

DESET OSOBA U ZNANOSTI KOJE SU OBILJEŽILE 2024. GODINU

U društvu deset osoba koje su svojim istraživanjima i djelovanjem na području znanosti obilježile godinu 2024. nalaze se i fizičar Ekkehard Peik i astronomkinja Wendy Freedman.

Ovih deset osoba odabrao je časopis Nature istovremeno ističući važne trendove u znanosti ali i u tehnologiji, inženjerstvu, medicini i pravu. Navest ću odabrane znanstvenike uz poseban osvrt na nova otkrića u fizici.

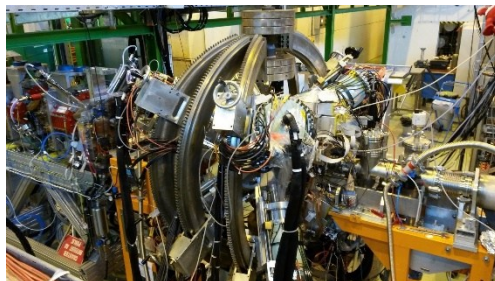
1. Fizičar Ekkehard Peik (Slika 1.) ugodio je laser na frekvenciju prijelaza torija 229 što otvara mogućnost izrade nuklearnog sata.

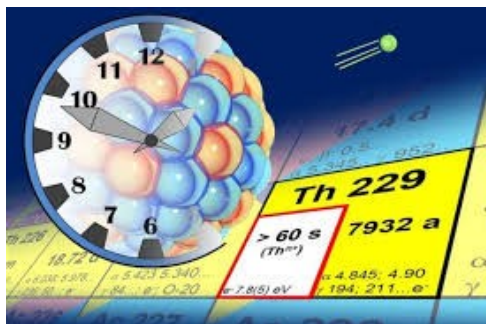


Slika 1.

U postrojenju ISOLDE (Isotope Separator On Line Device) u CERN-u, godine 2023. opažen je spontani prijelaz torija-229 iz izomernog stanja u osnovno stanje. Izomer torija-229 je nuklearno stanje s prijelazom na dovoljno maloj energiji koja se može izazvati laserom. Kad je taj prijelaz otkriven, Ekkehard Peik i njegov tim uspjeli su ugoditi laser na energiju prijelaza. Ta bi se frekvencija mogla koristiti kao mjera vremena i za izradu nuklearnog sata.

Atomski satovi, do sada najprecizniji satovi, koriste energetske prijelaze elektrona u atomima. Nuklearni satovi bi koristili prijelaze jezgre iz pobuđenog u osnovno stanje. Bili bi precizniji jer su manje osjetljivi na elektromagnetske smetnje te bi bili jednostavniji i prenosiviji od atomskih. Nuklearni satovi omogućili bi nova mjerenja temeljnih konstanti prirode, Planckove konstante, gravitacijske konstante te brzine svjetlosti.





Dr. Ekkehard Peik (Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig - Centar za vrijeme, konstante i fundamentalne simetrije) i njegov tim bavi se istraživanjem visokoenergetske spektroskopije vodika, nuklearnim satom sa torijem 229 (^{229}Th) i prijenosnim optičkim satovima. Uz znanstveni i istraživački rad i mentorstvo mnogim doktorandima i postdoktorandima, dr. Ekkehard Peik bavi se i popularizacijom znanosti. Predsjednik je Izvršnog odbora Europskog foruma za frekvenciju i vrijeme te član Savjetodavnog odbora za vrijeme i frekvenciju pri Međunarodnom uredu za mjere i utege.

Sat se može bazirati na bilo čemu što oscilira u pravilnim vremenskim intervalima i može se očitati. Atomski satovi su danas najprecizniji satovi, a temelje se na učestalosti energetskih prijelaza elektrona.

Sekunda se po Međunarodnom sustavu jedinica SI definira ovako:

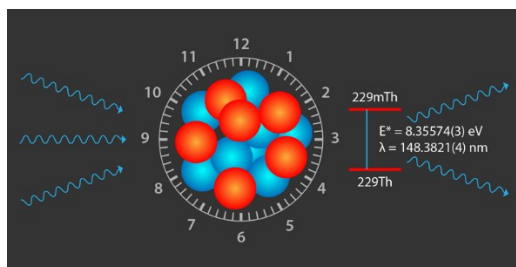
Sekunda je trajanje od 9 192 631 770 perioda zračenja koje odgovara prijelazu između dviju hiperfinskih razina osnovnog stanja cezijeva atoma ^{133}Cs . (9 192 631 770 ciklusa oscilacija vanjskog elektrona između dvije elektronske razine).

