

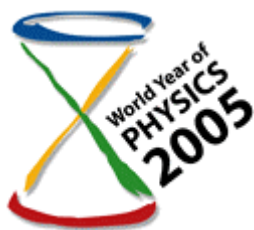
2005. – SVJETSKA GODINA FIZIKE

Slobodan Milošević¹
Institut za fiziku, Zagreb, Bijenička 46

U ovom predavanju bit će riječi o Svjetskoj godini fizike 2005., njezinu neposrednom povodu, stvarnim razlozima za takvu akciju te o tome kakve se aktivnosti očekuju.

Priprema se velika fešta! Tulum, slavlje. 2005. godina priprema se kao Svjetska godina fizike. Tu inicijativu Europskog fizikalnog društva (EPS), kojoj se pridružila Međunarodna unija za temeljnu i primijenjenu fiziku (IUPAP) podržava i UNESCO [1]. Svi su pozvani: pojedinci, fizičari, znanstvenici, profesori, učitelji, institucije, društva, škole, publika, i vi koji čitate ove retke.

2005. godine navršava se stotinu godina otkada je Albert Einstein, sigurno jedan od najpoznatijih znanstvenika svih vremena, objavio svoja tri (pet) epohalna rada. Obilježavajući tu "čudesnu godinu", želi se skrenuti pažnja svjetske javnosti na važnost fizike i prirodoslovlja za svakodnevni život i budućnost.



Logo proslave 2005. godine. (*Beverly Hartline*) . Crvena baza – prošlost ; Plavo gore – budućnost; Žuto i zeleno – povezujući prošlost i budućnost, zeleno za napredak, žuto za mir, partnerstvo, suradnju i timski rad.

Vidi: www.wyp2005.org

Zašto? Zato što se u cijelom svijetu opaža pad stupnja razumijevanja fizike u javnosti. Zato što u cijelom svijetu opada interes za studiranje fizike. S druge strane, rješavanje velikih globalnih problema koji se na početku 21. stoljeća uočavaju, kao što je problem proizvodnje energije, zaštita okoliša i ljudskog zdravlja, teško može napredovati bez razvoja i doprinosa fizike. To je jasno fizičarima, ali ne i širokoj javnosti.

Organizatori Svjetske godine fizike (WYP2005), zato žele iskoristiti dobar glas jednog od najvećih fizičara svih vremena, Alberta Einsteina, i preokrenuti spomenute negativne trendove, slaveći njegove epohalne radove koji su označili povijest i utemeljili specijalnu teoriju relativnosti, znatno pridonijeli razvoju kvantne fizike te objasnili Brownovo gibanje pomoću molekularno-kinetičke teorije topline.

O *Albertu Einsteinu* napisane su mnoge knjige, a postoji i opsežan sadržaj na Internetu [2,3,4]. Ukratko, Albert Einstein rođen je 14. ožujka 1879. godine u Ulmu, gradu na jugu Njemačke. Majka Pauline bila je učena žena, violinistica, a otac Herman elektrotehničar, inovator-poduzetnik. Einsteinovo školovanje nije išlo sasvim glatko, no vrlo rano postao je svjestan da želi biti teorijski fizičar. U dobi od 26 godina, 1905. postigao je znanstveni stupanj doktora znanosti (30. travnja) i istovremeno objavio pet čuvenih radova. U to doba radio je u Švicarskom patentnom zavodu u Bernu kao ispitivač patenata, bio je oženjen Milevom (od

¹ slobodan@ifs.hr

1903.) i otac malog djeteta (sin Hans-Albert rođen 1904., drugi sin Eduard rođen je 1910.). Godine 1933. napustio je Njemačku i preselio se u Princeton. Umro je 18. travnja 1955. godine u Princetonu kao slavan znanstvenik, humanist i filozof. Dobitnik je Nobelove nagrade za fiziku 1921. godine za rad koji je objasnio fotoelektrični efekt [5]. Znete li gdje se sve primjenjuje fotoelektrični efekt?

