

# Pasaules Kultūras padomes balvas izglītībā un zinātnē



Šī gada 14. oktobrī, RTU 154. jubilejas svinību ietvaros, Latvijas Nacionālās bibliotēkas Ziedoņa zālē notika 33. Pasaules Kultūras padomes (*World Cultural Council*) balvu pasniegšanas ceremonija. Pasaules Kultūras padome (PKP), kas dibināta 1981. gadā Meksikā, ir starptautiska organizācija, kuras mērķis ir veicināt kultūras un nemateriālo vērtību, arī filantropijas nozīmību. Padomē darbojas daudzi izcili zinātnieki, mākslinieki un kultūras darbinieki, tostarp vairāki Nobela prēmijas laureāti. PKP balvas par cilvēcei nozīmīgiem sasniegumiem izglītībā un zinātnē piešķir kopš 1984. gada.

Alberta Einšteina Pasaules balvu zinātnē ik gadus piešķir par cilvēcei nozīmīgiem sasniegumiem zinātnē un tehnoloģiju attīstībā un pilnveidē, bet Hosē Vaskonselosa Pasaules balvu izglītībā un mākslā – reizi divos gados par fundamentālu ieguldījumu pedagoģiskajā darbā.

Lai iepazīstinātu lasītājus ar šī gada Alberta Einšteina Pasaules balvas zinātnē laureāta – fiziķa teorētiķa Edvarda Vītena zinātnisko darbību un personību, piedāvājam RTU profesora *Dr. habil. sc. ing.* Andra Ozola “Laudatio”, kas izskanēja svinīgajā ceremonijā Latvijas Nacionālajā bibliotēkā, un ar profesora E. Vītena laipnu atļauju publicējam viņa akadēmisko lekciju “Piedzīvojumi fizikā un matemātikā” (2014).



Avots: RTU

Līdzās šī gada PKP balvu laureātiem – pasauleslavenajam fizikim, stīgu teorijas pētniekam Edvardam Vītenam un dizaina fabrikas koncepta radītājam Kalevam Edvardam Ekmanam ceremonijā tika godināti arī deviņi RTU mācībspēki – zinātnes un kopējās izaugsmes veicinātāji: RTU Senāta priekšsēdētāja profesore Elina Gaile-Sarkane, RTU profesors Jānis Grundspenķis, RTU profesors Jānis Krastiņš, RTU zinātņu prorektors profesors Tālis Juhna, RTU profesors Oskars Krievs, RTU profesors Igors Tipāns, RTU profesors Kaspars Kalniņš, RTU profesors Māris Turks un RTU Dizaina fabrikas vadītājs Guntis Kulikovskis.

# Laudatio Edvardam Vitenam



Avots: RTU

Augsti godātie klātesošie, kultūras ministres kundze, Rīgas Tehniskās universitātes rektora kungs, Pasaules Kultūras padomes prezidenta kungs un citi pārstāvji, Vitena kungs, kolēģi, dāmas un kungi!

Alberta Einšteina Pasaules balvu zinātnē kopš 1984. gada Pasaules Kultūras padome ik gadus piešķir izcilākajiem zinātniekiem par viņu fundamentālo ieguldījumu zinātnes un tehnikas jomā. Šī gada laureāts ir profesors Edvards Vitens no Progresīvās pētniecības institūta Prinstonā, ASV, kurš balvai ticis izvēlēts par viņa vizionārajiem pētījumiem, kas būtiski iespaidojuši mūsu priekšstatus par visām fizikālajām mijiedarbēm.

Profesors E. Vitens ir dzimis 1951. gadā fizikas profesora ģimenē Baltimorā, Merilendas štatā, ASV. Studijas E. Vitens uzsāka Brandeisa Universitātē, kur 1971. gadā ieguva bakalaura grādu – interesanti, ka nevis fizikā vai matemātikā, kā varētu domāt, bet vēsturē un lingvistikā. Pēc tam E. Vitens turpināja studijas maģistrantūrā un doktorantūrā – nu jau fizikā Prinstonas Universitātē, kur ieguva, attiecīgi, maģistra grādu 1974. gadā un doktora grādu 1976. gadā.

