

Bryce Sadtler Ph.D.

fizikālā ķīmija / *physical chemistry*

US

Pastāstiet, lūdzu, kādā jomā strādājat.

Manas grupas veikto pētījumu plašāka motivācija ir izstrādāt jaunus materiālus, lai apgūtu Saules enerģiju. Mēs vēlamies saulesgaismu pārvērst derīgās enerģijas formās, tostarp elektroenerģijā un ķīmiskajā kurināmajā, tāpat kā augi, kas pārvērš saulesgaismu ķīmiskā degvielā, piemēram, cukuros, ko tie var izmantot kā enerģijas avotu.

Saules enerģija ir visplašāk pieejamā enerģija uz mūsu planētas. Zemi stundas laikā sasniedz vairāk saulesgaismas enerģijas, nekā veselu gadu būtu nepieciešams visas planētas apgādei. Tomēr saulesgaismai piemīt kāds trūkums - tā ir ļoti izkliedēta un neregulāra, proti, saulesgaismas blīvums katrā dotajā punktā ir ārkārtīgi zems. Turklāt saulesgaismas daudzums atšķiras no stundas stundā, no mēneša mēnesī, tas ir atšķirīgs dienā un naktī, un mainoties laikapstākļiem. Tas ir neprognozējams enerģijas avots, salīdzinot ar enerģiju, ko iegūst no neatjaunojamiem degizrakteniem. Ja esat atklājis ogļu vai naftas iegulas, tie ir ļoti uzticams, kompakts enerģijas avots. Tāpēc saules enerģijas izmaksas, salīdzinot ar elektroenerģiju, ko no tās iegūst, ir daudz zemākas nekā degizrakteniem.

Mūsdienās elektrību ražo Saules paneli,

Could you please describe the broader field of your research?

The broad motivation behind the research that my group does is to develop new materials for harnessing energy from the Sun. We want to take sunlight and convert it into useful forms of energy, including both electricity and chemical fuels, like plants that turn sunlight into chemical fuels, i.e., sugars, that they can use as a source of energy.

Solar energy is the most abundant form of energy on our planet. More sunlight hits the Earth in an hour than what is needed to power the entire planet for a year. However, the problem with sunlight is that it is very diffuse and intermittent, that means the density of sunlight at any given point is extremely low. Also the amount of sunlight varies from hour to hour, from night to day, from month to month and with weather changes. It is an unpredictable source of energy if you compare it to energy that comes from non-renewable fossil fuels. Once you have dug up coal or drilled for oil, it is a very reliable, dense source of energy. For this reason the cost of solar energy compared to the amount of power you get out is much lower than what it is for fossil fuels.

un vienkāršākais veids, kā ilgākā laikposmā to uzkrāt, ir baterija. Jānodrošina iespēja uzkrāt saulesgaismu, jo mēs to saņemam dienā, bet vēlamies ieslēgt apgaismojumu arī naktī, kad Saule nespīd. Saulesgaismu arī nevar ērti izmantot automašīnas darbināšanai: automobili nevarat uzpildīt ar saulesgaismu, un tāpēc ideālā gadījumā uztvertā saulesgaisma tiktu pārvērsta kādā degvielā, ko tad varētu liet automašīnas bākā un izmantot, lai pārvietotos. Tiek ražoti elektroautomobiļu akumulatori, kas labi noder elektrības uzkrāšanai, taču tikai nelielā apjomā. Litija jonu baterijas ir lielisks risinājums mobilajiem tālruņiem un klēpj datoriem, bet rodas nopietni sarežģījumi, mēģinot izstrādāt lielus akumulatorus enerģijas pārvēršanai plašā mērogā. Kad *Boeing* mēģināja ražot bateriju paketi komerciālo avioliņiņu reaktīvajām lidmašīnām, dažas paketes būtiskās vadības sistēmās aizdegās un lidmašīnas bija spiestas nosēsties. Baterijā ķīmiskas reakcijas rezultātā rodas elektroenerģija, un rezultātā veidojas liels siltuma daudzums. Šajās lidmašīnās baterijas pārkarsta un aizdegās. Kolektori nav labākā iespēja lielā apjomā uzglabāt saules enerģiju, piemēram, veselam rajonam vai pilsētai.

