bilo teško dokazati direktnim eksperimentima jer su atomi premali za posmatranje.

Oko 60 godina kasnije, 1981. godine, proučavanje se nastavilo kada su fizičari Gerd Binig i Hajnrih Rorer u Švajcarskoj napravili prvi funkcionalni skenirajući tunelski mikroskop. Stvarno su mogli da se vide pojedinačni atomi. Do kraja dvadesetog veka komercijalne primene nanotehnologije pojavile su se na tržištu.

77. Tkanine koje smanjuju neprijatne mirise

Stidite se jer vam čarape veoma neprijatno mirišu? Nanočestice srebra mogle bi da vam reše taj problem. Zamislite pamučne čarape i druge odevne predmete koji sprečavaju nastanak neprijatnih mirisa. Istraživači iz Južnog regionalnog istraživačkog centra pod upravom Službe za poljoprivredna istraživanja Ministarstva poljoprivrede Sjedinjenih Američkih Država rade na metodu sprečavanja rasta mikroba na pamuku. Korišćenjem sićušnih čestica srebra veličine od dva do šest nanometara metoda se može primeniti na sve pamučne tkanine, uključujući čarape i majice kratkih rukava. Srebro se ponaša kao katalizator i ima fino podešen antibakterijski efekat: ubija neželjene bakterije koje proizvode neprijatne mirise.



>>> Možda niste znali! Ljudi već 6.000 godina koriste srebro kako bi se borili protiv infekcija. Moderne bolnice i dalje cene nanočestice srebra koje se javljaju u prirodi i pomažu im da leče žrtve opekotina, čiste katetere od opasnih bakterija i ubijaju superbakterije otporne na tradicionalne antibiotike.



78. Fleksibilni LED displeji za telefone i tablete

Spustili ste telefon i napukao mu je ekran? To se više neće dešavati ukoliko OLED displej postane standard za displej ekrana. OLED označava organske svetleće diode (*organic light-emitting diode*), a istraživači ispituju kako bi mogli da naprave OLED displeje, što bi omogućilo ekrane koji ne napuknu niti se slome kad se saviju. I ne samo to, ekrani bi bili znatno lakši, pružali bi displeje visoke rezolucije i bilo bi im potrebno manje energije, što znači da bi baterija trajala dvostruko duže. Fleksibilni displeji omogućili bi korisnicima da svoje elektronske uređaje urolaju ili sklope, kao i da ih ispuste a da se ekran ne razbije.

Kako bi se takmičili s postojećim displejima, OLED displeji bi morali da imaju visoku provodljivost, kao i da budu fleksibilni. Nekoliko različitih rešenja kako bi se ti ciljevi postigli trenutno su u razvoju, mada cena ostaje visoka.

Jedna mogućnost bila bi deponovanje srebrnih nanožica na plastičnu foliju. Druga bi bila korišćenje folija od metalnih ugljeničkih nanocevi. Razmatra se i grafen, ugljenička struktura debljine jednog atoma. Univerzitet u Arizoni proizveo je fleksibilni OLED koristeći napredne tankoslojne tranzistore na bazi mešanih oksida. Korejska elektronska kompanija *Samsung* razvija jednu varijantu fleksibilnog OLED displeja koristeći plastiku, a korporacija *Sony* razvija model sa organskim tranzistorom.

Tehnologija OLED displeja ne samo što može da se integriše u laptopove, mobilne telefone i televizore već može da se koristi i kao filter naočara. Savitljivi sklopivi displeji lako bi se mogli koristiti za brošure ili u marketinške svrhe. *Samsung* je od 2004. godine vodeći proizvođač OLED displeja. Ta kompanija takođe drži najveći broj patenata na svetu za OLED tehnologiju sa aktivnom matricom.

Organski uređaj emituje svetlost u
istraživačkoj laboratoriji.





79. Ciljana dostava lekova

Nanotehnologija nekada je bila naučna fantastika, a danas je vesnik revolucije u zdravstvu kad je u pitanju dostava lekova. Slično kao što je doktor u starim epizodama „Zvezdanih staza“ lečio pacijente jednostavnim pritiskom na dugme, današnji lekari mogu da ubrizgaju terapiju koja napada samo ćelije koje prenose bolesti. Istraživači koji razvijaju načine za ciljanu dostavu lekova posredstvom nanočestica kažu da medikamenti na nivou nanorazmera pružaju veću terapijsku korist i izazivaju manje neželjenih dejstava.

Zamislite da vam ubrizgaju nanoštapiće koji sadrže zlato i napadaju samo ćelije raka. U postupku koji su razvili istraživači Tehnološkog instituta Masačusets, Univerziteta Kalifornije u San Dijegu i Univerziteta Kalifornije u Santa Barbari, ubrizgane zlatne nanoštapiće apsorbuju zdrava krvna zrnca. Kako su krvna zrnca u tumoru propustljiva,

nanoštapići ulaze u tumor i tamo se nagomilaju. Infracrveni laser zagreje ćelije tumora i pod uticajem toplote one ispuste određeni protein. Unose se molekuli hemoterapije i zahvaljujući nanoštapićima zalepe se za ćelije tumora. Umesto da svaka ćelija primi terapiju, primaju je samo ćelije raka. Zdrave ćelije ostaju netaknute i neželjeni efekti su blaži.

U planu je mnoštvo proizvoda koji koriste ovu tehnologiju. Bizmutne nanočestice mogu znatno da poboljšaju snimak tumora. Druga vrsta nanočestica može da apsorbuje slobodne radikale rokom radioterapije. (Slobodni radikal je atom s nesparenim elektronom, što ga čini nestabilnim i može da izazove poremećaje u telu.) Nanočestice mogu ciljano da napadaju samo ćelije raka dojke, a istraživači proučavaju njihov potencijal za rano otkrivanje tumora.

»» **Možda niste znali!** *Brain Initiative*, projekat koji je i dalje u toku, koristi nanotehnologiju s ciljem da otkrije kako tačno mozak i njegovih 100 miliona neurona podstiču emocije, sećanja, postupke i svest, time znatno povećavajući razumevanje naših sopstvenih malih sivih ćelija.

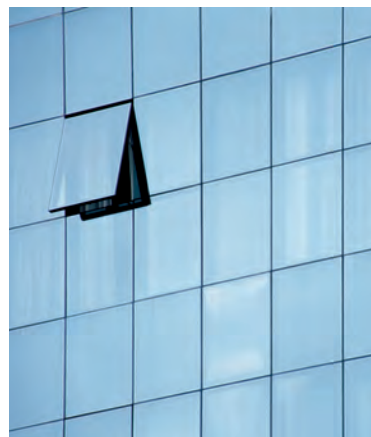


80. Antimikrobni zavoji

Pametna tehnologija je svuda, a sada je nanotehnologija omogućila razvoj pametnih zavoja koji se aktiviraju i oslobađaju antibiotike kad prepoznaju „loše“ bakterije. Primarna upotreba ovih zavoja bila je za žrtve opekotina, od kojih je polovina umirala zbog bakterijskih infekcija. Istraživač Tobi Dženkins sa Univerziteta u Batuu u Velikoj Britaniji prvi je predložio da se izvesni oblici toksičnih bakterija okrenu sami protiv sebe. Zavoji koriste toksine kako bi probili mehuriće u tkanju koji sadrže antimikrobno sredstvo. Najnovije verzije čak i promene boju kad otkriju infekciju.

81. Samočišćeće staklo

Većina modernih poslovnih zgrada prekrivena je staklom sa sve četiri strane; to je mnogo prozora za čišćenje. Srećom, nanotehnologija nudi rešenje u vidu samočišćećeg stakla. Staklo je premazano tankim slojem titanijum-dioksida, koji u reakciji sa sunčevom svetlošću razlaže prljavštinu na staklu. Nakon toga, uz pomoć stakla, kiša spira prljavštinu skoro bez brazdanja jer se zbog površinskog premaza voda ravnomerno razliva preko njega. Pošto je samočišćenje proces u dva koraka, staklo mora da se postavi tamo gde ima i sunčeve svetlosti i kiše da bi radilo kako treba.

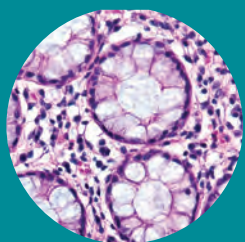


82. Prečišćavanje vode i vazduha

Manje je bolje: naučnici su otkrili da membrane ugljeničkih nanocevi imaju isti ili brži protok prilikom čišćenja vode od tradicionalnih filtera. Membrane mogu da uklone sve od ulja i bakterija do virusa i organskih zagađivača. Prečišćivači vode nano dimenzija često su jeftiniji i lakši za čišćenje. Satkani su od sićušnih žica kalijum-permanganata i mogu da apsorbuju dvadeset svojih težina u ulju.