O vremenu prije 100 godina. Da bismo si dočarali atmosferu u kojoj su nastali Einsteinovi radovi, potrebno je prebaciti se razmišljanjem u vrijeme 100 godina unatrag. Kako je tada izgledao svakodnevni život, što je znala znanost, što je tehnika poznavala? Možemo se poslužiti raznim vremenskim skalama (vidi ref. [6] ključna riječ: timeline). U društveno-političkom smislu bilo je to doba ratova, sukoba i previranja (kao i danas), ali i u srcu same Europe (odvajanje Norveške od Švedske, napadi Turske na Bugarsku, rat Rusija-Japan, pobuna u Rusiji itd.). U tehničkom smislu: Rudolf Diesel konstruirao «svoj» motor 1892., Marconi izmišlja bežični telegram 1895., Marconi šalje prvu radioporuku 1897., prvi hidrogenerator prema Teslinu nacrtu u upotrebi 1896., Marconi šalje radiovalove preko Atlantika 1901., neonsko svjetlo izmišlja George Claude 1902., konstruiran parni generator i parna turbina 1903., itd.

U fizici, godini 1905. prethodili su važni eksperimenti i otkrića: fotoelektrični efekt otkriva Hertz 1887., iste godine Michelson i Morley izvede eksperiment u kojem pokazuju konstantnost brzine svjetlosti. Bitna su otkrića o subatomskej prirodi i elektromagnetskom zračenju: otkriće X- zraka 1895., radioaktivnosti 1896., otkriće elektrona 1897., protona 1898., otkriće alfa i beta zraka 1899., gama zraka 1900. itd.

O značenju navedenih radova i o samim radovima Alberta Einsteina koji su objavljeni 1905. godine napisane su mnoge knjige [7,8]. Bila je to zaista čudesna godina. Naravno, Einstein je godinama prije radio na tim radovima, ali ponukan obiteljskim zahtjevima i tražeći odgovarajući posao, uspio je biti vrlo efikasan.

- U ožujku 1905. godine Einstein je poslao u časopis *Annalen der Physik*, tada vodeći njemački časopis iz fizike, članak pod naslovom: «Razmatrajući heruistički pogled prema emisiji i transformaciji svjetlosti», u kojem je izložio novo razumijevanje strukture svjetlosti. Predložio je da svjetlost može djelovati kao da se sastoji od diskretnih, neovisnih čestica energije, na neki način po uzoru na čestice plina. Poslije (1926.) te su čestice dobile ime: fotoni. Godine 1900. Max Planck izložio je ideju o diskretnosti energije, objašnjavajući zračenje crnog tijela. Ipak Einsteinova pretpostavka bila je dalekosežnija. Njegova se teorija naizgled suprostavljala dotad općeprihvaćenoj teoriji da se svjetlost sastoji od oscilirajućih elektromagnetskih valova. No pomoću «svjetlosnih djelića», kako je nazvao čestice energije, uspio je objasniti fenomen fotoelektričnog efekta u kojem svjetlost izbacuje elektrone iz metala. Konačnu eksperimentalnu potvrdu donijeli su eksperimenti Comptona 1922. godine.

- U travnju 1905. dovršio je doktorski rad «Novo određivanje molekularnih dimenzija» u kojem je pokazao kako se može odrediti Avogadrov broj i veličine iona u otopini mjereći osmotski tlak i difuzijske koeficijente.

- U svibnju 1905. godine u časopis *Annalen der Physik* stigao je drugi članak Alberta Einsteina pod naslovom «O gibanju čestica uronjenih u mirujuću tekućinu kako to nalaže molekularna kinetička teorija topline». Einstein je predložio objašnjenje nasumičnog kretanja mikroskopskih čestica (Brownova gibanja poznatog od 1827.) pomoću poznate kinetičke teorije koja objašnjava toplinu kao efekt neprestanog kretanja atoma. Ako se sićušne ali vidljive (pod mikroskopom) čestice nalaze u tekućini, nasumični sudari s nevidljivim atomima (molekulama) uzrokuju da mikročestice plešu nasumičan skokovit ples. Detaljno je objasnio

to kretanje i osnažio postojeću kinetičku teoriju. To je bio velik doprinos u stvaranju predodžbe o atomima i molekulama kao osnovnim djelićima svega što nas okružuje.