Najbolji atomski satovi su cezijevi satovi koji kasne 1 sekundu na 160 milijuna godina. Još točniji je stroncijev optički atomski sat koji gubi jednu sekundu na 30 milijardi godina, a za pobudu koristi zračenje u vidljivom dijelu spektra.

Dakle, atomski sat za mjerenje protoka vremena koristi standardnu rezonantnu frekvenciju atoma, tj. oscilacije elektrona pobuđenih elektromagnetskim valovima. Elektroni osciliraju između dva energetska stanja. Kod cezija prelazak iz stanja niže energije u stanje više energije postiže se mikrovalnim zračenjem. U pobuđenom stanju elektron nije stabilan i nakon nekog vremena spontano emitira foton i vraća se u stabilnije stanje. Ovaj proces prijelaza i oscilacija koristi se kao mjera vremena.

Međutim, elektromagnetske smetnje mogu poremetiti pobuđene elektrone i tako utjecati na preciznost mjerenja vremena. Nuklearni sat bi koristio vibracije jezgre pa bio točniji od atomskog (čestice u jezgri atoma teže je poremetiti od elektrona, odnosno atomske jezgre slabije reagiraju na elektromagnetsko polje izvana). Nuklearni sat bi koristio energiju nuklearnog izomernog prijelaza kao referentnu frekvenciju.

Iako ideja nuklearnog sata postoji od 1996. godine problem je bio u nemogućnosti ostvarivanja odgovarajućeg energetskog prijelaza postojećim laserima. Kada su u svibnju 2023. istraživači postrojenja ISOLDE u CERN-u uspjeli pobuditi izomerno stanje torija 229 dobili su emisiju fotona valne duljine 148,38 nm što odgovara energiji od 8,355 eV (Slika 2.). Odgovarajuću frekvenciju bi bilo moguće postići laserom. Tada E. Peik kreće u lov na frekvenciju lasera s kojom će postići bajkoviti prijelaz što mu 2024. godine polazi za rukom.



Slika 2.

Energija prijelaza je sada bila poznata pa je bilo moguće razviti laser na točnoj frekvenciji za pobudu izomernog stanja.

Izomerno stanje jezgre je pobuđeno stanje u kojem jezgra ostaje relativno dugo.

Izomer torija 229 je posebno pobuđeno stanje jezgre torija 229 koje ima vrlo nisku energiju u usporedbi sa tipičnim nuklearnim prijelazima. Za torij 229 ta energija je 100 000 puta manja i bliska je energijama UV svjetlosti. Dakle, izomer torija 229 je dugotrajan, pobuđeni oblik jezgre torija 229 s vrlo niskom energijom pogodnom za lasersku manipulaciju i stvaranje nuklearnih satova. Nuklearni sat koristit će taj prijelaz iz izomernog stanja torija 229 za mjerenje vremena.

Nuklearni sat bi mogao imati primjenu u satelitskoj navigaciji, prijenosu podataka, relativističkoj geodeziji, traženju tamne tvari, te za određivanje vremenskih varijacija temeljnih prirodnih konstanti.

Znanstvenici žele vidjeti može li tamna tvar komunicirati s atomskom jezgrom na drukčiji način nego s elektronom u atomu. Zatim, mogla bi se provesti mjerenja koja bi pokazala jesu li temeljne konstante prirode zaista stalne i varira li konstanta fine strukture koja određuje snagu sile koja atom drži na okupu.

Naš Svemir oblikuju četiri fundamentalne sile čija je jakost poznata. Međutim, nije poznato je li jakost tih sila bila uvijek istog iznosa ni hoće li takva ostati. Postoje naznake da su te sile bile jače u vremenu oko Velikog praska nego što su sada pa je moguće da se još uvijek mijenjaju.