Vienas mūsu pētījuma daļas pamatā ir šāda iecere: iegremdēt Saules kolek-

Currently solar panels generate electricity and the easiest way to store electricity for the long term is in a battery. You need to be able to store the sunlight because you get it during the day, but you also want to have your lights on at night when the Sun is not out. Also there is not a good way to use sunlight for fueling your car, you cannot fill up your car with sunlight, so ideally you want to take sunlight and covert it into some kind of fuel that you can then add to your car and use it for transportation. Batteries for electric cars are being made, and batteries are a good way to store electricity, but only on a small scale. Lithium-ion batteries are the perfect thing for a cellphone, for a laptop computer, but there is a serious problem in trying to make big batteries for large scale energy conversion. When Boeing tried to make a battery pack for commercial jets, several of the battery packs caught fire in the initial systems causing the planes to be grounded. A battery interconverts chemical energy with electrical energy, and when it is doing that it produces a lot of heat. The batteries in these jets got too hot and burned. Batteries may not be the best way to store solar energy on a large scale, like for a whole neighborhood or a city.

The very basic idea behind one part of our research is that you dunk a solar cell

tora elementu ūdenī, lai Saules enerģija nevis ģenerē elektrību, bet iedarbojas uz ūdeni, proti, H_2O – molekulu, ko veido divi ūdeņraža atomi un viens skābekļa atoms – un ražo gāzes – ūdeņradi un skābekli. Gāzveida ūdeņradis ir labs un tīrs kurināmā avots. Tāds ir mūsu galīgais mērķis.

in water and instead of generating electricity, the energy from sunlight takes water, which is H_2O – two hydrogens bonded to an oxygen, and then generates hydrogen gas and oxygen gas. Hydrogen gas is a pretty good and clean fuel source. That is the ultimate goal.

Pie kā strādājat šobrīd?

Divi galvenie procesi, kas nepieciešami, lai pārveidotu un uzkrātu saules enerģiju, ir uzkrāt gaismu un izmantot ierosinātos elektriskos lādiņus, vai nu lai ģenerētu elektrību, vai ķīmisku reakciju gaitā ražotu kurināmo.

What are you currently working on?

The two fundamental processes needed to convert and store solar energy are to absorb light and to use the excited electrical charges that are created to generate either electricity or in chemical reactions to produce fuel.

Mūsu mērķis ir izstrādāt neorganiskus materiālus, kas varētu pastiprināt šos procesus, īpaši materiālus, ko sauc par pusvadītājiem – aktīvos materiālus, ko izmanto gan datoru elektronikas aprīkojumā, gan Saules kolektoros. Taču mūsu darbs ir ļoti atšķirīgs tāpēc, ka mēs audzējam pusvadītājus, izmantojot ķīmijas metodes. Mēs izstrādājam šos materiālus no šķīdumiem vai vielām šķīdrajā fāzē, nevis tvaika fāzē – kā parasts, kad izmanto augstas temperatūras un energoietilpīgus procesus. Mēs cenšamies izstrādāt materiālus lētāk un domājam, ka ķīmijas tehnoloģiju

Our goal is to make inorganic materials that can enhance these processes – specifically, a class of materials called semiconductors, which is the active material used in both computer electronics and solar cells. But the thing that makes what we do very different is that we are growing semiconductors using chemistry techniques. We are making these materials from solution or from a liquid phase rather than from a vapor phase using very high-temperature, very energy intensive processes as it is done normally. We are trying to make materials in a cheaper way and we think that using chemistry techniques will allow us to do that.

izmantošana dos mums iespēju to paveikt.