Profesors Vitens ir fiziķis teorētiķis, kurš devis arī lielu ieguldījumu matemātikas attīstībā. Fizikā viņa lielākie ieguldījumi ir stīgu teorijā un membrānu teorijā (M-teorijā). Stīgu teorija ir ļoti plaša teorētiskās fizikas joma, kas ietver arī gravitāciju un kvantu mehāniku. Labi zināmais Standartmodelis (mūsdienu elementārdaļiņu teorija) izriet no stīgu teorijas, un E. Vitenam ir daudz nozīmīgu rezultātu šajā jomā.

E. Vitens bija viens no galvenajiem tā dēvētās *pirmās superstīgu revolūcijas* virzītājiem. Kopā ar līdzautoriem viņš atklāja, ka superstīgas ir jāaplūko 10D (desmitdimensionālā) telpā, kur pārējās sešas dimensijas ir saritinātas tā saucamajā Kalabi-Jau (*Calabi-Yau*)

kopā. 1995. gadā E. Vitens inicēja *otro superstīgu revolūciju*, atrisinot tolaik pastāvošo piecu stīgu teoriju problēmu. Viņš pierādīja, ka šīs piecas stīgu teorijas patiesībā atspoguļo dažādus vienotas M-teorijas aspektus. Mūsdienās M-teorija tiek uzskatīta par galveno pretendentu uz teorijas par visu (*Theory of Everything*) lomu.

Kā jau minēts, arī profesora E. Vitena ieguldījums matemātikā ir atzīmēšanas vērts. Matemātiķu aprindās viņš ir pazīstams ar savu ieguldījumu Morsa teorijā un Džonsa polinomu teorijā, ar savu darbu modulāro telpu un Zeiberģa-Vitena invariantu teorijā. Darbojoties dažādās teorētiskās fizikas jomās, profesors Vitens ir guvis izcilus sasniegumus, kas 1990. gadā tika atzīmēti ar augstāko apbalvojumu matemātikā – Fildsa medaļu.

Profesors Vitens ir devis arī ieguldījumu hologrāfijas jēdziena attīstībā. Man tas ir svarīgi, jo es kā fiziķis lietoju hologrāfijas metodi materiālu pētniecībā. 1990. gadā holandiešu fiziķis Gerards t'Hofts kosmoloģijā piedāvāja Hologrāfisko principu – saskaņā ar to pasaule ir kvantu hologramma uz Visuma telpas robežas. Tomēr šis princips netika vispārpieņemts teorētiskajā fizikā, līdz tas apliecināja savu noderīgumu un 1997. gadā E. Vitens to nodemonstrēja rakstā “Anti de Sitera telpa un hologrāfija”. Kopš tā brīža Hologrāfiskais princips ir viens no modernās teorētiskās fizikas stūrakmeņiem.