- U lipnju 1905. Einstein je poslao u *Annalen der Physik* članak o elektromagnetizmu i gibanju «O elektrodinamici pokretnih tijela». Na tom je radu vjerojatno radio niz godina. Od vremena Galileja i Newtona fizičari su znali da laboratorijska mjerenja raznih mehaničkih procesa nikad ne pokazuju razliku između aparatura koje miruju ili onih koje se pravocrtno gibaju konstantnom brzinom. To je princip relativnosti. No prema teoriji koju su razvili Maxwell i Lorentz, svjetlost ne bi trebala zadovoljavati taj princip. Njihova je teorija predviđala da bi mjerenja brzine svjetlosti trebala pokazivati efekt gibanja. Eksperimentalno to nije bilo opažano. Einstein je intuitivno pretpostavio da se princip relativnosti mora odnositi na sve fenomene, mehaničke i nemehaničke. U članku je iznio novu teoriju (koja je poslije dobila ime specijalna teorija relativnosti) koja je pokazala usklađenost teorije o elektromagnetizmu i principa relativnosti, uvodeći novi koncept vremena.

- U rujnu 1905. Einstein je u članku «Ovisi li inercija tijela o njegovu energetsom sastavu?» izložio jednu od posljedica svoje specijalne teorije relativnosti: ako neko tijelo emitira određen iznos energije, tada se masa tog tijela mora smanjiti za proporcionalni iznos. Taj odnos između energije i mase izražava se čuvenom formulom $E = mc^2$. Energija i masa dvije su različite manifestacije jedne te iste stvari. To je konačno potvrđeno 1933. godine u eksperimentu Irène Joliot-Curie i Frédérica Joliot.

Kako bi svijet danas izgledao bez Einsteinovih radova? Vjerojatno nije sasvim korektno postaviti takvo pitanje jer se njegovi radovi ne mogu odvojiti od eksperimentalnih otkrića na kojima počivaju. Dakle, vjerojatno bi netko drugi došao do istih rezultata (vidi ref. [9]). No Einsteinova fantastična intuicija nesumnjivo je ubrzala tijek događaja koji su slijedili. Neke posljedice tih i nešto kasnijih radova realizirane su znatno kasnije (otkriće lasera 1960., Bose-Einsteinova kondenzacija 1995.), postavke specijalne teorije relativnosti i dalje se dokazuju sa sve većom točnošću [10], dok se neke posljedice Einsteinovih predviđanja opće teorije gravitacije tek prvi put provjeravaju 2005. [ref. 11]. Sve to govori o opravdanosti povoda za slavljenje radova iz 1905. godine, ali i svih ostalih važnih otkrića prije i nakon toga.

Što se sve planira za 2005. godinu? Pregršt je ideja i prijedloga. Lokalne i putujuće izložbe o fizici i njezinim postignućima; lokalni događaji o fizici u svakodnevnom životu - integracija u kulturne događaje, javni performansi; akcije u školama, na fakultetima u nacionalnim i privatnim istraživačkim laboratorijima (popularna predavanja, radionice za učenike i roditelje, razna natjecanja, otvoreni dani); interdisciplinarne konferencije, radionice ili simpoziji (matematika, kemija, biologija, itd.); suradnja s lokalnom industrijom, tehnološkim parkovima itd.; publicitet u novinama i specijaliziranim časopisima, plakati na javnim mjestima i sredstvima javnog prijevoza (vlakovi, autobusi, avioni), specijalna izdanja poštanskih maraka itd.; posebni programi na nacionalnoj i lokalnim TV i radio postajama; Izdavanje SGF2005 (WYP2005) novosti u izdanjima nacionalnih fizikalnih društava; WYP2005 web-stranice sa svježim informacijama i forumima, itd. U tim se akcijama žele obraditi razne teme: promocija javnog razumijevanja fizike i prirodoslovlja; fizika u obrazovanju; fizika kao baza mnogih drugih disciplina i inkubator za pojavu novih znanstvenih i tehnoloških područja; veliki izazovi za fiziku u 21. stoljeću; fizika u zemljama u razvoju i fizika za razvoj; žene u fizici; kulturno nasljeđe fizike, od kineskog, egipatskog, starogrčkog nasljeđa do moderne fizike itd. Bilo bi nepravredno i površno ne spomenuti da se takve i slične akcije već godinama održavaju u raznim prilikama (npr. Europski tjedan znanosti, Fizika na pozornici, Godina fizike u Njemačkoj 2000. itd. vidi ref. [12].)

