

Godina fizike i Einsteinove relativnosti

Einstein - prva zvijezda znanosti

LIDIA ČERNI

Godinu 2005. Ujedinjeni narodi proglasili su godinu fizike, ali je ona posve u znaku Alberta Einsteina. U ovoj se godini, naime, slave dva jubileja - 18. travnja se obilježava 50. godišnjica smrti genijalnog fizičara, a 30. lipnja se navršava 100. rođendan teorije relativnosti. Politika su ta dva jubileja uzeli kao povod da 2005. proglaše službeno Einsteinovom godinom. Život i djelo genijalnog fizičara 20. stoljeća bit će predmetom bezbrojnih skupova. Albert Einstein bio je prvi znanstvenik koji je postao svjetskom zvijezdom.

Einstein se smatra najpoznatijim fizičarem svih vremena. U toj, po mnogima čudesnoj 1905. godini, on je serijom revolucionarnih radova uzdrmao temelje tadašnje slike svijeta. Njegova revolucionarna teorija o prostoru i vremenu je kamen temeljac fizike i tvori temelj moderne prirodne znanosti. Iako je u 20. stoljeću bilo mnogo genijalnih znanstvenika, niti jedan nije postao medijska ličnost još za života poput Einsteina. Neki ga čak smatraju i »prvom zvijezdom znanosti«.

Njegova je teorija relativnosti, prema kojoj masa tijela ovisi o njegovoj brzini, a masa i energija međusobno su konvertibilne, jedan od temeljnih zakona fizike. Pri pretvorbi tvari u energiju ili obrnuto, kaže teorija, energija je jednaka umnošku mase i kvadrata brzine svjetlosti, a Einstein ju je pretočio u znamenitu formulu $E = mc^2$, koja je kasnije i dokazana brojnim nuklearnim pokusima. Od Einsteina je ta formula napravila svjetsku zvijezdu, i to već u vrijeme u kojem je Njemačka bila politički međunarodno izolirana. Doprinos jednog izvanrednog njemačkog znanstvenika tako je imao svjetski kompenzacijski učinak, a budući da je njegovu teoriju potvrdila en-

gleska ekspedicija, postao je i jasan međunarodni karakter znanosti. Tako je Einstein 1919. godine postao slavan preko noći što ga je, kako je i sam priznao, veoma iznenadilo.

Njegovi se biografi slažu u tome kako mu je medijska gužva pomogla da se u javnosti uspješno založi za svoje poznate ideale - mir, slobodu i ljudska prava. Kao uvjereni demokrat branio je Weimarsku republiku od njenih neprijatelja, kao radikalni pacifist osudio je nacionalizam u Njemačkoj, a kao Židov u SAD-u borio se za prava potlačenog crnačkog stanovništva. Einsteinov neumorni politički angažman doveo je do toga da je već za života postao legendom. Atomska bomba i pismo Rooseveltu označavaju drugi veliki korak u njegovom životu i njegovu ogromno zalaganje protiv zloupotrebe nuklearne energije i za mirni svjetski poredak.