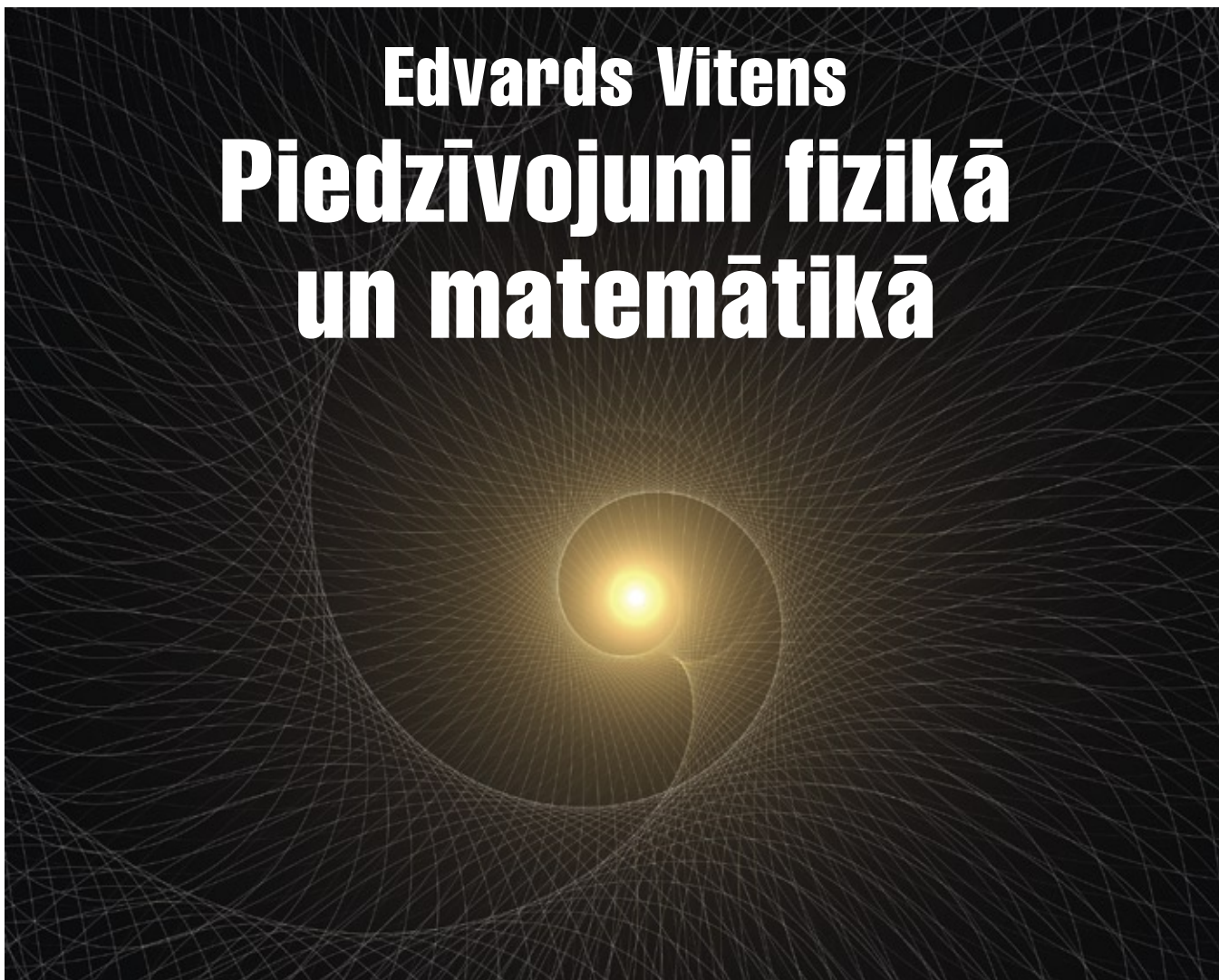
Profesora E. Vitena Hirša indekss ir milzīgs – 134 pēc datu bāzes SCOPUS datiem.

Pazīstamais fiziķis teorētiķis Braiens Grīns savā plašu ievēribu guvušajā grāmatā “Elegantais Visums” raksta: “Edvardu Vitenu daudzi uzlūko kā Einšteina pēcteci pasaules izcilākā zinātnieka lomā.” Savā *Laudatio* esmu centies parādīt, ka tas tiešām tā ir. Paldies!

Andris Ozols Latvijas Nacionālajā bibliotēkā 2016. gada 14. oktobrī

# Edvards Vitens

## Piedzīvojumi fizikā un matemātikā



Avots: Dreamstime

Jau agrā bērnībā mani valdzināja astronomija. Tiem laikiem tas nebija nekas neparasts, jo pagājušā gadsimta piecdesmito gadu nogalē sākās kosmosa iekarošanas ēra, kam līdzī dzīvoja visa sabiedrība. Īsti gan neatceros, vai mana interese par astronomiju uzplauka pirms vai pēc kosmosa iekarošanas sākuma. Devīņu desmit gadu vecumā man iedāvāja nelielu teleskopu (trīs collu reflektoru), un Saturna gredzenu vērošana kļuva par manas bērnības skaistākajiem mirkļiem. Tolaik es nez kāpēc domāju, ka Saturnu būs grūti ieraudzīt. Patlaban – kad jau vairākiem bērniem esmu ierādījis māku apieties ar viņu mazo teleskopu – man nav šaubu, ka Saturns ir viens no visvieglāk saskatāmiem debess ķermeņiem. Ikvienā skaidrā naktī, ja vien Saturns atrodas virs horizonta, to var labi redzēt katrā vismazākajā teleskopā no jebkuras vietas uz mūsu planētas. Tas gan neizskatās kā profesionāli uzņemtā fotogrāfijā, tomēr skats ir iespaidīgs – katrā teleskopā.