O popularizaciji znanosti, o komunikaciji znanosti. Nesumnjivo je da se na popularizaciji fizike i znanosti radi sve više. Čak i dnevne novine uvode (uz autopriloge i kuharice) i priloge o znanosti. Razvoj Interneta tomu zasigurno znatno pridonosi. Vijesti o novim otkrićima objavljuju se sve češće u novinama i na televiziji paralelno s objavom u znanstvenim časopisima. Nažalost, katkad i prije toga. Zato je, uoči godine posebnog veličanja fizike, očekivanih cirkusa i parada, potrebno reći još nekoliko riječi i o tome što je to znanost, i znanstvenik, i koji su to principi znanstvenog rada koji se ne smiju napustiti. Jer mediji, koliko god bili nužni u promicanju znanstvene svijesti, kriju u sebi i niz opasnosti. Neke od njih proizlaze iz neobučenosti ljudi u medijima, ali i iz neznanstvenog ponašanja nekih «znanstvenika». Protekle godine obilježile su tako razne afere objavljivanja lažnih rezultata od ljudi koji žele postići slavu (i novac), nanoseći veliku štetu naporima mnogih drugih promotora i komunikatora znanosti (afera s novim materijalima Schon, element 118, kvark-gluonska plazma itd). Pravi znanstvenik objavljuje svoje rezultate ponajprije u znanstvenim časopisima koji provode recenziju (provjeru) na međunarodnoj razini. A rezultat postaje vjerodostojan tek ako je ponovljiv od nezavisnih laboratorija. I ono što je posebno važno pravi znanstvenik neprestano **sumnja** u svoje otkriće, spreman je staviti ga na ponovnu provjeru, i spreman je prihvatiti nova rješenja. Imperativ u znanosti je sumnjati. Da bismo postigli napredak u razumijevanju, moramo ostati suzdržani i dopustiti si da nešto ne znamo. Ako skupljate informacije (znanje) u znanosti, to ne znači da pronalazite istinu, nego nalazite da je to manje ili više moguće (vidi predavanja R.P. Feymana [13]: ako je A. Einstein bio vizionar za 20. stoljeće, onda je R.P. Feynman bio vizionar za 21. stoljeće (nanotehnologija)). To je na neki način u suprotnosti s izlaženjem u medije, u suprotnosti s popularizacijom, u suprotnosti sa stvaranjem klišeja i vjerovanja. Jedna od značajki Svjetske godine fizike jest ta što se ti pravi znanstvenici potiču na komunikaciju i popularizaciju. Važno je probuditi svijest da znanstveno otkriće ne završava objavom u poznatom svjetskom časopisu, nego da ga treba približiti što široj javnosti, ali pritom ne gubeći ništa od znanstvenog pristupa. Jer i smisao znanstvenih otkrića jest da to budu otkrića za sve i svakomu na korist. To nije lagan zadatak.

O tome što se planira u svijetu, a što u Hrvatskoj, možete naći na priloženim linkovima. Informacije se iz dana u dan mijenjaju i nadopunjuju. U trenutku održavanja ove ljetne škole bit će vjerojatno poznato više detalja o događajima koji se planiraju u Hrvatskoj. Jer, naposljetku, to nas sve posebno zanima, gdje je fizika u Hrvatskoj (Fizika u Hrvatskoj) [14]. Kako se vi možete uključiti, bilo da nastavljate sa školom sljedeće godine ili započinjete studij?