Zlato, taj sve svestraniji element, moglo bi kroz prečišćavanje vazduha da odigra veliku ulogu u nanotehnologiji. Naelektrisane zlatne nanočestice mogu da unište zagađivače poput isparljivih organskih jedinjenja u vazduhu.

BIOLOGIJA I MEDICINA



ODELJAK 14

Hrana i piće 112

ODELJAK 15

Biologija ćelije 118

ODELJAK 16

Zdravlje i medicina 124

DEO

4.



ODELJAK 14

HRANA I PIĆE

Apetit je osnovni instinkt koji je evoluirao tokom miliona godina. Tek rođene bebe instinktivno se hvataju za dojku. Jezik s hiljadama receptora ukusa saopštava nam šta bi bilo odlično pojesti – šećere i masti koji nam pomažu da uskladištimo energiju za slučaj gladi – a šta bi moglo da bude otrovno poput toksina u nekim biljkama.

Ukoliko ne jedemo, umrećemo posle oko pet nedelja. Voda, koja čini više od polovine ljudskog tela, znatno je hitnija potreba i neprestano je

dopunjujemo u telu hranom i pićem. Bez vode ne bismo preživeli duže od tri dana.

Ishrana je postala važna oblast proučavanja. Danas specijalisti javnog zdravlja lošoj ishrani pripisuju trećinu svih tumora i čak i veći procenat bolesti srca. Kako bolje shvatamo svoje prehrabene potrebe, tako otkrivamo nove načine da uzgojimo, pripremimo i sačuvamo hranu. I počinjemo da razumemo koliki je uticaj naše proizvodnje hrane – a možda i najosnovniji način na koji komuniciramo sa životnom sredinom.

Napredne kulture

FERMENTACIJA

Fermentacija ponovo postaje popularna, ali je istovremeno i jedan od najstarijih načina pripremanja hrane, neizostavna za osnovne namirnice poput hleba, vina i soja sosa.

Kada kvasci, plesni ili bakterije konzumiraju hranu za energiju koja im je potrebna, njihovi mali organizmi pretvore ugljene hidrate poput skroba i šećera u alkohol ili kiselinu. Svaki organizam proizvodi poseban otpadni produkt s nekim poželjnim karakteristikama – mlečnu kiselinu koja konzervira hranu i siru daje karakterističnu oštrinu ukusa i mirisa, na primer, ili etanol koji pivo čini tako stimulativnim i doprinosi njegovom ukusu.

Uloga čoveka u svemu tome jeste da pažljivo upravlja procesom u svoju korist. So je dobra za kontrolu brzine rasta kvasca ili za smanjenje kontaminacije nepoželjnim bakterijama. Temperatura igra važnu ulogu: neki organizmi uživaju u toplom, dok drugi više vole da su na hladnom.

83. Hleb

S ledeći put kada sa uživanjem pojedete krišku tosta za doručak, zahvalite se kvascu. Ove jednoćelijske gljivice dovode testo za hleb do vrenja i pretvaraju njegov šećer u alkohol i ugljen-dioksid. Ugljen-dioksid puni testo mehurićima, pa ono što je moglo da bude tvrdi kreker postaje žilava, vazdušasta vekna. Alkohol, premda ispari u toku pečenja, hlebu daje poznati bogat, a opet blag ukus.

Naravno, kvasac tu samo teži sopstvenim



ciljevima i hrani se šećerom koji mu je potreban kako bi narastao. Šećer iz testa postaje dostupan kad voda razloži skrob u brašnu; vlažnije, mekše testo ubrzaće vrenje. Kvascu je potrebna i toplota da bi nabujao, i najviše mu odgovaraju temperature od oko 27 °C. Smestite činiju s testom u prozor kroz koji duva promaja i naćekaćete se dok testo ne naraste. S druge strane, visoke temperature koje se koriste za pećenje ubijaju kvasac, pa se narastanje vekne zaustavlja.

»» **Možda niste znali!** U starom Egiptu hleb je korišćen kao neka vrsta novca. Egipćani su toliko cenili hleb da su čak i u grobnice stavljali vekne kako bi ih pratile u zagrobni život; arheolozi su pronašli pogrebne vekne starije od 5.000 godina.

84. Pivo

U mesopotamijsku glinenu tablicu staru 4.000 godina ugraviran je najstariji poznati recept za pravljenje piva. Proces se tokom hiljada godina nije mnogo menjao. Prvo se od žitarica, najčešće ječma, pravi slad – odnosno, potapaju se u vodu, tamo kličaju, pa se suše. Tokom pravljenja slada enzimi pretvaraju skrob u jednostavnije šećere koje kvasac može da svari. Slad se onda melje i meša s vodom kako bi se proizvela slatka tečnost, koja je nakon filtriranja i kuvanja spremna za fermentaciju pivskim kvascem.

Potrebno je oko deset dana da kvasac potroši svoj šećerni obrok i kao otpadne produkte

proizvede dva najcenjenija sastojka piva: alkohol, naravno, i ugljen-dioksid, izvor pene.

Pivari biraju određene početne žitarice i kvasce kako bi postigli blage varijacije u ukusu. Mada se svakako najčešće koristi ječam, pivo se pravi i od pšenice, kukuruza, pirinča, raži i ovsu. Postoje dve glavne kategorije sojeva kvasaca. Kvasci gornjeg vrenja fermentišu brzo i obično proizvode gustu penu na vrhu; oni se koriste za proizvodnju jakih ejl piva. Kvasci donjeg vrenja koriste se za proizvodnju relativno blagih lager piva čistog ukusa; oni sporije rastu i natalože se na dnu. Gorki hmelj dodaje se kako bi presekao slatkoću ječmenog slada.



»» **Možda niste znali!** Pojava lager piva u bavarskim pivarama 1500-ih bila je srećna slučajnost. Evropski brodovi koji su se vraćali iz Novog sveta nehotice su donosili domorodačke kvasce otporne na hladnoću, koji su onda dospeli u bačve za fermentaciju ejl piva i proizveli hibridni soj.



85. Sir

Enterococcus faecalis baš i ne zvuči ukusno. Međutim, te bakterije doprinose aromi izvesnih sireva proizvedenih u južnoj Evropi, uključujući portugalski *Picante da Beira Baixa*, španski *Cebreiro* ili grčku fetu. Zapravo, umeće pravljenja sira koristi čitavu menažeriju fermentirajućih mikroorganizama, uključujući razne bakterije, plesni i kvasce. Jedan od najbitnijih elemenata u određivanju ukusa i konzistencije jeste izbor fermentirajućeg organizma.

Najosnovniji korak u pravljenju sira jeste fermentisanje mleka bakterijama koje će šećere pretvoriti u mlečnu kiselinu – što je zgrušavanje mleka. Zatim na red dolazi sirište, supstanca koja se nalazi u sluznici želuca mladih sisara i pomaže im da svare majčino mleko. Enzimi sirišta odvajaju sirni gruž od vodenkaste surutke. Proizvod se posoli, a mogu da se dodaju i drugi organizmi kao plesni.

Sir se lakše skladišti nego mleko i, zahvaljujući kiselini i solima, duže ostaje očuvan – zbog toga ga ljudi prave već hiljadama godina.

Ko ne baca, imaće

MIKROBIOLOGIJA HRANE

Sva hrana koju jedemo u svom prirodnom stanju je kvarljiva. Nakon izvesnog vremena jednostavno se pokvari. Ukus i miris joj postanu neprijatni, loše izgleda, može čak i da vam pozli ako je pojedete – a sve to zahvaljujući kvascima, plesnima, bakterijama i insektima. Da bismo sačuvali hranu, prvo što moramo da uradimo jeste da sprečimo druge organizme da je pojedu pre nas. Kvasci i plesni bujaju na kiselom voću. Bakterije više vole meso, mlečne proizvode i manje kiselo povrće.

Ljudi su pokušavali da spreče kvarenje hrane od kada su prvi put spremili meso nad vatrom – dimljenjem, soljenjem, sušenjem i kiseljenjem. Moderni frižideri promenili su svet, ali je čuvanje hrane znatno napredovalo već od devetnaestog veka i pronalaska pasterizacije.