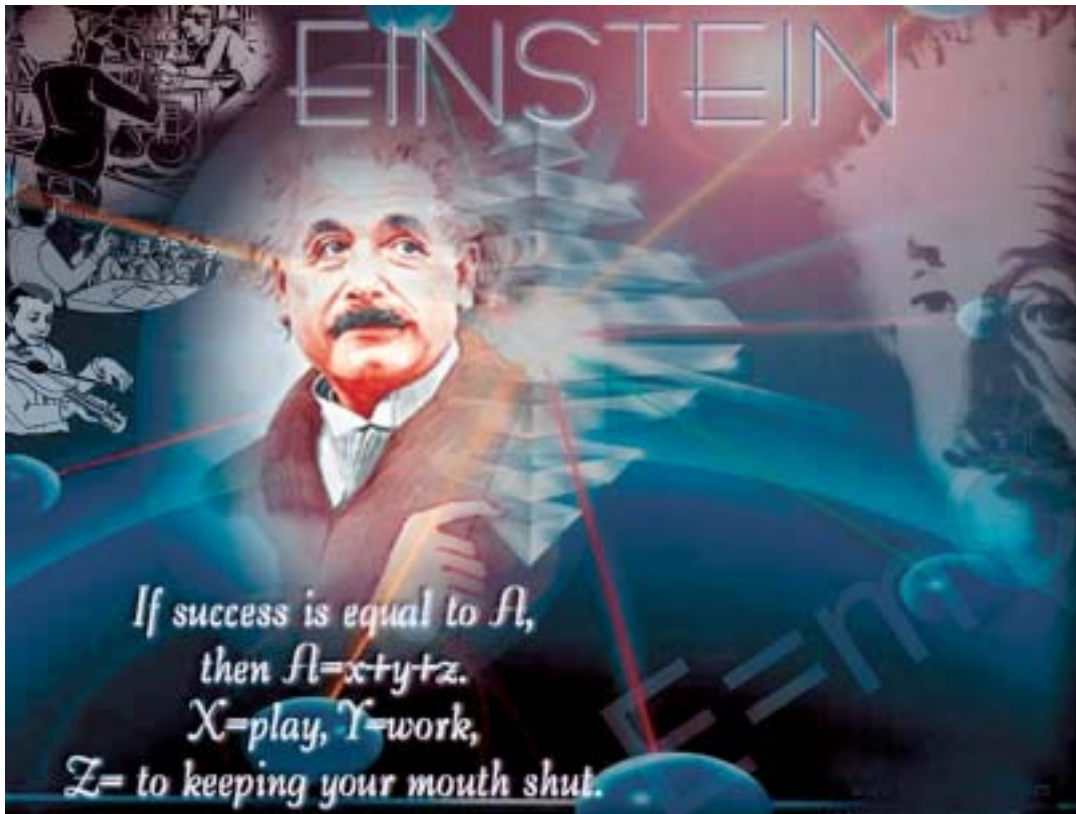
Ugledni newyorški Times u svom milenijumskom izdanju proglasio je Alberta Einsteina čovjekom 20. stoljeća. Einsteina ostavština je aktualna i u 21. stoljeću, za radove na polju kvantne teorije dodijeljena mu je 1921. Nobelova nagrada, a njegova teorija fizičkog polja, u koju su uključeni gravitacijsko i elektromagnetsko polje, danas postaje aktualnija nego ikad prije.

Od Patentnog zavoda do Nobelove nagrade

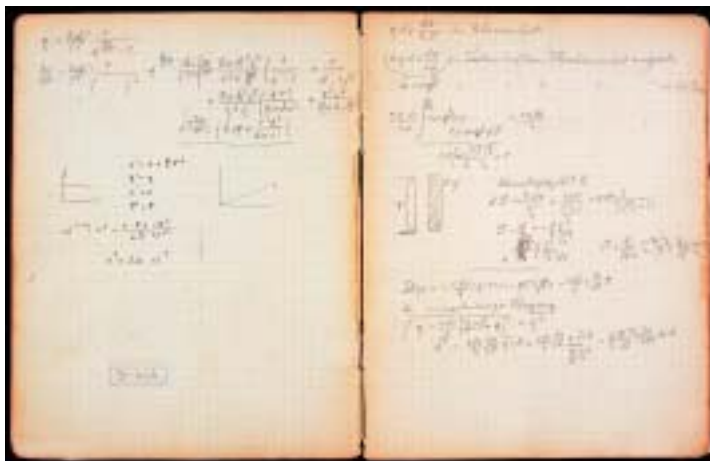
Einstein se rodio 14. ožujka 1879. godine u Ulmu u obitelji njemačkog Židova i trgovca kemikalijama. U dobi od 12 godina sam je naučio geometriju, a sa 15 godina odlazi u švicarski Aarau gdje studira matematiku i fiziku na Visokoj tehničkoj školi u Zürichu. Često je izostajao s predavanja i koristio to vrijeme učeći fiziku na svoj način te svirajući svoju voljenu violinu. Položio je sve ispite i diplomirao 1900. godine proučavajući zabilješke svog kolege.

Od 1902. pa sve do 1909.