Zēnībā es sapņoju reiz kļūt par astronomu, lai gan mani biedēja varbūtība, ka tad, kad būšu pieaudzis, astronomiem būs jādzīvo un jāstrādā kosmosā. Tas izklausījās bīstami. Tagad, pēc piecdesmit un vairāk gadiem, mēs redzam, ka kosmiskajiem satelītiem ir visnotaļ nozīmīga loma, taču astronomi, kuri tos attīsta un izmanto, paši paliek drošībā uz Zemes. Habla kosmiskā teleskopa remonts ir viens no retiem gadījumiem, kad darbus, kas saistīti ar astronomiju, veikuši astronauti kosmosā. Starp citu, lai gan kosmiskajiem teleskopiem ir būtiska loma, astronomiskie novērojumi uz Zemes joprojām ir ļoti nozīmīgi.

Vienpadsmit gadu vecumā manās rokās nonāca dažas samērā augsta līmeņa matemātikas grāmatas. Mans tēvs ir fiziķis teorētiķis, viņš man ierādīja matemātisko analīzi. Kādu brīdi matemātika bija mana kaislība. Tomēr vecāki diez ko negribēja mani virzīt matemātikā pārāk tālu, pārāk ātri (viņu izpratnē), tāpēc pagāja diezgan ilgs laika sprīdis, līdz es iepazinu matemātiku, kas bija patiešām augstākā līmenī salīdzinājumā ar parasto matemātisko analīzi. Tagad, atskatoties pagātnē, īsti nezinu, vai viņu attieksme bija tā labākā vai ne, tomēr tās rezultātā vēl daudzus gadus tā matemātika, ko pazinu, man nešķita nedz novatoriska, nedz pilna izaicinājumu. Tagad ir grūti izvērtēt vecāku faktora ietekmi, taču, tā vai citādi, mana interese par matemātiku noplaka uz vairākiem gadiem. Tikai pēc zināma laika es aptvēru, ka matemātika un teorētiskā fizika ir tās jomas, kurās man ir visvairāk dotību, un ka mani apmierinās vienīgi darbošanās kādā no tām. Divdesmit viena gada vecumā es izšķīros starp matemātiku un teorētisko fiziku – par spīti manām stipri ierobežotajām zināšanām abās disciplīnās.

\* Edward Witten "Adventures in physics and math", The 2014 Kyoto Prize Commemorative Lecture in Basic Sciences. Tulkojusi A. Šuvajeva; zinātniskais redaktors prof. A. Ozols.



Mana izvēle bija par labu teorētiskajai fizikai – lielākoties tāpēc, ka mani fascinēja elementārdaļiņas.

Tie bija agrīnie septiņdesmitie. Divdesmit gadu periodā jeb, aptuveni rēķinot, kopš manas piedzimšanas brīža elementārdaļiņu fizikā cits pēc cita bija veikti pārsteidzoši atklājumi. Šī laikposma sākumā vismazākās zināmās vielas daļiņas bija nukloni, protoni un neitroni. Mūsdienu koncepts par elementārdaļiņām tikpat kā neeksistēja. Tomēr kopš piecdesmito gadu sākuma atklājumi sekoja cits citam. Tas notika, galvenokārt pateicoties jaunām tehnoloģijām – jo īpaši, bet ne tikai, iespējai būt elementārdaļiņu paātrinātājus, kuros tās tiek mākslīgi paātrinātas līdz ļoti augstām enerģijām.