86. Zamrznuta hrana

Bakterije i plesni koje će brzo naseliti i pojesti svežu hranu dobro uspevaju u toplim, vlažnim uslovima. Hlađenje usporava njihov rast, ali zamrzavanje ide korak dalje: ubija mnoge mikroorganizme, a ostale ostavlja u nekoj vrsti suspendovane animacije. Obložena ledom, hrana koja je mogla biti jestiva nekoliko dana potrajeće nekoliko meseci.

Većina organskih materija sadrži vodu u većoj količini. Kada zamrznete kilogram graška ili pola kilograma hamburgera, vodu u njima pretvarate u kristale leda. Ljudi u hladnijim delovima sveta oduvek su koristili ledeno vreme da napolju uskladište divljač ili ribu i tako im produže svežinu. U Sjedinjenim Državama zamrzavanje hrane kod kuće nije postalo uobičajeno do pronalaska komercijalne brzo smrznute hrane – i prvih zamrzivača za kućnu upotrebu – sredinom dvadesetog veka.

Čak i danas brzo zamrzavanje ima prednosti nad zamrzavanjem kod kuće. Kao prvo, koristi se temperatura od $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, što ubija više mikroorganizama



od kućnih zamrzivača. Kao drugo, zamrzava hranu veoma brzo, u roku od nekoliko minuta, cirkulacijom vazduha temperature $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ oko nje. Sporije zamrzavanje hrane izaziva stvaranje većih kristala leda koji bi mogli da deformišu ili izlome hranu. Dobije se hrana kašaste konzistencije, a moguć je i gubitak boje i ukusa. Pre brzog zamrzavanja mnoge vrste voća i povrća se blanširaju, odnosno brzo zagrevaju ključanjem ili na pari. To zaustavlja rad enzima koji bi inače uzrokovali prezrevanja.

87. Konzervirana i flaširana hrana

U konzerviranju i flaširanju ključna je sama posuda. Sterilisana i hermetična, posuda neće propustiti bakterije koje bi od sadržaja napravile sopstveni obrok. Ono što je unutra – lima pasulj ili začinjena mlevena šunka – ostaće netaknuto i spremno za jelo tokom sledećih pet godina.

Hrana prvo prolazi kroz neki proces pripreme, obično kuvanje na visokoj temperaturi; bakterijama veoma visoka temperatura smeta čak i više od hladnoće. Ponekad se dodaju kiseli sastojci kao konzervansi.

Pripremljena hrana potom se zapečati u posudi koja se onda sterilise na visokim temperaturama – blickrig protiv preostalih mikroorganizama. Temperatura sterilizacije zavisi od vrste hrane. Tradicionalni recepti za konzerviranje u kućnim uslovima često su osmišljeni za namirnice s većim sadržajem kiselina kao što su konzervirano voće i ukiseljena hrana, a one mogu bezbedno da se sterilišu običnim ključanjem. Međutim, da bi se ubile opasne bakterije koje izazivaju botulizam, mesa s manjim sadržajem kiselina moraju da postanu vrela – temperature oko 102 °C – iznutra. Za to je neophodno kuvanje pod pritiskom.

Ukoliko se hrana u konzervama pokvari, što se retko dešava, to je uvek zato što su se bakterije uvukle u hranu prilikom pripremanja ili sipanja u konzerve. Žive bakterije u konzervi će proizvesti ugljen-dioksid kao otpad i konzerva će se naduti, što je siguran znak da se hrana pokvarila.

Pronalazak konzerviranja hrane pripisuje se pariskom poslastičaru Nikoli Aperi. Hemija je u to vreme bila u povoju kao nauka, a Aperovo poznavanje bakteriologije oskudno, pa je uglavnom išao putem pokušaja i pogreške.

Nakon više od decenije eksperimentisanja Aper je 1810. godine objavio „Umetnost očuvanja životinjskih i biljnih supstanci nekoliko godina“.



>>> Možda niste znali! Iako su konzerve sa ostrigama, voćem, mesom i povrćem prodavane u Njujorku već dvadesetih godina XIX veka, Građanski rat je zaista pokrenuo tu industriju, povećavši proizvodnju šest puta. Hajnc je među prvima iskoristio mogućnosti industrije u uzletu.



ODELJAK 15

BIOLOGIJA ČELIJA

U početku beše ćelija. Život na Zemlji evoluirao je iz jednoćelijskih organizama koji su živeli pre oko tri i po milijarde godina. Pre više od 500 miliona godina ti organizmi počeli su da se okupljaju u kolonije. Tokom vremena ćelije i kolonije postale su složenije, ali ćelija je i dalje osnovna jedinica celokupnog života na našoj planeti. Ona je ključna za razumevanje životinjskih, biljnih i ljudskih tela – kako rade, zbog čega omanu i kako da ih popravimo. Skoro svaka ćelija u telu sadrži genetski materijal koji tkivima i organima

govori šta da budu i šta da rade.

U telu postoje stotine različitih tipova ćelija i svaka ima sopstvenu specijalizovanu funkciju. Moždana ćelija može da prenosi električne impulse. Bela krvna zrnca hitaju ka inficiranom delu tela i okružuju uljeza ili proizvode antitela koja se bore protiv njega. Ljudi su prvi put nazreli ove gradivne blokove kroz mikroskop u sedamnaestom veku. U dvadeset prvom veku ćelija je i dalje granica dok naučnici traže načine da spasavaju i poboljšavaju živote – pa čak i da kreiraju nove.

Otključavanje šifre

DNK

Dezoksiribonukleinska kiselina: ovaj elegantni molekul sadrži uputstva koja svakoga istovremeno čine i biološki ljudskim bićem i jedinstvenim. Smešten u jedro svake ćelije, DNK se sastoji od lanaca nukleotida – šećera i fosfatne grupe u paru s jednom od četiri azotne baze, adeninom, timinom, citozinom ili guaninom. Lanci su uvijeni jedan oko drugog u dvostruku spiralu, koju su 1953. godine otkrili Frensis Krik i Džejms Votson.

Pošto su azotne baze uvek uparene na određen način, pojedinačni navoj uvijene zavojnice služi kao obrazac za celinu. Redosled ovih osnovnih parova poručuje aminokiselinama kako da se poređaju u proteinima koji regulišu telesne procese, od naprezanja mišića do rasta.

88. Kloniranje domaćih životinja

Uzgajivači domaćih životinja već decenijama koriste veštačko osemenjavanje i druge reproduktivne tehnologije. Oni mogu da odaberu majku i oca, ali neizvesnosti seksualnog razmnožavanja ostaju. Koje će se osobine preneti? Hoće li potomak biti mužjak ili ženka?

S druge strane, kloniranje donosi genetički identičnu kopiju životinje odabrane zbog poželjnih karakteristika – sposobnosti da napreduje u određenom podneblju, posnog mesa ili proizvodnje mleka.

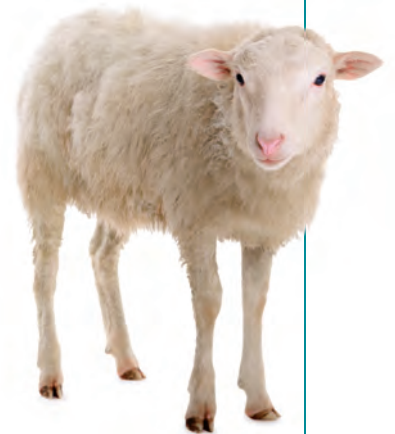
Od rođenja čuvene klonirane ovce Doli 1996. godine, naučnici su uspešno klonirali goveda, svinje i koze, kao i druge životinje.

Većina klonova stvorena je procesom poznatim kao prenos jezgra somatske ćelije. Naučnici uklone jedro sa DNK iz nezrele jajne ćelije i zamene ga jedrom ćelije životinje davaoca. Ukoliko srasla ćelija preživi i podeli se, dobijeni embrion implantira se u surogat majku.

To je skup proces koji se uglavnom koristi za stvaranje priplodnih grla pre nego za tovne

životinje. Ministarstvo poljoprivrede je 2008. godine procenilo da u Sjedinjenim Državama ima 600 kloniranih životinja i zamolilo njihove proizvođače da održe moratorijum na korišćenje mleka ili mesa tih životinja za ishranu. Predstavništvo je planiralo da „osigura glatku i jednostavnu tranziciju ovih proizvoda na tržište”.

Iste te godine američka Uprava za hranu i lekove objavila je prikaz istraživanja hrane koja potiče od kloniranih životinja i izjavila da je podjednako bezbedna za ljudsku ishranu kao i uobičajeni proizvodi životinjskog porekla. Izveštaj jeste skrenuo pažnju na to da u poređenju s tradicionalno uzgajanim domaćim životinjama klonirane imaju više zdravstvenih problema i verovatnije je da će ranije umreti, dok je za surogat majke verovatnije da će imati komplikacije.