Saulesgaisma ir alternatīvais enerģijas avots, ko cenšamies izmantot, taču jāatrisina problēmu, kā pēc iespējas lietderīgāk to uzkrāt un uzglabāt. Mēs vispirms esam ieinteresēti atrisināt šo problēmu, kontrolējot materiālu nanostruktūru. Plašsaziņas līdzekļos noteikti esat dzirdējuši vārdu "nano" – piemēram, bija tāds *iPod nano*. "Nano" parasti attiecas uz kaut ko ļoti mazu, bet, protams, tas atkarīgs no skata punkta. Cilvēka mata caurmērs ir aptuveni 250 000 nanometru, sarkanais asins ķermenītis cilvēka ķermenī ir apmēram 7000 nanometru biezis, DNS virknes caurmērs ir apmēram 1,5 nanometri, bet atomi ir mazāki nekā nanometrs – atoma diametrs ir aptuveni 0,1 nanometrs. Mēs runājam par tādu materiālu radīšanu, kuru molekulas sastāv no tūkstošiem atomu, un tās patiešām ir lielas salīdzinājumā ar molekulām, ar ko parasti darbojas ķīmiķi.

Mēs vēlamies regulēt nanostruktūru, jo cenšamies radīt materiālus, kuru molekulu lielums ir līdzīgs gaismas viļņu garumam. Zilajai gaismai tas ir 400 nanometru, sarkanajai – aptuveni 700 nanometru. Šāda mēroga materiāli interesanti mijiedarbojas ar gaismu. Labs piemērs ir

The alternative source of the energy we are trying to use is sunlight, but the problem is how to maximize the efficiency of collecting and storing it. We are primarily interested in solving this problem by controlling the nanostructure of materials. You have probably heard the word 'nano' in the media – there has been a nano iPod, for example. 'Nano' usually refers to something that is very small, but of course it depends on your point of view. The thickness of human hair is about 250 000 nanometers, a red blood-cell in your body is about 7000 nanometers, a strand of DNA is about 1.5 nanometers, but atoms are less than a nanometre – the diameter of an atom is approximately 0.1 nanometre. We are talking about making materials that contain thousands of atoms, which is actually quite large compared to the size of molecules that chemists typically deal with.

The reason we want to control nanostructure is because we are trying to make materials that have the size features similar to the wavelength of light. Blue light is about 400 nanometers, red light is about 700 nanometers. When you make materials on that scale, they interact with light in interesting ways. A good example is the iridescence you see on the wings of a butterfly, or on an

tauriņa spārnu, austeres čaulas vai pērles varavīkšņainais zaigojums. Ja tauriņa spārnu aplūkotu īpašā elektroniskā mikroskopā 5000 reižu palielinājumā, var redzēt ļoti regulāru uzbūvi, kurā elementu atkātojums, periodiskums ir daži simti nanometru. Tāpēc tauriņa spārnu virsma dažādos virzienos atstaro un lauž gaismas spektra dažādu krāsu starus, tā veidojot varavīkšņaino zaigojumu.

Savās laboratorijās mēs cenšamies radīt mākslīgus materiālus ar šāda veida struktūru, kurus var izmantot, lai virzītu gaismas plūsmu un palielinātu gaismas daudzumu, ko varam sakopot nelielā virsmas platībā. Tas uzlabotu tādu ierīču efektivitāti, kuras var pārvērst saulesgaismu elektroenerģijā vai izmantot Saules enerģiju derīgu ķīmisku vielu izstrādei.