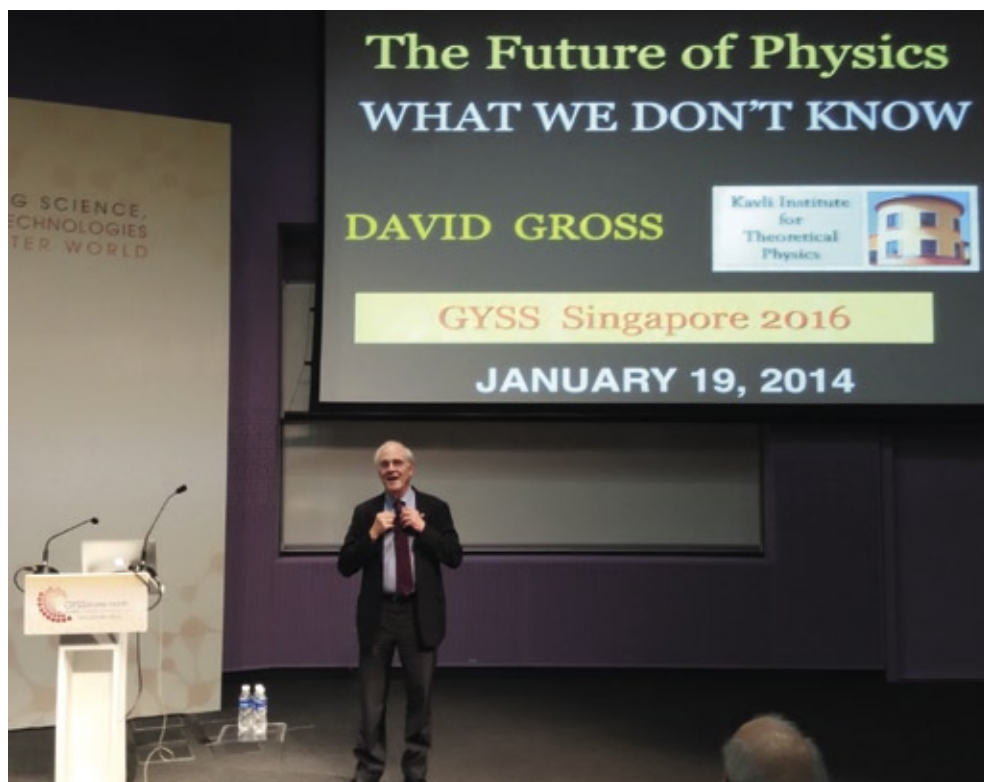
Īsi sakot, 1973. gada rudenī, kad uzsāku mācības maģistrantūrā Prinstonas Universitātē, elementārdaļiņu pētniecība drudzaini turpinājās jau vismaz otro desmitgadi. Ārēji pārmaiņas vēl nebija manāmas, tomēr tās brieda. Elementārdaļiņu Standartmodelis, pamatā tā mūsdienu formā, tika izstrādāts ilgstošā procesā, kam punktu pielika – vien dažus mēnešus pirms manu maģistrantūras studiju sākuma – Deivids Gross (*David Gross*), Frenks Vilčeks (*Frank Wilczek*) un Deivids Policers (*David Politzer*). (Deivids Gross vēlāk kļuva par manu disertācijas vadītāju.) Doktorantūras gados *permanentās revolūcijas* periods elementārdaļiņu pasaulē faktiski turpinājās. Viens no lielākajiem atklājumiem tika pasludināts 1974. gada 11. novembrī. Tā bija *J/psi* mezona atklāšana. Lai gan šās elementārdaļiņas mūžs ir krietni īsāks par nanosekundi, tomēr, ņemot vērā tās masu un veidu, tā ir pārsteidzoši ilgmūžīga. Šis atklājums bija tik iespaidīgs, ka autoru grupas vadītāji ātri vien tika pie Nobela prēmijas un tika runāts pat par *novembra revolūciju fizikā ...* Tiem, kuri ir pārāk jauni, lai atcerētos auksto karu, vai varbūt vēlas atsvaidzināt zināšanas vēsturē, īsi atgādināšu, ka bija vēl kāda *novembra revolūcija* [Lielā Oktobra revolūcija – tulk. piez.].

Lai nu kā, 1974. gada novembrī es biju tiktāl apguvis elementārdaļiņu teoriju, ka spēju saprast citu runāto un apkārt valdošā satraukuma iemeslus, tomēr ne tik daudz, lai pilnvērtīgi iesaistītos sarunā. Pēc tā, ko uzskatīju par zināmu sākotnēju apjukumu, pāris dienās nāca atskārsme, ka *J/psi* mezons sastāv no jauna veida kvarka. Kā jau sacīju, šī atskārsme nāca, kā man šķita, pēc dažu dienu sākotnēja mulsuma, lai gan varbūt vecākajiem pasniedzējiem aina bija skaidrāka jau agrāk un viņu sapratnei tikai vajadzēja zināmu laika sprīdi, lai to novadītu līdz mums, studentiem.