89. Genetički modifikovani usevi

Hiljadama godina ljudi su uzgajali biljke s poželjnim karakteristikama – otpornost na sušu, ukusnije voće – tako što su birali i čuvali najbolje ili ukrštali biljke s različitim karakteristikama.

Međutim, od osamdesetih godina XIX veka na scenu je stupila nova metoda: stvaranje boljih primeraka tako što se u gene jedne biljke direktno ubacio genetički materijal druge biljke (ili, u nekim slučajevima, bakterije ili virusa). U najčešće genetički modifikovane useve ubrajaju se kukuruz, soja, uljana repica, pamuk i krompir. Mada to možda

ne znaju, Amerikanci često jedu ove genetički izmenjene biljke, neretko prisutne u prerađenoj hrani.

Genetičke modifikacije uglavnom su odabrane tako da povećaju otpornost useva na bolesti, insekte, pesticide ili sredstva za uništavanje korova. Prvi korak u ovom procesu jeste locirati i izolovati poželjnu sekvencu gena organizma, što je izvodljivo samo zahvaljujući sofisticiranim tehnikama mapiranja gena razvijenim u poslednjim decenijama dvadesetog veka. Postoji mnogo načina da se domaćinu prenesu novi geni. Jedan od najčešće primenjivanih jeste da se geni unesu u prilagodljivu bakteriju *Agrobacterium tumefaciens*, a onda ciljna biljka inficira izmenjenom bakterijom. Drugi način jeste da se željeni DNK veže za mikroskopske čestice zlata ili volframa i da se one onda ubace u ciljane ćelije uz pomoć gasa pod visokim pritiskom.

Za neke ljude genetički modifikovani usevi predstavljaju nadu za sve prenaseljeniji i gladniji svet, način za farmere da proizvedu više hrane uz manje troškova i s manje hemikalija za ubijanje insekata i korova. Svetska zdravstvena organizacija tvrdi da ovi usevi verovatno nisu zdravstveni rizik za ljude. Međutim, jesu kontroverzni. Mnogi ljudi se brinu da bi ove biljke mogle imati ko zna kakve posledice po zdravlje, da bi mogle u ishranu da uvedu alergene ili prošire genetičke osobine na druge biljke.



»» **Možda niste znali!** Među potencijalno korisnim GMO usevima u razvoju jesu zlatni pirinač, napravljen da sintetiše beta-karoten koji proizvodi vitamin A, zatim paradajz koji duže ostaje čvrst zahvaljujući manjoj količini enzima koji omekšavaju voće i jabuke koje ne pocrne kad se iseku.



Meso kultivisano u laboratoriji

90. Meso in vitro

Da li je moguće da se meso uzgoji u laboratoriji, bez ubijanja živog bića koje diše kao i mi? Tome se nada mala grupa bioinženjera, kao i ekolozi i borci za prava životinja koji se brinu zbog patnje životinja i uticaja koji na životnu sredinu ima uzgoj stoke velikih razmera. Stočarstvo stvara više gasova koji izazivaju efekat staklene bašte nego prevozna sredstva.

Pokušaji proizvodnje „mesa iz epruvete“ počele su s matičnim ćelijama – ćelijama s neograničenom sposobnošću deobe

i sposobnošću da se razviju u bilo koje specijalizovane ćelije kao što su ćelije kože, krvna zrnca, koštane ili moždane ćelije. Naučnik sa Univerziteta u Mاستrihtu, u Holandiji, 2012. godine objavio je da je napravio mišićna vlakna koristeći miosatelitske ćelije krava, matične ćelije koje se brzo množe kako bi popravile oštećeni mišić. Kultivisao je ćelije u telećem serumu i dodao ih na sintetičku „skelu“ od hemijskih jedinjenja.

Povećanje obima ovakvog eksperimenta veliki je izazov; test ukusa se, naravno, nalazi u dalekoj budućnosti.

»» **Možda niste znali!** Procenjuje se da bi jedan uzorak govedih ćelija mogao da proizvede 20.000 tona mesa, što bi bilo dovoljno da se napravi više od 175 miliona pljeskavica od 110 grama bez dodatih hemikalija. Za toliko pljeskavica inače bi bilo potrebno meso više od 440.000 krava.

91. Tumor

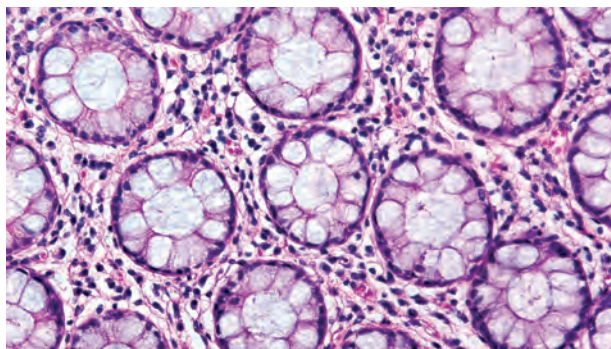
Kod tumora ćelije podivljaju. Obično se ne zna tačan uzrok, ali rezultat je isti: divlji, neuređen rast abnormalnih ćelija. One stvaraju tumore i mogu da se rašire (metastaziraju) na susedno tkivo ili da se kroz krvotok i limfni sistem provuku do udaljenih delova tela.

Malo je tumora koji su potpuno genetičkog porekla. Prema studijama, dva od tri tumora povezana su s faktorima životne sredine, u koje bi mogli da se ubroje pušenje, ishrana s puno masnoća a malo voća i povrća, određene infekcije i izloženost radijaciji ili zagađivačima.

92. Kultivacija ljudskog tkiva

Oblast regenerativne medicine ne zadovoljava se malim: pokušava da pacijentima pruži zamenske delove tela. Na Univerzitetu Vejk Forest istraživači su obavili uspešne implantacije ljudskih bešika uzgojenih u laboratoriji. A na Univerzitetu u Pitsburgu uzgojili su nov mišić. Naučnici eksperimentišu s tkivima jetre, bubrega i srca.

Regenerativna medicina obećava da će rešiti dva problema tradicionalnih transplantacija: to što je nedovoljno organa dobrovoljnih davalaca i što imunostem odbacuje strano tkivo.



Žlezdano tkivo uvećano 20 puta



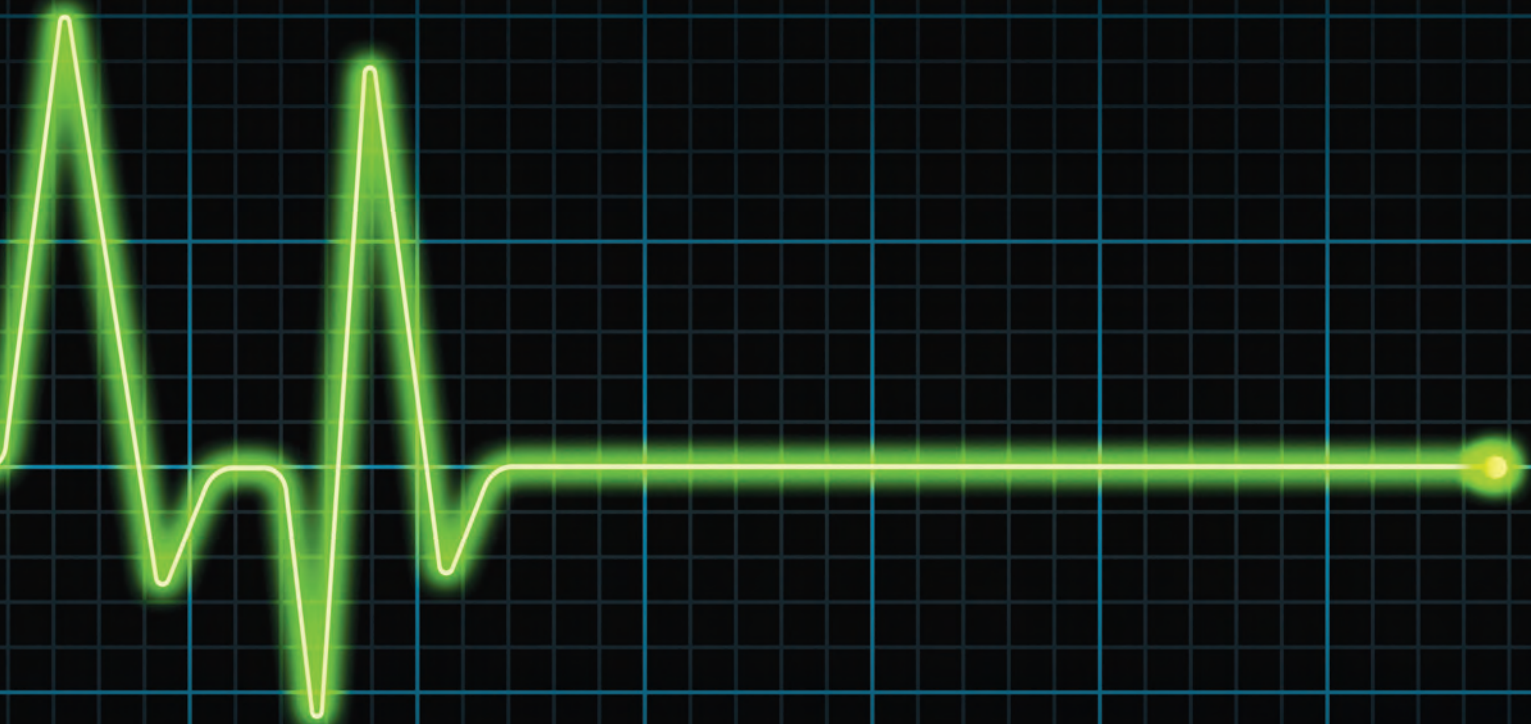
Posuda za ćelijske kulture s matičnim ćelijama

