Jauni materiāli baltai gaismai

Piešķir gaismas diodēm ilgu mūžu un plašu starojuma diapazonu.

Meldras Ķemeres darba joma ir luminiscence jeb spīdēšana stiklos un stikla keramikās, kas satur sīkus kristāliņus. Viņa pēta dažādu retzemju elementu jonus, piemēram, eiropiju un disproziju, un vēlas noskaidrot, kā tie savstarpēji mijiedarbojas šajos materiālos. Tas ļautu iegūt jauna veida gaismas avotus, piemēram, diodes, kas izstarotu balto gaismu un būtu ilgmūžīgas. Luminiscentos materiālus plaši izmanto arī citos mūsdienu izstrādājumos: displejos, cietvielu lāzeros, optiskajās šķiedrās.

Retzemju elementu jonu luminiscence ir vispārzināma parādība, bet jaunās doktorantes mērķis ir atrast pēc iespējas efektīvāku materiālu, kas vienlaikus būtu arī caurspīdīgs, viegli izgatavojams un nenolietojams. Efektivitāti ietekmē dažādi faktori, piemēram, stikla sastāvs, retzemju elementu jonu daudzums, ierosinošās gaismas viļņu garums un citi. Tāpēc Meldra Ķemere izgatavo dažāda veida stiklu paraugus ar atšķirīgu jonu daudzumu, ko karsē atšķirīgās temperatūrās. Iegūtajiem paraugiem veic mērījumus un analizē datus, salīdzinot ar literatūrā pieejamajiem. Līdzšinējie rezultāti liek domāt, ka eiropija un disprozija joni mijiedarbojas, kas palielina spīdēšanas intensitāti un koriģē izstarotās gaismas krāsu.

Īpaši aktuāli ir atrast labāko materiālu baltas gaismas iegūšanai, kas ļautu mājās lampās izmantot diodes, vienlaikus nodrošinot, ka krāsas apkārtnē izskatās dabiski. Iegūt baltu gaismu ir problemātiski, jo diodes uzbūves princips ir tāds, ka parasti tā vienā noteiktā diapazonā izstaro vienas krāsas gaismu (viena garuma gaismas viļņus), savukārt Saules gaisma ir plašā diapazonā, tāpēc to uztveram kā baltu. Griestu lampu starojums tādējādi ir jāpārveido – diodes staro spektra ultravioletajā vai zilajā daļā, bet to virsmu pārklāj ar īpašu luminiscentu materiālu, kas pārveido UV gaismu redzamajā, ļaujot iegūt baltu, acij patīkamu gaismu.

Attēlā redzami stikla keramikas paraugi – stikli, kas satur sīkus kalcija fluorīda kristāliņus ar luminiscentiem joniem. Eiropija joni ļauj iegūt intensīvu sarkano luminiscenci, savukārt disprozija joni nodrošina luminiscenci spektra zilajā un zaļajā daļā, kopā ļaujot iegūt baltu gaismu.

JŪLIJA PERVEŅECKA

Noskaties video ar doktorantu stāstu par viņu pētījumiem: ilustretazinatne.lv/CFI

Jaunie doktoranti (no kreisās): Andrejs Česnokovs, Guna Krieķe, Meldra Ķemere un Jūlija Perveņecka.

JŪLIJA PERVEŅECKA

KONTEKSTS

Līdz ar vairākiem citiem Latvijas Universitātes dabaszinātņu projektiem un Latvijas Universitātes pētniekiem četri Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes doktoranti – **Guna Krieķe**, **Meldra Ķemere**, **Jūlija Perveņecka** un **Andrejs Česnokovs** – saņēmuši SIA "Mikrotīkls" ziedojumu 108 000 EUR apmērā praktiskas ievirzes pētījumu veikšanai. Ziedojumu administrē Latvijas Universitātes fonds. "Ilustrētā Zinātne" ielūkojas doktorantu darbos.

VĒRTS ZINĀT

Viedtālruņu aizmugurē redzamais dzeltenais kvadrātiņš ir veidots no luminiscenta materiāla, kas satur cērija jonus un pārveido UV starojumu plaša diapazona starojumā, ko mēs redzam kā baltu gaismu. Tādējādi telefons nepieciešamības gadījumā var kalpot par kabatas lukturīti. Tomēr šis materiāls ir diezgan dārgs un sarežģīti izgatavojams. Vienkāršākos gadījumos var izmantot polimērus, bet tie savukārt uzkarst un nolietojas, tāpēc diožu darbmūžs ir diezgan īss.

VĀRDNĪCA

Luminiscence – aukstu ķermeņu spīdēšana.

Gaismas diode – elektroniska ierīce, kas vada strāvu tikai vienā virzienā. Tai laižot cauri strāvu, izdalās siltuma un gaismas enerģija.