Einstein se smatra najpoznatijim fizičarem svih vremena. U 1905. godini on je serijom revolucionarnih radova uzdrmao temelje tadašnje slike svijeta. Njegova izuzetna teorija o prostoru i vremenu kamen je temeljac moderne fizike i tvori temelje moderne prirodne znanosti



ALBERT EINSTEIN: Neki ga smatraju najvećim fizičarem 20. stoljeća, a drugi najpoznatijim znanstvenikom svih vremena



BILJEŽNICA SLAVNOG ALBERTA: U njoj je ispisana famozna teorija relativnosti koja će promijeniti svijet fizike

godine radi u Patentnom zavodu u Bernu i tada otkriva niz osnovnih zakona prirode (brzinu svjetlosti kao

maksimalnu brzinu, dilataciju vremena). U Zürichu se 1903. godine oženio Srpkicom Milevom Marić s ko-



VELIKI MIROTVORAC I PACIFIST: U znak protesta Einstein se odriče njemačkog državljanstva i odlazi u Sjedinjene Države

jom je zajedno studirao i iz tog braka ima dva sina.

Godine 1905. primio je doktorat Sveučilišta u Züri-

Teorija relativnosti

Einsteinovo glavno djelo je teorija relativnosti koja je ne samo od osnovne važnosti kao temeljni okvir za daljnji razvoj teorijske fizike, već duboko zahvaća i filozofske koncepcije, posebice o prostoru i vremenu, a povrh toga i probleme kozmologije i kozmogonije. Osim ove teorije, fizičari je dao i druge vrlo važne priloge. Tako je 1905. godine uvedo hipotezu o kvantima svjetlosti ili fotonima odnosno pretpostavku da se svjetlost može shvatiti i korpuskularno, kao roj čestica, kada se trebaju objasniti neke pojave, napose fotoefekt. Godine 1917. izveo je prve kvantne zakone za materiju. Za radove na polju kvantne teorije dodijeljena mu je 1921. Nobelova nagrada.

Razvio je teoriju fizičkog polja tražeći vezu između gravitacijskog i elektromagnetskog polja.

Njemačka odaje počast geniju

Njemačka će tijekom 2005. godine odati počast geniju Albertu Einsteinu prigodom 100. godišnjice njegove teorije relativnosti koja je izazvala revoluciju u znanosti. On je 1933. godine zbog dolaska nacista napustio svoju rodnu zemlju u koju se nikada kasnije nije vratio. Njemački kancelar Gerhard Schröder proteklog je tjedna u Berlinu svečano otvorio Einsteinovu godinu, nizom kongresa, izložbi i manifestacija čiji je cilj Einsteinovo djelo i njegovu osobnost približiti narodu.

Njemačka na ovaj način želi odati počast »slobodnom duhu, mirotvorcu, građaninu svijeta i vizionaru«. Albert Einstein odrekao se njemačkog državljanstva, a zatim je postao švicarski pa američki državljanin. Godine 1905. u dobi od 26 godina objavio je nekoliko osnovnih eseja čija je kasnija primjena obilježila čitavo stoljeće.

Einsteinova godina u Hrvatskoj

Osnovni cilj proglašenja Međunarodne godine fizike definiran je na godišnjoj sjednici UN-a u lipnju, a to je skretanje pozornosti javnosti diljem svijeta na važnost fizike i prirodoslovlja u svakodnevnom životu. Einsteinova godina službeno je započela 13. siječnja Uesocovom velikom konferencijom u Parizu. U Hrvatskoj će godina fizike biti obilježena nizom događanja u organizaciji Hrvatskog fizikalnog društva (HFD).

Bit će to produkt zajedničkog rada Instituta za fiziku (IFS), Instituta »Ruder Bošković« (IRB) te Prirodoslovnomatematickog fakulteta (PMF) u Zagrebu.

Kako za fiziku zainteresirati više mladih ljudi problem je ne samo Hrvatske, već i cijele Europe. Trendovi na sveučilištima diljem svijeta pokazuju kako se zajednički fizičari brojanje preplovljuju.

Tako je Europsko fizikalno društvo zatražilo da se pomogne ova godina fizike u Hrvatskoj. Naše Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta, još nije dogovorilo financijsku konstrukciju. Kako se najavljuje, zamišljen je obilazak Hrvatske autobusom i bit će prikazani različiti zanimljivi fizikalni eksperimenti, a održat će se različiti znanstveni skupovi.

chu za teoretsku disertaciju o dimenziji molekula, a četiri godine kasnije postaje izvanredni profesor teorije

fizike na Sveučilištu u Zürichu i potom redovni profesor na Visokoj tehničkoj školi. Od 1914. godine

direktor je Kaiser-Wilhelmovog instituta u Berlinu i član Pruske akademije znanosti.