93. Terapija matičnim ćelijama

Matične ćelije su glavne ćelije u telu. Mogu brzo da se razmnože i preuzmu različite oblike kako bi stvorile nove organe i tkiva. Matične ćelije iz embriona mogu da se pretvore u bilo koju od stotina specijalizovanih ćelija ljudskog tela, od moždanih ćelija do onih koje oblažu unutrašnje površine tela. Matične ćelije iz koštane srži i krvi iz pupčane vrpce mogu da proizvedu krvna zrnca i ćelije imunostema. Istraživanja se sada bave matičnim ćelijama odraslih i obećavaju saniranje oštećenja kičmene moždine, mozga i srca.

94. Genska terapija

Geni su kao priručnik za izgradnju i upotrebu tela. Pa zašto se onda ne bismo uhvatili ukoštac s nedostacima tela tako što ćemo popraviti uputstva iz priručnika? Ideja je jednostavna, ali zbog složenosti ljudske genetike zadatak nije nimalo lak. Uprkos tome, eksperimenti s genskom terapijom došli su do obećavajućih rezultata u lečenju leukemije, urođenog slepila i degenerativne bolesti mozga koja utiče na masne omotače nerava. U kliničkom ispitivanju na Univerzitetu Pensilvanije 2014. godine imunostemi pacijenta sa HIV-om bili su znatno ojačani.



ODELJAK 16

ZDRAVLJE I MEDICINA

Mnogi naučnici kao početak zapadne medicine vide korenitu promenu u društvu stare Grčke kada su Hipokrat i njegovi sledbenici preuzeli umetnost lečenja od vaučeva i sveštenika, uporno tvrdeći da se bolest može pripisati prirodnim ili materijalnim uzrocima. Savetovali su blag, suzdržan pristup tretmanu, pomaganje prirodnim sposobnostima tela da se oporavi. „Ne škoditi” bila je suština zakletve lekara. Doktori i dan-danas polažu Hipokratovu zakletvu.

A opet, uporedo s tim pristupom postoji i tradicija

smelih eksperimenata i agresivnih intervencija, pokušavanja nečeg novog ne bi li se zaštitilo zdravlje. Kad takve inovacije stvarno pomognu, to je skoro kao magija.

Pre malo više od jednog veka smrtnost dece od infektivnih bolesti bila je uobičajena čak i u bogatim zemljama. Danas su rak, bolesti srca i autoimuni poremećaji – takozvane bolesti civilizacije – znatno češće. U stalnoj težnji ka cilju koji je oduvek imala, očuvanju ljudskog zdravlja, medicina mora biti spremna da istraži nove mogućnosti.

Okupljanje trupa

IMUNOBIOLOGIJA

Telo zna šta je dobro za njega. Ume da organizuje odbranu protiv najraznovrsnijih uljeza – bakterija, virusa, gljivica i parazita. I vrlo retko zaboravlja neprijatelja.

Naš imunosistem jeste vojska ćelija nastalih od matičnih ćelija iz koštane srži. Neke u krvotok oslobađaju antitela koja hitaju u susret uljezu. Druge uljeze napadaju smrtonosnim hemikalijama, a treće obuhvate i pojedu neprijatelja. Ćelije imunosistema se umnožavaju i sve više ih se pridružuje borbi.

Nakon što pobedi infekciju – grip, na primer – imunosistem ostavlja kontingent memorijskih ćelija spremnih da eliminišu pretnju ukoliko se vrati, makar to bilo i godinama kasnije.

95. Antibiotici

Suočen s bakterijskim uljezom koji mu je nov i posebno je virulentan, ili je u prednosti zbog privremene slabosti organizma ili povrede, imunosistem može biti nadjačan. Tu antibiotici stupaju na scenu. Poput vazdušne podrške, ovi lekovi pomažu u misiji imunosistema da ubije uljeze i spase ćelije domaćina.

„Zahvaljujući penicilinu... Vratit će se kući!“, pisalo je na reklami iz vremena Drugog svetskog rata, a na slici je bio bolničar koji daje injekciju palom vojniku. Bila je to potpuno razumna tvrdnja kad je reč o čudesnom novom leku koji leči bolesti od kojih je čovečanstvo patilo generacijama unazad, od upale pluća i gonoreje do opasnih infekcija rana.

Penicilin je otkriven 1928. godine kada je britanski bakteriolog primetio antibakterijska svojstva plave plesni *Penicillium notatum*. Funkcioniše tako što ometa sposobnost bakterije da oformi ćelijski zid, spoljni sloj ćelija biljaka, bakterija, gljivica i algi koji ih štiti i ojačava. Ovo ometanje sprečava bakteriju da se podeli

i umnoži; na kraju bakterija puca. Ljudske ćelije nemaju ćelijske zidove pa ovaj proces ne utiče na njih. Drugi antibiotici ometaju sposobnost bakterija da proizvedu proteine koji podržavaju funkcionisanje ćelije. U tim slučajevima antibiotici koriste razliku između ljudskih i bakterijskih ribozoma, ćelijskih struktura koje od aminokiselina sastavljaju proteine.

Nažalost, neke bakterije mogu da prežive antibiotike. Razmnožavaju se izuzetno brzo i mogu jedna s drugom da razmene genetički materijal. Zbog toga mogu da se adaptiraju na pretnje, uključujući antibiotike. Rezultat su superbakterije otporne na lekove.



Trodimenzijski prikaz zrna polena

96. Alergije

Ponekad se imunosistem sprema na borbu protiv imaginarnog neprijatelja kao što je bezopasni polen trave koji leti nošen povetarcem ili mačja dlaka na kauču. Ove lažne pretnje nazivaju se alergeni, a simptomi koje izazivaju povezani su sa specifičnom strukturom odgovora imunosistema i klasom antitela poznatom kao imunoglobulini E (IgE).

Ukoliko ste alergični na nešto, imunosistem vam je hiperaktivan. Kada udahnete, na primer, polen trave, vaše imunoćelije prepoznaju polen kao uljeza i proizvode IgE antitela specifična za ovaj antigen. Ta antitela vezuju se za receptore specijalnih imunoćelija, mastocita, koje se nalaze u vezivnom tkivu i mukoznim membranama, kao i za bazofile, tip belih krvnih zrnaca koji cirkuliše krvotokom. Tada postajete osetljivi na polen trave.

Kada se sledeći put nađete u kontaktu s polenom, njegov antigen vezuje se za odgovarajuća antitela koja se već nalaze na površini vaših mastocita i bazofila. Vezani antigen-antitelo kompleks privlači proteine u krvi i proteini se, korak po korak, okupljaju u cilindar za probijanje ćelije. Taj proces remeti spoljnu

membranu imunoćelije i ona oslobađa histamin, kao i serotonin, heparin i druge hemikalije. U zavisnosti od toga koji deo tela je zahvaćen, one mogu da izazovu oticanje, svrab, kihanje, povraćanje i dijareju, spazam disajnih puteva i širenje krvnih sudova. U međuvremenu, imunoćelije šalju hemijske signale i javljaju drugim imunoćelijama da naprave još imunoglobulina E.