Tik sīki par šo stāstu tāpēc, ka vēlos paskaidrot, kādas bija manas, doktorantūras studenta, intereses septiņdesmito gadu vidū, kad permanentās revolūcijas ēra elementārdaļiņu fizikā vēl bija pilnā plaukumā. Pieņemu, ka process turpināsies, un cerēju ņemt tajā dalību. Tagad, atskatoties pagātnē, vairāk sliecos domāt, ka straujie panākumi *J/psi* mezona izpratnē bija norāde, ka zinātniskā aina mainīsies. Patiesi, izrādījās, ka šīs jaunatklātās daļiņas pārsteidzošās īpašības lieliski iederas Standartmodeli un pat ir bijušas paredzētas iepriekš, lai gan nezinu, cik labi pazīstami bija darbi, kuros šis paredzējums tika izteikts. Es pilnīgi noteikti tos nezināju.

Tikmēr manas studenta intereses ievirzījās vēl kādā citā gultnē, kas savā ziņā saturēja dažu manu nākamo darbu iedīgļus. Te man jāpaskaidro jums, kuri nav fiziķi, ka teorētiskās fizikas pārstāvji, no vienas puses, tiecas izprast dabas likumus, bet, no otras puses, cenšas risināt tos aprakstošos vienādojumus dažādās situācijās un prognozēt to iznākumu. Robežšķirtne starp šīm divām pusēm ne vienmēr ir skaidri novilkta. Piemēram, mums nav cerību pareizi noteikt dabas likumus, ja nespējam vismaz kaut kādā mērā risināt tos aprakstošos vienādojumus un prognozēt to iznākumu. Tomēr praksē fiziķu darbs ir daudzējādā ziņā censties izprast vielas uzvedību situācijās, kurās, vismaz principā, attiecīgie vienādojumi ir zināmi. To ir vieglāk pateikt, nekā izdarīt; piemēram, viena lieta ir zināt Šrēdingera vienādojumu, kas apraksta elektronu un nuklonu uzvedību, bet gluži cita – risināt vienādojumus un izprast vara stieples gabala uzvedību.

Kā elementārdaļiņu fizikā mans galvenais mērķis bija saprast, kas ir fundamentālie vienādojumi. Tikmēr Standartmodeļa izveide radīja jaunu situāciju. Kad uzsāku mācības doktorantūrā, daži jauni fundamentālie vienādojumi atradās sastādīšanas procesā un daži no tiem bija patiešām ļoti grūti izprotami. Piemēram, Standartmodelis noteica, ka protoni, neitroni, pioni un citas stiprās mijiedarbības daļiņas sastāv no kvarkiem,



2004. gada Nobela prēmijas laureāts profesors Deivids Gross sarunā par fizikas nākotni Pasaules jauno zinātnieku samitā Singapūrā šī gada janvārī.



2004. gada Nobela prēmijas fizikā laureāts profesors Frenks Vilčeks

Viņam ir jābūt gatavam izmantot iespējas, kolīdz tās uzrodas. Gribot negribot man nācās atzīt, ka kvarku konfainmenta problēma, ko vēlējos atrisināt, ir pārāk sarežģīta. Lai vispār virzītos uz priekšu, man vajadzēja krietni nolaist latīņu un apsvērt šaurāku problēmu risināšanu. (Vēlāk paskaidrošu, ka galu galā man izdevās dot zināmu ieguldījumu kvarku konfainmenta problēmas risināšanā, tomēr vajadzēja pāriet gandrīz divdesmit gadiem.)

Sai pieredzei bija arī sava pozitīvā puse: pieņemot, ka kvarku konfainmenta problēma ir pārāk sarežģīta, un, cik vien iespējams, virzoties uz priekšu, risinot ierobežotākas problēmas, es sāku apcerēt to, ko fiziķi dēvē par kvantu sistēmu stipro saistību, proti, kvantu sistēmu uzvedību, kad vienādojumi ir grūti atrisināmi ar standartmetodēm. Tam bija liela nozīme manā turpmākajā darbā. Šeit man atkal jāpaskaidro tiem no jums, kuri nav fiziķi, ka tad, kad saistība ir vāja, ikviens fizikas doktorants iemācās, ko darīt. Kad tā ir stipra, aktualizējas visdažādākie jautājumi un metodes. Tāpēc es neesmu pārlicināts, vai vispār iespējams būt ekspertam jautājumā par stipri saistīto kvantu sistēmu uzvedību; katrā ziņā, es pats nekad neesmu izlicies par šādu ekspertu. Esmu šo to apguvis un paveicis, tomēr allaž juties kā iesācējs.