U Berlinu radi na svojoj teoriji gravitacije koja je sačinjena u općoj teoriji relativnosti objavljenoj u dopunjenom obliku 1916. godine. Dolaskom Hitlera na vlast 1933. godine, Einsteinu su oduzete sve funkcije i konfisciran sav imetak. U znak protesta odriče se njemačkog državljanstva i odlazi u Sjedinjene Države gdje do kraja života radi u Institutu za viša znanstvena istraživanja u Princetonu.

Demokrat i pacifist

Einstein je za razliku od mnogih svojih kolega smatrao kako je jedini izvor znanja iskustvo. Bio je čovjek širokih koncepcija, slobodouman, slobodoljubiv i uvijek se zalagao za pravdu i mir. Odbija potpisati deklaraciju njemačkih znanstvenika koji su se složili sa stupanjem Njemačke u rat. Svoju punu podršku dao je pacifizmu i cionizmu, stoga je bio meta mnogih antisemitskih i desnih krugova, čak su i njegove znanstvene teorije nacisti javno izvrgli ruglu, posebice njegovu teoriju relativnosti.

Na njegovo upozorenje 1939. godine predsjedniku Franklinu D. Rooseveltu kako bi Nijemci mogli načiniti atomsku bombu, započeli su u Americi istraživački radovi za proizvodnju takve bombe. Kasnije se Einstein uporno borio protiv primjene toga oružja.

Nakon završetka Drugog svjetskog rata angažirao se na svjetskom razoružavanju, a nastavio je davati svoju podršku židovskoj državi, no odbio je ponudu Izraela da postane njegov prvi predsjednik.

Umro je od aneurizme 18. travnja 1955. godine u 76. godini života u bolnici u Princetonu. Mozak mu je pohranjen, a tijelo kremirano. Pepeo je rasut na nepoznatoj lokaciji.

LIDIA ČERNI

O MEĐUNARODNOJ GODINI FIZIKE I EINSTEINOVOJ OBLJETNICI GOVORI AKADEMIK VLADIMIR PAAR

Od genetike do politike - sve je fizika

LIDIA ČERNI

Naš ugledni fizičar akademik Vladimir Paar, komentirajući odluku Ujedinjenih naroda da 2005. godinu proglasi godinom fizike, naglasak stavlja na interdisciplinarnost fizike. Ove se godine ujedno slavi i 100. godinu od Einsteinove poznate teorije relativnosti.

»Proglašenje 2005. godinom fizike prije svega se odnosi na novi položaj fizike u svjetskoj znanosti. Već dugo je Nacionalna akademija SAD-a dala ocjenu da će 21. stoljeće biti stoljeće interdisciplinarnosti. U toj interdisciplinarnosti fizika ima jednu od ključnih uloga, naime, ona u svom znanstvenom pristupu ima eksperiment, dakle promatra neki simulirani proces i izrađuje matematičkog modela koji daje pojednostavljenu sliku stvarnosti. Niti u jednoj znanstvenoj disciplini ne možemo stvarnost točno opisati. Sve što opisujemo je opisujemo na pojednostavljen način«, kaže akademik Paar.

Teorija pojednostavljenih modela

● Mnoge su nedoumice vezane za fizikalne zakone. Fizika nije »popularna« u javnosti iako se provlači kroz druge znanosti cijelo vrijeme.

– Nekad se, primjerice, mislilo da se Zemlja okreće oko Sunca odnosno da se Zemlja kreće po elipsi. No to nije točno, to je samo periodično točno, ona se periodično mijenja, sada je elipsa malog izduženja, dok će za 50.000 godina biti izdužena elipsa. Putanja Zemlje se stalno mijenja, od splošene prema izduženoj elipsi. Dakle, naš je fizikalni pristup uvijek približan prirodni, jer na Zemlju djeluju ostali planeti, no možemo reći da je Zemlja približno elipsa, isto je i u nagutosti Zemljine osi. Danas smo u razdoblju globalnog zagrijavanja, dok će za 10.000 godina nastupiti ledeno doba.