Premda se alergije ne nasleđuju direktno, sklonost ka njihovom razvijanju u velikoj meri je nasledna. Većina lekova protiv alergija blokira histamin koji nepotrebno drami kad se oslobodi iz mastocita. Zato su poznati kao antihistaminici.



»» **Možda niste znali!** Iz nepoznatih razloga alergije na hranu su sve češće i utiču na oko 15 miliona Amerikanaca, uključujući jedno na svakih trinaestoro dece. Osam namirnica odgovorno je za 90 odsto svih reakcija: mleko, jaja, kikiriki, orašasti plodovi, soja, pšenica, riba i školjke.

Sintetička rešenja

BIOINŽENJERING

Bioinženjering je širok pojam. Njegova najšira definicija obuhvata bilo kakvu povezanost između tehnologije i živog bića. Možda su najpoznatiji proizvodi bioinženjeringa elektronski ili mehanički uređaji koji zamenjuju biološke delove ili funkcije ljudskih bića. Taj koncept je star koliko i drvena noga, ali mu je primena postala sofisticiranija – a sposobnost da podrži i poboljša život znatno veća.

Naučnici mogu da osmisle i naprave tkiva i izmene karakteristike ćelija. Mogu da podese sekvence gena tako da proizvedu biljku soje otpornu na herbicide ili laboratorijskog miša veoma podložnog raku. Mogu da pretvore biljnu materiju u gorivo za transport. Mogu, makar za probu, da genetički izmene bakterije tako da prenesu lekove mikroskopski malom cilju. Mogu čak i da naprave veštački nos koji posredstvom mirisa otkriva bolesti poput raka.

97. Pejsmejker

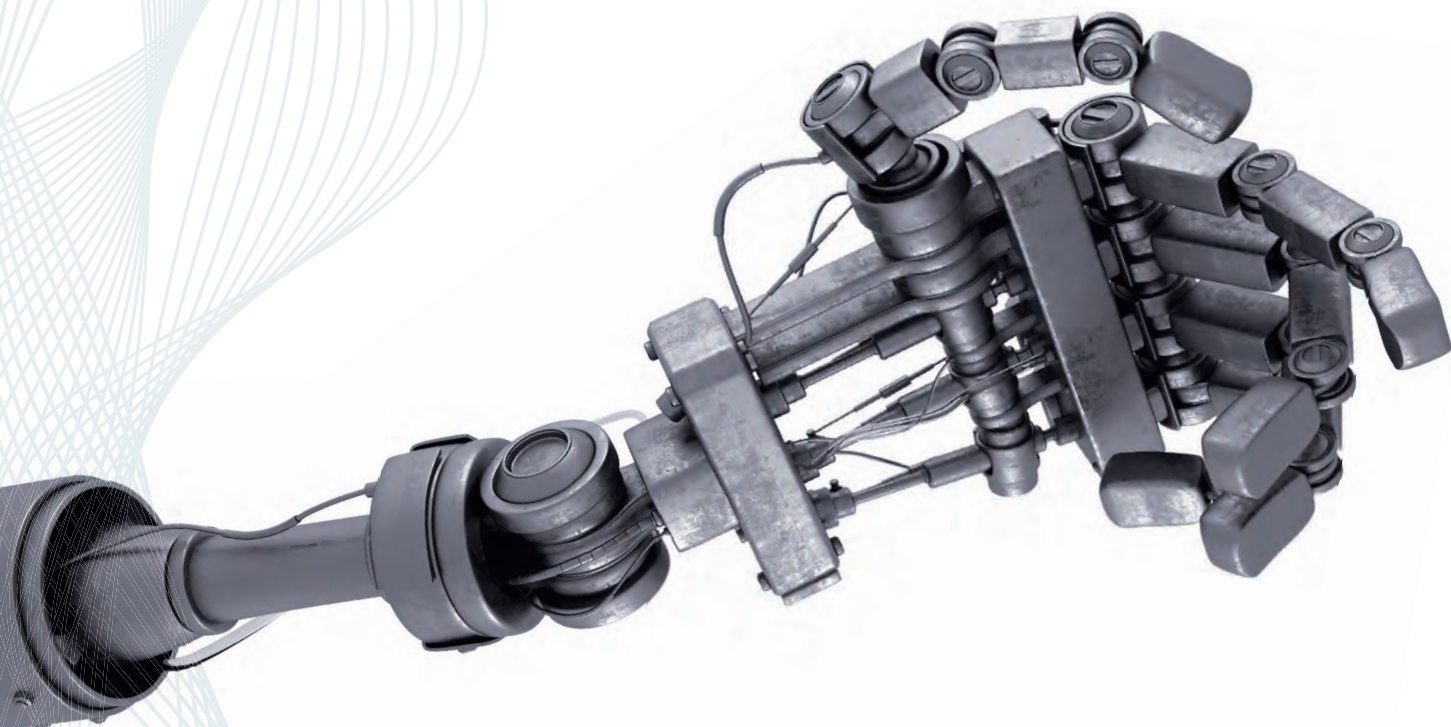
Pejsmejker je kompjuterizovani generator koji radi na baterije i povezan je sa žicama sa senzorima na vrhu, a žice su kroz vene provučene do srca. Uređaj služi tome da srce nastavi postojati da kuća. Svake godine se oko 300.000 ovih uređaja implantira Amerikancima koji pate od neadekvatnog rada srca ili abnormalnog srčanog ritma, bilo zbog poremećaja u sistemu električnih impulsa srca ili zbog slabosti samog mišića. Uređaj se ubacuje pod kožu malo ispod ključne kosti. Ukoliko nešto nije u redu – na primer srce presporo kuća – generator šalje električni impuls u jednu ili više srčanih komora, izazivajući kontrakcije.

Doktori sa Instituta Karolinska u Švedskoj 1958. godine prvi put su pacijentu implantirali pejsmejker. Održao ga je u životu, ali je glomazni uređaj mnogo puta morao da se menja. Danas je većina pejsmejkerova mala, veličine novčića od jednog dolara.



Moraju da se menjaju, ali tek na pet godina, kad im se litijumska baterija potroši.

Mnogi smatraju da je to mala cena kako bi se osećali bolje i imali više energije iako im srce nije doraslo svom vitalnom zadatku bez malo pomoći sa strane. Tokom jednog dana zdravo srce kroz telo obično pumpa oko sedam i po hiljada litara krvi.



98. Protetički udovi

U starom Rimu i srednjovekovnoj Evropi vojnici koji su izgubili ruku ponekad bi dobijali gvozdenu kako bi u bitku mogli da ponese štít. Danas su protetički udovi znatno fleksibilniji, dizajnirani tako da pomognu korisnicima da uhvate neki predmet ili hodaju.

Neke od najnovijih proteza kombinuju jake, lagane materijale sa sensorima i mikroprocesorima, pa se prilagođavaju korisniku i uslovima. Na primer, novo aluminijumsko koleno koristi niz senzora da izmeri ugao, opterećenje i pokret u zglobu. Informacija se prenosi u ugrađeni kontroler koji analizira šta koleno radi i, preko električnog motora, prikladnom snagom i pokretom odgovara na zadatak.

Drugi protetički uređaji reaguju na kontrakcije mišića u udovima. Elektrode na koži mioelektrične ruke snimaju električne impulse stvorene kontrakcijama mišića. Kontroler reaguje na električne signale mišića uključivanjem motora

koji iznenađujuće spretno pokreću lakat, zglob ili šaku.

Još neverovatnija tehnika nazvana ciljane mišićna reinervacija omogućava korisniku da pomera veštački ud tako što će pomisliti na pokret. Hirurzi presele nerve koji su nekad kontrolisali izgublenu ruku ili šaku u grudi. Kada korisnikov mozak pošalje signal za pokret ruke, grudni mišiću se kontrahuju, a senzori prevedu signal u pokret proteze na električni pogon.

Proteze za trčanje od ugljeničkih vlakana možda su i najpoznatiji primer današnje protetike visokih performansi. Njihovi pokreti kao na federima dodaju brzinu i izdržljivost. Južnoafrički trkač Oskar Pretorijus, čije su noge amputirane ispod kolena kad je imao 11 meseci, takmičio se na Olimpijadi u Londonu 2012. godine nakon što je opovrgao optužbe da mu proteze daju nepravednu prednost. Atletsku slavu kasnije mu je pomračila ozloglašena zbog pucanja u svoju devojku.



Doktor robot

ROBOTSKA HIRURGIJA

Postoje neke stvari koje čak ni najveštiji hirurzi ne mogu, a roboti mogu. Mogu da vide unutar pacijenta i to s velikim uvećanjem, kao i da izvedu sitne, ergonomski nezgodne pokrete, a da im ne zadrhti ruka. Osim toga, ne umaraju se.