Lijevo je službeni logo Hrvatskog fizikalnog društva koje na nacionalnoj razini okuplja više od 700 članova, znanstvenika, osmoškolskih i srednjoškolskih profesora te studenata u nastojanju da unaprijedi i pomogne razvoj fizike u Hrvatskoj.

Vidi: www.hfd.hr

Iz života Alberta Einsteina možemo naučiti da je, osim čvrstog uvjerenja od rane mladosti o tome što želi raditi u životu, većinu svojih velikih otkrića postigao mlad, prije 35. godine. Neki će reći da više ništa veliko nije ostalo da bi se otkrilo. No to nije točno. Jednako kao i godina oko 1905., i danas se događaju čudesna otkrića, bilježi nepredvidljiv tehnološki napredak i postoji niz neriješenih zagonetki koje čekaju nekoga s intuicijom da ih riješi.

Prijedlog za igru: Što se događa danas? Postoji li negdje jedan «mali Einstein» i s čim se on suočava?, Kakvo je društveno-političko okruženje, što znanost zna? Što može tehnologija? Koja su otvorena pitanja u fizici i znanosti? To ostavljamo za predavanje i radionice ljetne škole. Naputak: upotrijebi Google (ključne riječi: nanotehnologija, kvantno računanje, novi materijali, nova stanja materije, manipulacija atomima ...[15])

Za kraj, Albert Einstein nije bio samo briljantan fizičar, već i humanist i filozof. Kao i mnogim slavnim osobama, pripisuju mu se razne izreke. Jedna prikladna glasi: «Ako je A uspjeh u životu, onda je $A = x + y + z$, gdje je $x = \text{RAD}$, $y = \text{IGRA}$, a $z = \text{znati šutjeti}$.» [vidi ref 16 za još].

Literatura / linkovi

- [1] Web stranica organizacije: www.wyp2005.org
- [2] Izložba o Einsteinu on-line <http://www.aip.org/history/einstein/>
- [3] Albert Einstein Arhive : <http://jnul.huji.ac.il/einstein/>
- [4] Einstein revealed NOVA TV : <http://www.pbs.org/wgbh/nova/einstein/>
- [5] Nobel e-muzej: <http://www.nobel.se/physics/laureates/1921/index.html>
- [6] PSI Gate: http://www.psigate.ac.uk/newsite/physics_timeline.html
- [7] Physweb: 1905: Einstein's paper revolution <http://physicsweb.org/article/review/11/10/1>
- [8] Einstein's Miraculous Year: Five Papers That Changed the Face of Physics (ed) John Stachel 1998 Princeton University Press 198 stranica
- [9] David Jamieson, Celebrating 1905: A famous year for Einstein and physics – and almost for Melbourne's William Sutherland http://uninews.unimelb.edu.au/articleid_1361.html
- [10] The Most Precise Test Yet of Special Relativity
<http://www.aip.org/enews/physnews/2002/split/590-1.html>
- [11] Gravity probe B <http://einstein.stanford.edu/>
- [12] S. Milošević, Fizika na pozornici, http://eskola.hfd.hr/proc_za_vas_/proc-13/proc13.htm lipanj 2000.
- [13] R. P. Feynman, The pleasure of finding Things Out (najbolji kratki radovi) Helix books, Perseus Pub. Cambridge Massachusetts 1999) ISBN 0-7382-0349-1
- [14] Hrvatska web stranica <http://www.hfd.hr/hr/activ/hrwyp2005.html>
- [15] S. Milošević, Pregled događanja u fizici 2003. godine http://eskola.hfd.hr/proc_za_vas_/proc-20/proc20.htm (i pregledi prethodnih godina od 1999.)
- [16] Albert Einstein Quotes <http://www.heartquotes.net/Einstein.html>