1976. gadā es ieguvu doktora grādu Prinstonas Universitātē un pārcēlos uz Hārvarda Universitāti, lai tur pavadītu četrus pēcdoktorantūras gadus. Tas bija notikumiem bagāts laiks arī manā privātajā dzīvē. Kjāra Napi (*Chiara Nappi*), ar kuru apprecējos 1979. gadā, ieradās Hārvardā kā pēcdoktorantūras stipendiāte vienlaikus ar mani pašu. 1975. gadā mēs bijām tikušies fiziķu vasaras skolā Francijas Alpos. Uz Hārvardu viņu uzaicināja izcilais fiziķis matemātiķis Arturs Jafe (*Arthur Jaffe*). Mūsu pirmais bērns piedzima vēl Hārvardā. Šeit es daudz mācījos no vecākajiem pasniedzējiem – sākumā fiziķiem, vēlāk arī dažiem matemātiķiem. Negribu ieslīgt detaļās, bet tikai atainot vispārējo noskaņu. Viens no maniem vecākajiem kolēģiem Hārvardā bija Stīvens Veinbergs (*Steven Weinberg*) – Standartmodeļa pionieris (un 1979. gada Nobela prēmijas laureāts). Doktorantūras gados man bija zināmas grūtības izprast dažas fundamentālas tēmas fizikā. Manuprāt, Stīvs uzskatīja, ka līdzīgas neskaidrības ir daudziem fiziķiem. Kad vien semināros tika pieminēta kāda no tām, viņš sniedza īsu priekšlasījumu, skaidrojot savu izpratni. Klausoties viņa lekcijās, es iemantoju skaidrāku ainu. Daudz mācījos arī no Šeldona Glešova (*Sheldon Glashow*) un Hovarda Džordži (*Howard Georgi*). Glešovs bija vecākais pasniedzējs – arī Standartmodeļa pionieris un 1979. gada Nobela prēmijas laureāts. Džordži bija fakultātes jaunākais mācībspēks, tikai dažus gadus vecāks par mani. Hārvardā trūka telpu, un mums ar Džordži bija kopīgs kabinets. Glešovs un Džordži, cita starpā, lietpratīgi izstrādāja modeļus daļiņu paātrinātājos gūto rezultātu interpretācijai. Es daudz mācījos no viņiem, un, ja vien *permanentās revolūcijas laikmets* būtu turpinājies, tad droši vien sekotu viņu pēdās. Taču, kā jau minēju, tieši tobrīd mainījās eksperimentālā progresa virzība. Lieli sasniegumi ir gūti visdažādākajās jomās, sākot ar neitrīno fiziku un beidzot ar kosmoloģiju. Ir atklātas svarīgas jaunas daļiņas, visnesenāk – Hīgsa bozons. Taču lielākais pārsteigums šajās desmitgadēs saistās ar fantastiskajiem Standartmodeļa panākumiem. Tas strādā daudz labāk un pie daudz augstākām enerģijām, nekā tā veidotāji droši vien paredzēja.



Sidnijs Kolmens Hārvarda Universitātē 2005. gadā





Avots: Wikimedia Commons

Edvards Vitens kopā ar dzīvesbiedri Kjāru Napi stīgu teorijai veltītā konferencē Upsālas Universitātē, Zviedrijā, 2011. gadā.