Asistencija robota sve više se koristi u operacijama prostate i srca, kao i u ginekološkoj hirurgiji. Hirurg sedi za kompjuterom koji koristi tri robotske ruke i kameru visoke rezolucije, a kamera i ruke ulaze u pacijenta kroz minimalno invazivne rezove – „ključanice“.

Međutim, neki osporavaju ovakav pristup. Priznaju da je oporavak brži jer se izbegava veći rez, ali smatraju da je ruka iskusnog hirurga bolja.

99. Endoskopija

Endoskop je cev sa svetiljkom i minijaturnom kamerom koja lekaru omogućava da na ekranu pregleda unutrašnjost tela pacijenta.

Koristi se u različitim dijagnostičkim procedurama – recimo da se pregleda debelo crevo ili disajni putevi – kao i da bi se vodila operacija „ključanica“.

Ideja da se pregleda unutrašnjost tela bez velikih hirurških rezova postoji već od ranog devetnaestog veka. Nemački lekar Filip Bozini 1806. godine izumeo je „svetlosni provodnik“, uređaj za prikaz odraza unutrašnjosti ljudskog tela koji se sastojao od cevi osvetljene običnom svećom i niza ogledala. Švedski internista Hans Kristijan Jakobaus 1910. godine pregledao je trbušne i grudne šupljine pacijenata koristeći cev sa sistemom sočiva i sijalicom.

Bilo je potrebno još nekoliko decenija pre nego što će velika tehnološka dostignuća omogućiti doktorima ne samo da vide unutar telesnih šupljina već i da obavljaju precizne operacije. Pedesetih godina prošlog veka osmišljen je

sistem od fleksibilnih staklenih cevčica (optičkih vlakana) kojima bi se unutar tela poslala svetlost iz spoljnog izvora i televizijske kamere koja bi snimke projektovale na ekran. Metoda segmentacije slike pojavila se 1969. godine sa sistemom uređaja vezanim na punjenje – to je, u suštini, minijaturna digitalna kamera. Do sredine osamdesetih kamere su omogućile hirurzima da vide jasne video-snimke unutrašnjosti tela.



Hirurg izvodi laparoskopsku hirurgiju stomaka.

100. Laserska hirurgija

Obično belo svetlo sastoji se od mnoštva talasnih dužina ili boja. Međutim, laser emituje monohromatsko svetlo čiji su talasi u fazi – vrhovi im se poklapaju – i koje se kreće u jednom smeru umesto da se širi.

Korišćenje tih zraka fokusiranog svetla za sečenje ili vaporizaciju tkiva nudi velike prednosti nad upotrebom skalpela. Laser može precizno da se usmeri na delić tkiva. Njegova toplota može da steriliše i kauterizuje (spali) ivice reza, smanjujući rizik od krvarenja i infekcije. Uz optička vlakna lasersko svetlo može da se savije kroz cev, prodre unutar tela i ukloni izrasline.

Lasersko svetlo je na jednoj talasnoj dužini i može da cilja određene grupe tkiva jer svaka boja apsorbuje tačno određene talasne dužine.

Hemoglobin, pigment crvenih krvnih zrnaca, apsorbuje zeleno svetlo argonskog lasera koji se koristi za zaustavljanje krvarenja. Laser sa ugljen-dioksidom emituje nevidljivo infracrveno svetlo koje voda u tkivima s lakoćom upija. Koristi se za uklanjanje tankog sloja tkiva, na primer kože ili kod izvesnih ginekoloških tumora, tako što vaporizuje, a ne spali tkiva.

U fotodinamičkoj terapiji, koja se trenutno koristi za rak jednjaka i neke kancere pluća, doktori pacijentima ubrizgaju fotosenzitivni agens koji, kada se izloži određenoj talasnoj dužini svetlosti, proizvodi toksine koji ubijaju obližnje ćelije. Agens se nagomilava u ćelijama raka, a lasersko lekovito monohromatsko sredstvo fokusirano je na tumor.



»» **Možda niste znali!** Laserskim tretmanima mogu da se uklone tetovaže. Laseri fokusiraju svetlost jakog intenziteta na kožu i tokom nekoliko tretmana u stanju su da unište pigmente. Crna pigmentacija tetovaža upija lasersku svetlost svih talasnih dužina, što je čini najlakšom za tretman.



Plastična hirurgija
izvedena uz pomoć
lasera

FOTOGRAFIJE:

Cover (UP), Toria/Shutterstock; Cover (LO LE), Traci Wildenstein/National Geographic My Shot; Cover (LO CTR), Shutterstock; Cover (LO RT), Alexey Dudoladov/Getty Images; 2-3, TheCrimsonMonkey/iStockphoto; 4-5, Richard McGuirk/iStockphoto; 7, busypix/iStockphoto; 8 (A), Medigram/Shutterstock; 8 (B), Iscatel/Shutterstock; 8 (C), EpicStockMedia/Shutterstock; 8 (D), Robert Decelis Ltd/Getty Images; 10, Michel Hans/Vandystadt/Science Source; 11, David Yu/Shutterstock; 12, Segway Inc.; 13, Medigram/Shutterstock; 14, OceanBodhi/iStockphoto; 15 (UP), Mikhail Starodubov/Shutterstock; 15 (LO), Artwork by Pete Samek, Andy Christie, and Bryan Christie; 16, Vittorio Bruno/Shutterstock; 17, Robert Decelis Ltd/Getty Images; 18, Christian Lagerek/Shutterstock; 19, Ugorenkov Aleksandr/Shutterstock; 20, GLYPHstock/Shutterstock; 21, Stokkete/Shutterstock; 22, Zacarias Pereira da Mata/Shutterstock; 23, EpicStockMedia/Shutterstock; 24, Robert W. Tope, Natural Science Illustrations; 25, Lamarinx/Shutterstock; 26, Mikael Damkier/Shutterstock; 27, Sally J. Bensussen, Visual Science Studio; 28, Subbotina Anna/Shutterstock; 29 (UP), nullplus/iStockphoto; 29 (CTR), Stefano Garau/Shutterstock; 29 (LO), ian woolcock/Shutterstock.com; 30, Artwork by Pete Samek, Andy Christie, and Bryan Christie; 31, Iscatel/Shutterstock; 32, Sergiy Zavgorodny/Shutterstock; 33, ded pixto/Shutterstock; 34, Lunik MX/Shutterstock; 35, Robert W. Tope, Natural Science Illustrations; 36, Albert Russ/Shutterstock; 37, Sarin Kunthong/Shutterstock; 38, Artwork by Pete Samek, Andy Christie, and Bryan Christie; 39, Crdjan/Shutterstock; 40, topseller/Shutterstock; 41, Anetphoto/Shutterstock; 42 (A), Federico Rostagno/Shutterstock; 42 (B), wxin/iStockphoto; 42 (C), Robert Churchill/iStockphoto; 42 (D), Bizroug/Shutterstock; 44, amygdala_imagery/iStockphoto; 45, Ted Kinsman/Science Source; 46, ESA; 47 (UP), David Persson/Shutterstock; 47 (LO), hxdxbzy/Shutterstock; 48, SERG_AURORA/iStockphoto; 49, kai keisuke/Shutterstock; 50, shirhan/iStockphoto; 51, pukach/Shutterstock; 52, De Space Studio/Shutterstock; 53 (UP), choicegraphx/iStockphoto; 53 (LO), Artwork by Pete Samek, Andy Christie, and Bryan Christie; 54, Lisa F. Young/Shutterstock; 55, lvdesign77/iStockphoto; 56, Robert Churchill/iStockphoto; 57, ewg3D/iStockphoto; 58, wxin/iStockphoto; 59, Alexandra Rotanova/Shutterstock; 60, Khomulo Anna/Shutterstock; 61, Brian A Jackson/Shutterstock; 62, Federico Rostagno/Shutterstock; 63, flubudust/iStockphoto; 64, bedo/iStockphoto; 65, Mountains Creative/iStockphoto; 66, Anthony Brown/iStockphoto; 67 (UP), Vinogradov llyya/Shutterstock; 67 (LO), mbortolino/iStockphoto; 68, Yuri_Arcurs/iStockphoto; 69, GoodMood Photo/Shutterstock; 70, poba/iStockphoto; 71, Wavebreak/iStockphoto; 72, Katarzyna Mazurowska/Shutterstock; 73, Alila Medical Media/Shutterstock; 74, Fertnig/iStockphoto; 75, AP Photo/Jersey Government; 76, Rebecca Pitt, for the exhibit "Discovering Particles: Fundamental Building Blocks of the Universe" (University of Birmingham and University of Cambridge); 77, Sashkin/Shutterstock; 78 (UP), Patryk Kosmider/Shutterstock; 78 (LO), DeiMozs/Shutterstock; 79, inhauscreative/iStockphoto; 80, JazzIRT/iStockphoto; 81, Bizroug/Shutterstock; 82 (A), Denis Burdin/Shutterstock; 82 (B), anaken2012/Shutterstock; 82 (C), Lilyana Vynogradova/Shutterstock; 82 (D), Oli Scarff/Getty Images; 84, Hiob/iStockphoto; 85, Rouzes/Getty Images; 86, itographer/iStockphoto; 87, Denis Burdin/Shutterstock; 88, CamiloTorres/iStockphoto; 89, Natalia7/Shutterstock; 90, Dmitry Kalinovsky/Shutterstock; 91, anaken2012/Shutterstock; 92, Lilyana Vynogradova/Shutterstock; 93, Bernd Juergens/Shutterstock; 94, skodonnell/iStockphoto; 95, GlobalStock/iStockphoto; 96, Oli Scarff/Getty Images; 97, dreamnikon/iStockphoto; 98, maggio07/iStockphoto; 99, Margorius/iStockphoto; 100, Anatoliy Babiy/iStockphoto; 101, AP Photo/Mike Groll; 102, Africa Studio/Shutterstock; 103 (UP), emhok/iStockphoto; 103 (CTR), mercedes rancaño/iStockphoto; 103 (LO), JacobH/iStockphoto; 104 (A), Christopher Meade/Shutterstock; 104 (B), arlindo71/iStockphoto; 104 (C), Yu Lan/Shutterstock; 104 (D), Shebeko/Shutterstock; 106, ribeirorocha/iStockphoto; 107, Muhla1/iStockphoto; 108, nitrub/iStockphoto; 109, ventdusud/iStockphoto; 110, Shebeko/Shutterstock; 111, fotofermer/iStockphoto; 112, AlexShebanov/iStockphoto; 113, Inna Astakhova/Shutterstock; 114, Volosina/Shutterstock; 115, Yu Lan/Shutterstock; 116, anyaivanova/iStockphoto; 117 (UP), dra_schwartz/iStockphoto; 117 (LO), Christopher Meade/Shutterstock; 118, angelhell/iStockphoto; 119, svanhorn/iStockphoto; 120 (UP), ZargonDesign/iStockphoto; 120 (LO), arlindo71/iStockphoto; 121, Picsfive/Shutterstock; 122, Vladislav Ocicacia/iStockphoto; 123, MichaelSvoboda/iStockphoto; 124, Wicki58/iStockphoto; 125, Joseph Nettis/Getty Images; 126, Kim Steele/Getty Images.