Lai gan mēs galvenokārt strādājam ķīmijas laboratorijā, mūsu pētījumi ir starpdisciplināri, proti, mēs izmantojam materiālu zinātnes un fizikas nozares metodes. Mēs sadarbojamies ar daudziem citiem pētniekiem - lietpratējiem dažādās jomās. Kad esam radījuši šos materiālus, mums jāsaprot, kā tie izskatās un kāda ir to struktūra. Mēs paļaujamies uz teorētiķiem un tiem, kas specializējas datorsimulācijā, lai viņi palīdzētu mums saprast saistību starp mūsu radīto materiālu struktūru un īpašībām.

oyster shell, or on a pearl. If you were to zoom in about 5000 times with a special electron microscope to look at the wings of a butterfly, you would see very periodic structures in which the dimension of the repetition, the periodicity, is a few hundred nanometers. That is the reason why the wings of a butterfly bend different colours of light in different directions leading to the iridescence we can see with our eyes.

We are trying to make artificial materials in our labs that have that kind of structure and that can be used to direct the flow of light and enhance how much light we can collect in a small amount of area. That would improve the efficiency of the devices that can convert sunlight into electricity or use the energy from the Sun to make useful chemicals.

Although we work primarily in a chemistry lab, our research is interdisciplinary, meaning that we incorporate techniques from the fields of material science and physics. We collaborate with many other researchers that have expertise in different areas. Once we have made the materials, we have to understand what they look like and what is their structure. We rely on theorists and people who specialize in computer simulations to help us understand the connection between the

Šādu pētījumu aktualitāte ir acīmredzama, īpaši domājot par klimata pārmaiņām, un tādēļ vēlos uzdot neatbildamu jautājumu. Cik tālu ir līdz izšķirošajam atklājumam?

Grūti teikt. Pirms es sāku darbu kā neatkarīgs profesors Vašingtonas Universitātē, es strādāju Kalifornijas Tehnoloģiju institūta laboratorijā. Profesoram, pie kura es strādāju, piešķīra milzīgu Enerģētikas departamenta finansējumu – miljoniem dolāru jauna pētniecības institūta izveidei un vadībai, iesaistot vairākas ievērojamākās augstskolas – Kalifornijas Universitāti Bērklījā, Stenfordas Universitāti, Kalifornijas Universitāti Ērvinā un Kalifornijas Universitāti Sandjego. Darbu uzsāka 30 profesoru un simtiem pētnieku. Mērķis bija nonākt līdz šim izšķirošajam atklājumam – galīgais mērķis bija izstrādāt iekārtas prototipu papīra lapas lielumā, ūdenī iegremdētai ierīcei varētu spīdināt virsū gaismu, un šī ierīce ģenerētu gāzveida ūdeņradi un skābekli.

Finansējumu viņiem piešķīra vairāk nekā pirms pieciem gadiem, un, lai gan virzībā uz šo mērķi tika sasniegti ievērojami panākumi, pētījumi veicās daudz lēnāk, nekā sākotnēji gaidīts.

Šī ir ļoti sarežģīta problēma. Visā

structure and properties of the materials we make.

The relevance of such research is apparent, especially thinking about the climate change, so I am tempted to ask an unanswerable question. How near is the breakthrough?

It is hard to tell. Before I started as an independent professor at Washington University, I was working in a laboratory at the California Institute of Technology and the professor that I worked for was awarded a large amount of funding, millions of dollars, from the Department of Energy to set up and direct a new research institute with involvement from several top universities – the University of California, Berkeley; Stanford University; University of California, Irvine; University of California, San Diego. It involved around 30 professors and hundreds of researchers. The goal was to make this breakthrough – the end goal was to have a prototype device the size of a piece of paper, you could shine light on it while the device was immersed in water and it would generate hydrogen gas and oxygen gas.

That was well over 5 years ago that they were funded, and while they made

pasaulē ar to strādā tūkstošiem pētnieku. Es teiktu, ka šī ir viena no tehniskā ziņā vissarežģītākajām problēmām, un ir ļoti grūti prognozēt, kad tiks gūti izšķirošie panākumi.

Kādas, jūsaprāt, ir attiecības starp analītiskām, racionālām spējām un intuīciju, radošu darbu zinātnē?