GUNA KRIEĶE

KRIŠJĀNIS ŠMITS

Optiskā sistēma stiklu un stikla keramiku luminiscences mērījumu veikšanai, izmantojot jaudīgu lāzeru.

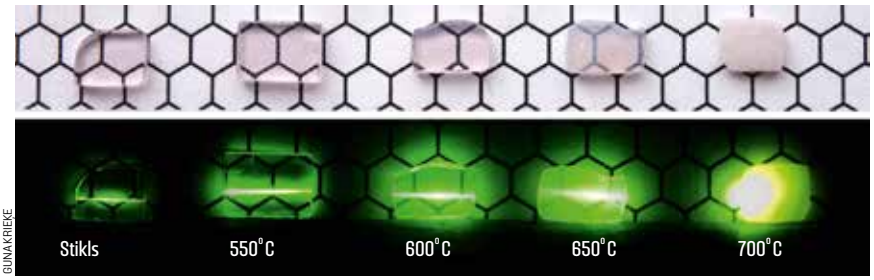
GUNA KRIEĶE

Meldra Ķemere pēta kristalītus stikla keramiku fotogrāfijās, kas uzņemtas ar skenējošo elektronu mikroskopu (SEM) 50 000 reižu palielinājumā.

Īpaša stikla keramika padarīs siltumstarojumu redzamu

Doktorante **Guna Krieķe** arī darbojas ar luminiscentiem materiāliem, tomēr viņu interesē citi procesi, kas tajos notiek. Zinātniece strādā ar stikla keramikas materiāliem, kas satur pavisam sīkus ieslēgumus – fluorīdu kristāliņus ar optiski aktīviem joniem (erbiju). Ar aci kristāliņi nav redzami un arī ultravioletajā gaismā spīd slikti. Lai tos "iedarbinātu", ir vajadzīgs jaudīgāks starojuma avots, piemēram, lāzers. Tomēr šiem materiāliem piemīt īpašas spējas – tie var pārveidot neredzamo infrasarkano starojumu, ko ikdienā mēdz dēvēt arī par siltumstarojumu, redzamajā gaismā. Tā kā šie materiāli ir caurspīdīgi, tos zinātnē var izmantot vietās, kur parasti lieto lielus monokristālus, ko ir grūti (dārgi un ilgi) izaudzēt, piemēram, cietvielu lāzeros. Patlaban doktorante pēta, kāda veida nanokristāli veidojas apstrādes procesā un kādas ir jauniegūto stikla keramikas materiālu īpašības. Guna Krieķe meklē piemērotākās sastāvdaļu kombinācijas un cer ar ilglaicīgiem pētījumiem šo situāciju mainīt.

Arī šie materiāli nenolietosies, tomēr to izmantojums ir ierobežots, jo tie spēj uztvert tikai noteiktu infrasarkanā spektra daļu – tā dēvēto tuvo infrasarkano starojumu, kam ir visīsākais viļņu garums – 0,78–3 μm (salīdzinājumam – cilvēka ķermenis izstaro aptuveni 12 mikrometrus garus viļņus, kas ietilpst vidējā infrasarkanā starojuma diapazonā).



GUNA KRIEĶE

Attēlā redzami stikla un stikla keramikas materiālu paraugi, kas iegūti pēc karsēšanas dažādās temperatūrās. Augšējā rindā – pēc pagatavošanas, apakšējā rindā – pēc aktivizēšanas ar lāzeru.

LIETI NODERĒS SAULES BATERIJĀM

Viena no potenciālajām izmantošanas iespējām – ar jaunajiem stikla keramikas materiāliem pārklāt saules baterijas. Silīcija saules baterijas diezgan slikti absorbē infrasarkano starojumu, tāpēc no apakšas būtu nepieciešams stikla keramikas pārklājums, kas absorbē siltumstarojumu, pārveidojot to redzamajā gaismā, ko savukārt varētu absorbēt saules baterijas. Tādējādi tās kļūtu daudz efektīvākas.

WIKIMEDIA COMMONS

Uzlabos organisko cietvielu lāzeru darbību

Jūlija Perveņecka strādā CFI Organisko materiālu laboratorijā, un viņas pētījumu tēma ir saistīta ar RTU Materiālzinātņu un lietišķās ķīmijas fakultātē jaunsintezēto organisko vielu izpēti. Šīs jaunās vielas ir krāsvielu molekulas, no kurām pagatavotais šķīdums iztvaikojot veido plānas, viendabīgas kārtiņas bez kristāliem. Šīs vielas turpmāk varēs izmantot gan organiskajos krāsvielu lāzeros, kas noder zinātnieku darbā, gan gaismas sensoros un citur.