Protams, tolaik es to vēl neatskārto, tomēr mainīgā aina liecināja, ka pavērsies jaunas iespējas citos virzienos. Šajā ziņā nozīmīga bija mana tikšanās ar vēl vienu Hārvardas vecākās paaudzes fiziķi Sidniju Kolmenu (*Sidney Coleman*). Viņš bija leģendāra figūra izpratnē par kvantu lauku teoriju un vienīgais no manis pieminētajiem fiziķiem, kurš aktīvi interesējās par kvantu lauku stipro saistību. Kolmens vairākkārt pievērsa manu uzmanību svarīgām atziņām, par kurām citkārt es diez vai būtu dzirdējis vai arī būtu par tām uzzinājis krietni vēlāk. Bieži tās ietvēra fundamentālas matemātikas idejas par relativistisko kvantu fiziku vai tās attiecībām ar citām mūsdienu matemātikas jomām. Pastāv daudzas tēmas, kam bija liela nozīme manā vēlākajā darbā, par kurām man nebija ne jausmas, līdz es par tām uzzināju no Kolmena. Tolaik es vēl nepratu gūt lielu labumu no dzirdētā, tomēr, par laimi, vēlāk atcerējos pietiekami, lai to izmantotu. Minēšu tikai vienu piemēru. Kolmens man izskaidroja atziņu, sākotnēji saistītu ar padomju matemātiķi Albertu Švarcu, ka zināmie pārsteidzošie rezultāti fiziķu darbā pie Standartmodeļa izveides patiesībā sakņojas Maikla Atijas (*Michael Atiyah*) and Izadora Zingera (*Isadore Singer*) indeksa teorēmā. Tā bija nozīmīga 20. gadsimta matemātikas teorēma, bet es nekad iepriekš nebiju dzirdējis nedz par šo teorēmu, nedz par indeksa konceptu. Arī Atijas un Zingera vārdi man bija sveši.

Te man jāpaskaidro, ka, lai gan septiņpadsmitajā, astoņpadsmitajā un lielā mērā pat vēl deviņpadsmitajā gadsimtā matemātika un fizika gāja rokrokā, tomēr jau divdesmitā gadsimta sākumā tās bija sākušas iet dažādus ceļus. Matemātika spēra soļus, kas to šķīta aizvedam tālu prom no fizikas, taču arī fizika pēc trīdesmitā gada attīstījās virzienos, ieskaitot relativistisko kvantu lauku teoriju, kas šķīta pārāk grūti izprotami matemātiski. Manas doktorantūras studijas fizikā iegadījās laikā, kad starp modernāko matemātiku un fiziku nebija lielas saskares. Līdzīgi citiem man pazīstamiem fizikas doktorantiem, es nebiju studējis vairākas jomas, ko būtu vēlams pārzināt ikvienam, kurš grib iedziļināties mūsdienu matemātikas aktualitātēs. Tas bija tipiski tālaika doktorantūras studijām fizikā, ka es nekad nebiju dzirdējis par Atijas-Zingera indeksa teorēmu un daudzām citām lietām, par kurām pirmo reizi uzzināju no Kolmena. Jaunākās atziņas, piemēram, par Atijas-Zingera teorēmas lomu, mudināja dažus prominentus matemātiķus interesēties par fiziķu veikumu. Es sāku bieži sarunāties ar vairākiem matemātikas profesoriem Hārvardā, īpaši Raulu Botu (*Raoul Bott*) and Dāvidu Každanu (*David Kazhdan*). Iepazinos arī ar Maiklu Atiju un Izadoru Zingeru. Atija mani ielūdza apmeklēt Oksfordu 1977./78. gada ziemā – šai pirmajai reizei sekoja daudzas nākamās. Atijas un Zingera idejām bija svarīga ietekme manā vēlākajā darbā. Mani interesēja matemātiķu viedoklis, un varu apgalvot, ka uzzināju daudz jauna. Vienlaikus tomēr šaubījos, vai matemātiķi spēj izprast mani interesējošās fizikas problēmas – īpaši kvarku konfainmenta problēmu, ko pieminēju iepriekš. Patiesību sakot, mans skepticisms nebija gluži bez pamata. Lai gan jaunā sadarbība starp matemātiku un fiziku, kas attīstījās septiņdesmito gadu beigās, ir izrādījusies daudz spēcīgāka un nozīmīgāka, nekā tolaik paredzēju, un arī daudz svarīgāka manis paša darbā, tomēr matemātiķiem ir joprojām grūti izprast kvantu lauku teoriju un mūsdienu matemātikas loma fizikas jomā galvenokārt izriet no jaunajām problēmām, kas radušās fizikā. **E&P**

*Turpinājums sekos.*