Bērnībā domāju, ka būšu mākslinieks, lai gan pamatskolā un vidusskolā man patika gan zinātnes, gan mākslas stundas. Jūtu, ka šī ir viena no manām stiprajām pusēm – raudzīties uz visu citādāk, kā vairums cilvēku. Gribētos domāt, ka savos pētījumos es vienlīdz spēcīgi balstos tiklab uz radošumu, uz intuīciju, kā uz kritisku domāšanu un analīzi.

Mēs mēģinām atrisināt problēmas, kas nekad iepriekš nav risinātas, mēs mēģinām izstrādāt materiālus, kas nekad agrāk nav izstrādāti, un tāpēc mums jāatrod jauni veidi, kā tos izstrādāt. Ideju ģenerēšana un veidošana ir saistīta ar lielu radošumu, netradicionālu domāšanu. Pēc tam ir jāizlemj, vai tā ir laba ideja vai tikai nerasniedzams sapnis, vai tas ir kaut kas, kam tiešām vērts veltīt pūles. Un tad patiešām ir nepieciešams kritisks vērtējums. Turklāt, veicot eksperimentus, ir jānoteic, vai experi-

significant progress towards this goal, the research went much slower than they had initially anticipated.

It is a very difficult problem. There are thousands of researchers all over the world working on it. I would say it is one of the most technically challenging scientific problems, and it is very difficult to estimate when the breakthrough is going to happen.

What are your views on the role of analytical, rational capacities and intuition, creativity in scientific research?

Through most of my childhood, I thought that I would be an artist, although I did like both my science and my art classes in middle school and high school. I feel that it is one of my strengths that I look at things differently than most people. I would like to think that I rely heavily both on creativity, on intuition, as well as critical thinking and analysis in my research.

We are trying to solve problems that have never been solved before, we are trying to make materials that have never been made before, so we have to think of new ways how to make them. Brainstorming and the idea forming involves a lot of

ments ir bijis veiksmīgs, jo daudzkārt varat veikt neveiksmīgus eksperimentus, kas neparāda to, ko vēlamies zināt, un tad ir patiešām svarīgi spriest kritiski. Ir jājautā, tieši kāda analīze vai eksperiments parādīs to, ko vēlos uzzināt.

Es gribētu arī piebilst, ka zinātnes progress bieži vien ir ļoti lēns un daudz kas no visinteresantākā, lielie lēcieni un atklājumi notiek nejauši. Tādēļ vēl viena svarīga mana darba daļa ir rūpīgi iedziļināties, ja kaut kas noiet greizi, jo šādi gadījumi var būt daudz interesantāki nekā tie, kad viss notiek tieši tā, kā bija paredzēts.

Mēs, zinātnieki, esam atbildīgi ne vien par sava darba novērtēšanu, bet arī par citu zinātnieku darbu recenzēšanu, jo zinātniskās publikācijas, kas tiek rakstītas, lai dalītos pētījumu rezultātos ar pasauli, parasti vērtē citi zinātnieki, kas darbojas vienā jomā. To sauc par profesionālapskati, un tā ir tieši saistīta ar vērtēšanu, racionālu domāšanu un rezultātu analīzi.

Kā jūsu zinātniskā izglītība un darbs ietekmē jūsu pasaules uztveri?

Man šķiet, ka es meklēju un droši vien skaidrāk nekā citi cilvēki apzinos

creativity, thinking outside the box. Then you have to decide if this is a good idea or is it just a pipe dream, is it something that is really worth doing? And that is where the critical judgment really comes in. Also once you start doing the experiments you need to determine whether it was a good experiment, because a lot of the times you can do a bad experiment that does not tell you what you want to know, critical judgement becomes really important. You have to ask what is the right analysis or experiment that is going to tell you what you want to know?