To su primjeri kako u fizici i njoj primjeni uvijek imamo pojednostavljene modele koje

interdisciplinarnost fizike se ogleda u svim znanstvenim disciplinama, primjerice, u medicini, a imamo fiziku i u tehnici. Zatim fizika u ekonomiji i u pravu. Novi sustav pravnih propisa, zbog sve kompliciranijih korelacija, radit će se koristeći neke fizikalne modele. Imamo fiziku u sociologiji, i na kraju fiziku u politici gdje vjerujem da će u budućnosti stranka koja će imati bolji tim fizičara, matematičara odnosno informatičara pobjeđivati na izborima

onda matematički računamo.

● Dakle, naglasak je na interdisciplinarnosti fizike, a ona se reflektira na praktične druge znanstvene discipline?

– Tako je, ta interdisciplinarnost fizike je nevjerojatna. No, taj fenomen ne postoji od danas. Genetika se, primjerice, smatra biologijom, ali tu je cijelo vrijeme fizika igrala ključnu interdisciplinarnu ulogu. Otac genetike, Gregor Mendel, po obrazovanju je bio fizičar. Za ono što je otkrio u biologiji zaslužan je fizikalni pristup u eksperimentalnom smislu i matematički model. Dakle, jedan fizičar je otac genetike. Još jedan ključni potez napravio je fizičar Erwin Schrödinger, on je prvi iznio ideju da se u nekoj molekuli u kromosomu u atomskom obliku nalazi zapisana šifra kojom se prenose nasljedna svojstva. I to je kasnije bio poticaj Rosalindi Franklin da otkrije DNK spiralu, najvažnije otkriće 20. stoljeća. Ona je isto bila fizičarka, dok je James Watson bio biolog-kećar, a Francis Crick fizičar. Dva fizičara i jedan kemičar otkrili su dvostruku ovojnicu, jedno od najvažnijih znanstvenih otkrića u povijesti.

Stoljeće interdisciplinarnosti

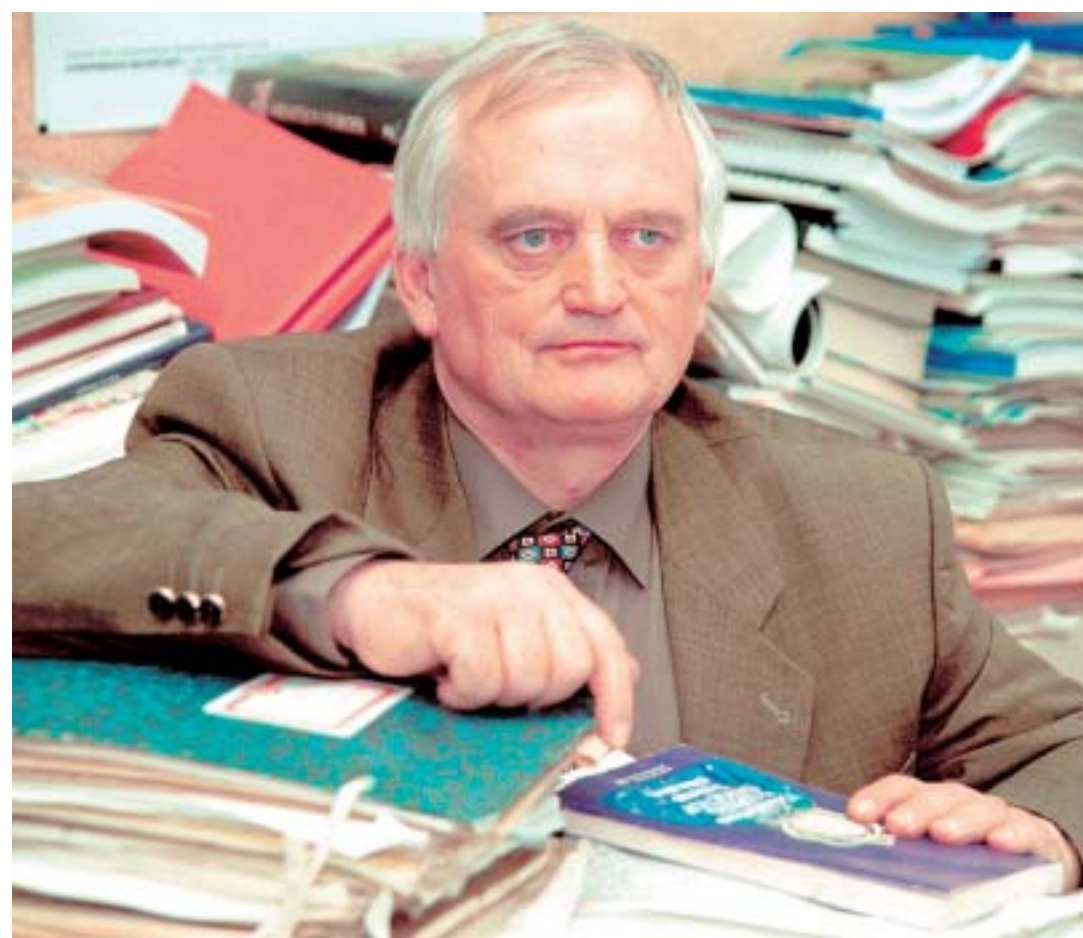
● Čini mi se da upravo u ovom stoljeću interdisciplinarnost fizike postaje najznačajnija.