Patlaban doktorante īpašu uzmanību pievērš tādu vielu izpētei, kas izstaro sarkano vai/un infrasarkano starojumu, kad tās apgaismo ar noteikta viļņa garuma gaismu. Lai šīs vielas varētu izmantot organiskajos cietvielu lāzeros, tām jāpiemīt pastiprinātai spontānai emisijai. Vienkāršoti skaidrojot, tas nozīmē: kad šai vielai iet cauri gaisma, tā tiek pastiprināta un iegūts vismaz divreiz intensīvāks starojums – lāzerstarojums.

Organiskie savienojumi un no tiem izgatavotās plānās kārtiņas ir ievērojami lētākas un vieglāk izmantojamas dažādās ierīcēs nekā no neorganiskiem savienojumiem gatavotās. Organiskajiem cietvielu lāzeriem piemīt augsta efektivitāte, un viena no būtiskākajām to priekšrocībām salīdzinājumā ar neorganiskajiem cietvielu lāzeriem ir to mazie izmēri (pat daži mikrometri).

Attēlā redzami stikla paraugi, kas pārklāti ar jaunajām vielām un ultravioletajā gaismā luminiscē.

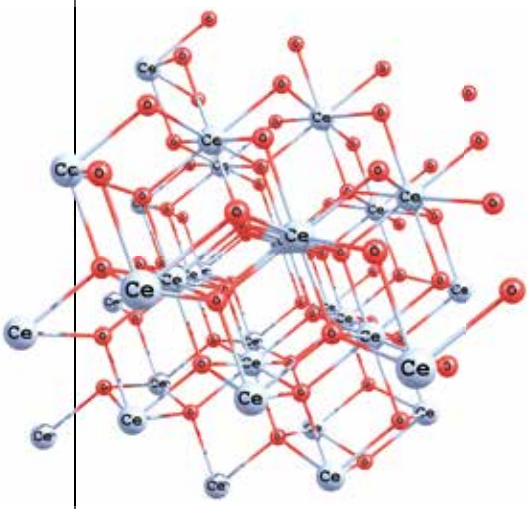
Tas savukārt sekmē to izmantošanu sīku iekārtu izveidē, piemēram, tā dēvētajās laboratorijās uz mikroshēmas (*lab on chip*). Tās ir tikai dažus milimetrus vai kvadrātcentimetrus lielas ierīces, kas spēj ātri un kvalitatīvi veikt dažādas sarežģītas darbības (testus, analīzes utt.), kuru izpildei parasti ir nepieciešamas ar vairākām specializētām iekārtām aprīkotas laboratorijas. Ar šādām ierīcēm iespējams ātri un efektīvi diagnosticēt dažādas slimības.

Vērojama sānstarošana – gaisma iziet caur paraugu un izspīd pa stikla malām.

JŪLIJA PERVEŅECKA

Dators meklē noderīgus savienojumus

Doktorants **Andrejs Česnokovs**, tāpat kā viņa kolēģes, veic pētījumus par dažādiem fizikāliem procesiem cietvielās, tomēr savu pētījumu objektu viņš redz datora ekrānā, jo nodarbojas ar matemātisko modelēšanu Cietvielu elektronisko struktūru datormodelēšanas laboratorijā. Doktorants pēta cērija dioksīdu, ar datora palīdzību simulējot dažādus apstākļus, lai noskaidrotu, kas notiek, ja materiālā kaut ko maina, piemēram, kristāliskā režģa ģeometriju vai noteiktus atomus pret citiem atomiem. Pēc datora veiktajiem aprēķiniem var ļoti daudz uzzināt par jauno savienojumu, teiksim, mehāniskās un optiskās īpašības, elektronu sadalījumu utt. Pēcāk var izvēlēties efektīvāko materiālu, to izgatavot un pārbaudīt datus eksperimentos arī laboratorijā.



Cērija dioksīds datora skatījumā ir vien skaitļu un vienādojumu virkne, bet to var pārveidot arī attēlā.

ANDREJS ČESNOKOVS

Andreja Česnokova mērķis ir simulēt procesus, kas notiek uz jaunā materiāla virsmas. Cērija dioksīds ir interesants, jo cērija atomiem šajā savienojumā var būt dažāds elektronu izvietojums, un, to mainot, materiāls spēj nodrošināt gāzu transportu. Tādējādi no jaunā materiāla varēs izveidot plānu kārtiņu, caur kuru plūdīs noteikta gāze. Tas praktiski noderēs zaļajā enerģētikā, ļaujot efektīvāk izmantot gaisā esošo skābekli un dedzināt kurināmo augstākās temperatūrās, nezaudējot enerģiju citu gāzu, piemēram, slāpekļa, uzsildīšanai. Tāpat no cērija dioksīda iespējams izveidot filtru, kas spēs attīrīt ūdeni no organiskā piesārņojuma, jo uz materiāla virsmas viegli notiek šādu savienojumu noārdīšana.

Milzu dators "Latvian SuperCluster" atrodas LU CFI telpās, un ar tā palīdzību var veikt sarežģītus un laikietilpīgus aprēķinus.

MELDRA KEMERE