I would also say that scientific progress is often very slow and a lot of the most interesting science and the great leaps and bounds are accidents. So another important part of my process is to look carefully when something goes wrong because it maybe more interesting when that happens than when everything occurs exactly the way you expected it to happen.

We as scientists are also responsible for judging not only our own work, but the publishing of scientific manuscripts to share your results with the world usually relies on other scientists in your field evaluating your work. This is known as peer review, which in particular relies on judging, rational thinking, and analyzing results.

struktūras sev apkārt notiekošajā.

Daudzi mani pētījumi saistās ar struktūru veidošanu nanodiapazona lieluma režīmā, bet dabā struktūras ir it visur – no galaktikas līdz atomu līmenim – un arī dažādos laika diapazonos. Struktūras parādās it visur, vai domājot par to, kādēļ zebbrām ir svītras, vai par struktūrām, ko redzam mākoņos, vai par struktūrām, kas veidojas, baktērijām augot. Mani īpaši interesē tas, ka struktūras bieži veidojas, diviem pretējiem spēkiem esot līdzsvarā.

Es meklēju struktūras arī apkārtējo cilvēku uzvedībā. Tomēr dažkārt pati jēgpilnākā saskarsme ar citiem notiek tad, kad kāds no mums rīkojas pretēji gaidītajam.

Kāda ir dzīves jēga?

Visvieglākā atbilde būtu “42”...

Taču man dzīvē vissvarīgākais ir meklēt un iegūt zināšanas. Esmu zinātkārs cilvēks, man patīk saprast, kā viss darbojas, paplašināt savu izpratni par apkārtējo pasauli. Taču, kļūstot vecākam, man aizvien vairāk gribas dalīties šajās zināšanās ar citiem un iz-

How has your scientific education and work affected the way you look at the world?

I feel I am looking for and maybe am more aware of the patterns that are happening around me.

A lot of my research involves forming patterns at the nanoscale size regime, but in nature patterns are everywhere – from the galactic to the atomic level – and different timescales as well. Patterns show up everywhere, whether you are talking about why zebras have stripes, the patterns that you see in the clouds, patterns that you see in bacteria growth; they are everywhere. What interests me in particular is that patterns are often formed when you have a balance of two opposing forces.

I also look for patterns in the behavior of people around me. However, sometimes the most meaningful interactions we have with others are when one of us acts in a way that goes against our expectation.

What is the meaning of life?

The easiest answer would be ‘42’...

mantot jaunās zināšanas atbildīgi – tā, lai
sniegtu labumu sabiedrībai.

Kas attiecas uz manu mērķi, uz to,
kādēj rītos gribas celties, es teiktu – al-
kas pēc zināšanām.

Taču es domāju, ka katram cilvēkam ir
atšķirīga dzīves jēga.

*But for me, the most important thing in
life is to seek out knowledge. I am a cu-
rious person, I like to understand how
things work, expand my understanding
of the world around me. But more and
more, as I get older, I also want to be
able to share that knowledge with others
and to use new knowledge in a respon-
sible way, in a way that has a benefit for
society.*

*In terms of my purpose, what gets me up
in the mornings, I would say the pursuit
of knowledge.*

*However, I think everyone has a different
meaning in life.*

Viena no 12 intervijām, kas tapušas, vācot materiālu Annas Salmanes, Kriša Salmaņa un Kristapa Pētersona skaņdarbam "Etīde" (2016).

One of twelve interviews that were conducted during the research for the sound piece "Study" (2016) by Anna Salmane, Krišs Salmanis and Kristaps Pētersons.

Uz latviešu valodu tulkojusi / *Latvian translation by*
Sarmīte Lietuviete



Hannah Ball
Zane Čulkstēna
Holly James
Pāvils Jurjāns
Melanie Liu
Baiba Niedre-Otomere
Ieva Putna-Nīmane
Chris Ratcliffe
Iveta Rozentāle

Paldies! / *Thank you!*