– Važno je naglasiti u interdisciplinarnost fizike. U drugoj polovici 20. stoljeća krenulo se u sve ozbiljnije specijalizacije. U 21. stoljeću se govori kako treba prijeći na interdisciplinarnost, naučiti u jednom, a primijeniti na drugom području, to je duh interdisciplinarnosti. U Americi najviše diplomiranih fizičara odlazi u ekonomiju, a danas često odlaze i u biologiju.

● U koje sve grane djelatnosti ulazi fizika? To vjerojatno od sada nije ni bilo potpuno jasno.

– Fizika nije važna samo za fizičare, ona zapravo ulazi u sve grane drugih znanosti. Primjerice, medicina i fizika se sve više isprepliću. Fizika se primjenjuje u istraživanju mozga - kratkotrajni električni naboji koji teku tom mrežom neurona u mozgu tvore jedan nelinearni sustav, a to je suština misaonih procesa u mozgu. U nekim funkcijama su u predvidivom, determinističkom režimu, dok su u nekim procesima u režimu determinističkog kaosa. Smatramo da je svaka kreativnost, svaki osjećaj, povezan s režimom determinističkog kaosa. To je jedan tako veliki problem u fizici, koji možda nikada neće biti riješen. Dakle, fizika je u medicini, tehnici, u informatici, jer slijedi posve novi tip računala koji vjerojatno više neće funkcionirati na poluvodičkom čipu. Zatim imamo fiziku u ekonomiji i u pravu. Novi sustav pravnih propisa, zbog sve kompliciranijih korelacija, radit će se koristeći neke fizikalne modele. Fizika je i u sociologiji gdje se koriste modeli društvenih procesa koji se koriste nekim fizikalnim procesima. I na kraju, fizika je i u politici, a na Zapadu se već rade neki matematički modeli preuzeti iz fizike kako bi predviđeli što u predizbornoj kampanji treba reći, a što ne da se postigne određeni efekt. Vjerujem da će u budućnosti stranka koja će imati bolji tim fizičara, matematičara odnosno informatičara pobjeđivati na izborima.

Još nekoliko primjera, fizika nalazi sve više primjena u ekonomiji. Nekad je ekonomija bila empirijska znanost, danas se, međutim, u ekonomiji primjenjuju modeli koji su preuzeti iz fizike jer se otkrilo



VLADIMIR PAAR: Smatramo da je svaka kreativnost, svaki osjećaj, povezan s režimom determinističkog kaosa

Einstein je imao niz granica koje nije mogao prijeći i tražio je svoje intelektualno i emocionalno utočište u Bogu. Bio je nezadovoljan kvantnom fizikom koja se bavi pitanjima na razini atoma, no unatoč mnogim istraživačkim godinama nije uspio naći rješenja. I kad povežete sva njegova razmišljanja, vidite da je bio zaokupljen vremenom iza kojeg je mislio da stoji Bog

Za pad interesa za fiziku, kriva škola

● Kako objašnjavate pad interesa za studij fizike kod mladih u Europi?