Igor Rill, *Editor in Chief*
Marija Ivoš, *Art Director*
Milana Petrović, *Web Journalist*
Ivana Milaković, *Translator*
Mr Dragana Pekić, *Lector*



ADRIA MEDIA
MAGAZINE d.o.o.
Vlajkovića 8, Beograd
www.adriamedia.rs

Petar Jevremović, *Director*
Emil Volak, *Editorial Director*
Ivana Stefanović, *AMM Advertising Director*
Danka Zečević, *Advertising Manager*
Aleksandar Subin, *Advertising Director*
- *Digital Mondo / AMM*
Dragan Milić, *Sales and Distribution Director*
Dejana Cerović, Jelena Pavlović, *Event Managers*

CIP - Каталогizacija u publikacijama
Narodna biblioteka Srbije, Beograd
91

NATIONAL Geographic, Specijalno izdanje /
glavni urednik Igor Rill, 2008, br. 1
(mart) - Beograd : Adria Media Magazine,
2008. (Subotica : Rotografika) - 28 cm
ISSN 1820-9742 - National Geographic Srbija
Specijalno izdanje
COBISS.SR-ID 152793100

ADDRESS

Vlajkovića 8, Beograd, Srbija
Phone: +381 11 6357 204
E-mail: redakcija@
nationalgeographic.rs

PRINTED BY



Birograf Comp d. o. o.
Atanasija Pulje 22,
11080 Zemun

Kako stvari funkcionišu: 100 naučnih objašnjenja, od hoverkrafta preko biogoriva do bežičnog interneta

PRODUCED BY THE NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY

Gary E. Knell, *President and Chief Executive Officer*
John M. Fahey, *Chairman of the Board*
Declan Moore, *Chief Media Officer*
Chris Johns, *Chief Content Officer*

STAFF FOR THIS PUBLICATION

Hector Sierra, *Senior Vice President and General Manager*
Lisa Thomas, *Senior Vice President and Editorial Director*
John MacKethan, *Vice President, Retail Sales and Special Editions*
Travis Price, *National Retail Sales Manager*
Jonathan Halling, *Creative Director*
Marianne R. Koszorus, *Design Director*
R. Gary Colbert, *Production Director*
Jennifer A. Thornton, *Director of Managing Editorial*
Susan S. Blair, *Director of Photography*
Bridget A. English, *Editor*
Anne Smyth, *Project Editor*
Robert Booth, *Text Editor*
Elisa Gibson, *Art Director*
Kate Napier, *Illustrations Editor*
Linda Makarov, *Designer*
Zachary Galasi, *Researcher*
Marshall Kiker, *Associate Managing Editor*
Judith Klein, *Senior Production Editor*
Lisa A. Walker, *Production Manager*
Galen Young, *Rights Clearance Specialist*
Katie Olsen, *Design Production Specialist*
Nicole Miller, *Design Production Assistant*
Bruce MacCallum, *Manager, Production Services*
Rahsaan Jackson, *Imaging*

Copyright © 2015 National Geographic Partners. All rights reserved.
Copyright © 2020 Serbian edition National Geographic Partners.
All rights reserved.

Portions of the material appearing in *How Things Work: 100 Scientific Explanations From Hovercraft to Biofuel to Wi-fi* are adapted from the National Geographic book *National Geographic Science of Everything: How Things Work in Our World*.

ISSN 2160-7141

National Geographic and Yellow Border: Registered trademarks ®
Marcas Registradas. National Geographic assumes no responsibility for
unsolicited materials.

TIME HOME ENTERTAINMENT

Margot Schupf, *Publisher*
Vandana Patel, *Vice President, Finance*
Carol Pittard, *Executive Director, Marketing Services*
Suzanne Albert, *Executive Director, Business Development*
Susan Hettleman, *Executive Director, Marketing*
Megan Pearlman, *Publishing Director*
Courtney Greenhalgh, *Associate Director of Publicity*
Simone Procas, *Assistant General Counsel*
Ilene Schreider, *Assistant Director, Special Sales*
Christine Font, *Assistant Director, Finance*
Danielle Costa, *Senior Marketing Manager, Sales Marketing*
Isata Yansaneh, *Marketing Manager*
Susan Chodakiewicz, *Senior Book Production Manager*
Stephanie Braga, *Associate Project Manager*
Alex Voznesenskiy, *Associate Prepress Manager*
Stephen Koepp, *Editorial Director*
Bruce Tracy, *Executive Editor*
Gary Stewart, *Art Director*
Roe DiAngelo, Alyssa Smith *Senior Editors*
Matt DeMazza, *Managing Editor*
Rina Bander, *Copy Chief*
Anne-Michelle Gallero, *Design Manager*
Gina Scauzillo, *Assistant Managing Editor*

Special thanks: Allyson Angle, Katherine Barnett, Brad Beatson, Jeremy Biloan, John Champlin, Ian Chin, Rose Cirrione, Assu Etsubneh, Mariana Evans, Alison Foster, Hillary Hirsch, David Kahn, Jean Kennedy, Amanda Lipnick, Samantha Long, Amy Mangus, Kimberly Marshall, Robert Martells, Courtney Mifsud, Nina Mistry, Melissa Presti, Danielle Prielipp, Babette Ross, Dave Rozzelle, Matthew Ryan, Ricardo Santiago, Divyam Shrivastava



<https://www.nationalgeographic.rs/>

Carlsberg PROBABLY THE BEST BEER IN THE WORLD

J. C. Jacobsen
J.C. JACOBSEN
FOUNDER





BY APPOINTMENT TO THE
ROYAL DANISH COURT

Carlsberg

COPENHAGEN

DENMARK

1847 ONWARDS



PROBABLY THE BEST  BEER IN THE WORLD