– Mislim da je glavni razlog to što je fizika težak studij, a plaće u struci su manje nego u drugim znanstvenim područjima. Europska unija poduzima sve mjere da bi privukla više mladih matematičara, fizičara, informatičara,

jer ih je premalo. Djelomice je to posljedica njihova školskog sustava u kojem se fizika i matematika nije učila jer je bila izborni predmet. I tako mnogi mladi ljudi ne mogu otići na studij tehnike, medicine, općenito na studij prirodnih znanosti, jer nisu učili fiziku. Europi trenutno fali oko 100.000 informatičara.

da se neki matematički modeli za fluide mogu koristiti u ekonomiji, ali umjesto toga fluida uzimate tok informacije i tok novca. To je primjer kako se koristi fizika. Drugi je primjer teorija determinističkog kaosa koja je ključna za razumijevanje procesa na burzi. Niz fizičara danas piše kompjutorske programe koje potom prodaju bankama za nekoliko milijuna dolara i banke uspijevaju uočavati izvjesne pravilnosti te zarađuju veliki novac. Zbog toga uloga fizike u 21. stoljeću postaje važna.

Udar genija

● Uz to što je ovu godinu UN proglasio godinom fizike, ova je godina i godina Alberta Einsteina, jednog od najvećih fizičara svijeta koji je prije sto godina otkrio teoriju relativnosti.

– Einstein je u jednom trenutku doživio »udar genija« te sa svojih 25 godina života otkrio tri fundamentalna fizikalna otkrića na raznim područjima. Nije sasvim jasno kako je u tome uspio s vrlo skromnim znanjem činovnika u patentnom uredu. No, možak radi po režimu determinističkog kaosa i može se dogoditi da se u tim čudnim nelinearnim električnim krugovima u mozgu javi možda jedan bljesak neshvatljivog genija i vidi ono nešto što drugi nisu vidjeli.

● Einstein je često znao reći kako je znanost proces otkrivanja Božje tvorevine - znanost bez religije je neuveljavna, a religija bez znanosti slijepa... Slažete li se i Vi kao znanstvenik s tom idejom?

– Da, to je istina, ali moram reći kako Einstein nije tu bio originalan, naime Galilei je također govorio da se Bog čovjeku iskazuje na dva načina, preko Biblije i preko prirodnih zakona. U Bibliji mu govori jezikom Biblije, a u pri-

rodnim znanostima jezikom matematike. No, ni Galilei nije bio sasvim originalan, jer ova misao ide sve do Tome Akvinskog i još dalje do svetog Augustina. Poznato je da je Einstein jako volio sv. Augustina jer je on bio prvi teoretičar relativnosti. Kad je Einstein imao problema objasniti relativnost vremena i objasniti kako to da je vrijeme povezano s materijom, pozvao se na sv. Augustina koji je govorio - Što je bilo prije no što je Bog stvorio svijet? U Einsteinovom primjeru - Što je bilo prije svemira? Sv. Augustin govori kako prije toga vremena nije uopće bilo, jer Bog je uključio vrijeme onog trenutka kad je stvorio svijet.

Drugo je pak pitanje koliko dugo vrijeme traje, ono vrijeme o kojem govorimo kad se kaže da je Bog stvorio svijet u sedam dana. Sv. Augustin je mislio kako je pitanje vremena relativno i ono što se čovjeku čini kao milijun godina, Bogu može biti dječji sekund, a ono što se čovjeku čini dječji sekund, Bogu mogu biti godine. Dakle, sv. Augustin je čak i početak i tijek vremena uveo u skladu s teorijom relativnosti. A što se tiče veze znanosti i religije, svaki znanstvenik dođe do tog pitanja. I onda se naravno vidi gdje su granice znanosti koje znanstvenik ne može prijeći. Einstein je imao niz granica koje nije mogao prijeći i tražio je svoje intelektualno i emocionalno utočište u Bogu. Bio je nezadovoljan kvantnom fizikom koja se bavi pitanjima na razini atoma, no unatoč mnogim istraživačkim godinama nije uspio naći rješenja. I kad povežete sva njegova razmišljanja, vidite da je bio zaokupljen vremenom iza kojeg je mislio da stoji Bog, a čovjeku su onda tek neke stvari dostupne.

No, Einstein je zapravo živio izvan znanstvene zajednice, bio je usamljenik, nije kao znanstvenik mogao dobiti poabar jer nije bio dovoljno dobar. I onda mu je došlo to nadahnuće u teoriji relativnosti, koje sebi vjerojatno ni sam nije mogao objasniti.