2. Jedna od deset ustrajnih je i **Wendy Laurel Freedman** (Slika 3.), kanadsko – američka astronomkinja. Wendy Freedman je sveučilišna profesorica astronomije i astrofizike na Sveučilištu u Chicagu a bila je i ravnateljica Carnegiejevih opservatorija u Pasadeni i u Las Campasu u Čileu. Njen znanstveni interes i istraživački rad usmjeren je na opažačku kozmologiju a posebno na određivanje stope ekspanzije Svemira. Poseban interes je usmjeren na ispitivanje eventualnih odstupanja od standardnog kozmičkog modela (Λ CDM, Λ Cold Dark Matter) što bi moglo upućivati na postojanje još nepoznatih fizikalnih procesa. Wendy Freedman je najpoznatija po svom mjerenju Hubbleove konstante temeljenom na opažanjima i mjerenjima James Web teleskopa. Njena mjerenja su u skladu s kozmičkim mikrovalnim pozadinskim mjerenjima unutar granice pogreške.



Slika 3.

Još 1929. godine Edwin Hubble (Slika 4.) je otkrio ovisnost udaljenosti galaksije i njene brzine (brzine udaljavanja tj. crvenog pomaka). Ta ovisnost poznata je kao Hubbleov zakon ($v = H r$). Da bi se mogla odrediti Hubbleova konstanta potrebno je za veći broj galaksija poznavati njihove brzine udaljavanja i udaljenosti. Za taj proračun E. Hubble je koristio cefeide. Pomoću teleskopa Hubble obavljena su mjerenja u 31 galaksiji (2001. godine) čime je izmjerena vrijednost konstante od (71 ± 6) km/s/Mpc.



Slika 4.

Druga metoda je određivanje Hubbleove konstante na temelju modela Λ CDM. Λ CDM je najbolja teorija razvoja Svemira koju danas imamo. Λ označava kozmološku konstantu a CDM je akronim od cold dark matter, tj. za hladnu tamnu tvar. Najbolje mjerenje fluktuacija kozmičkog mikrovalnog pozadinskog zračenja napravio je satelit Planck. Prema tim mjerenjima vrijednost Hubbleove konstante iznosi $(67,4 \pm 0,5)$ km/s/Mpc. Ovi su proračuni napravljeni 2018. godine. Međutim, Adam Reiss (koji je godine 2011. dobio Nobelovu nagradu za otkriće ubrzanog širenja Svemira –Slika 5.) i njegovi suradnici usavršili su metodu mjerenja udaljenosti Hubbleovim teleskopom.



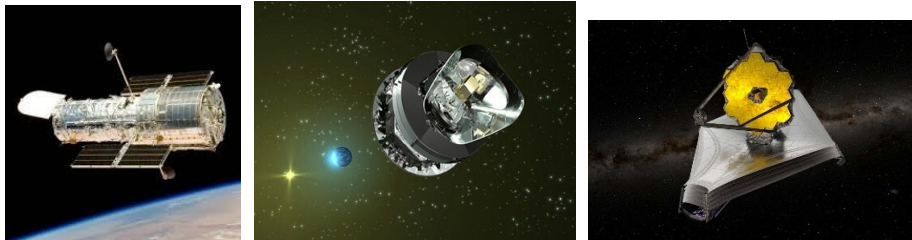
Slika 5.

Opažali su 70 Cefeida u Magellanovom oblaku i dobili vrijednost Hubbleove konstante ($74,03 \pm 1,42$) km/s/Mpc.

Dakle, dvije neovisne metode dale su različite rezultate. Postoji mogućnost da nešto nije u redu s mjerenjima. Međutim, mjerenja su radili iskusni timovi i rezultati su više puta provjeravani. Druga mogućnost je da kozmološki model Λ CDM nije potpun.

Ovo nepodudaranje u iznosu Hubbleove konstante poznato je pod nazivom "Hubbleova napetost". Svemirski teleskop James Webb je potvrdio mjerenja teleskopa Hubble, ali istovremeno je ponudio i rezultate koji su u skladu sa standardnim kozmološkim modelom. Upravo to mjerenje je napravila Wendy Freedman.

Sama zagonetka različitih mjerenja nije još riješena. Očekuje se da će ovaj problem biti moguće riješiti sa više promatranja James Web teleskopom ili korištenjem drugih metoda određivanja Hubbleove konstante.



Teleskop Hubble, satelit Planck i teleskop James Webb

3. Profesor Muhamed Yunus (slika 6.) trenutno predvodi privremenu vladu u Bangladešu. Na tu dužnost stupio je nakon nekoliko tjedana masovnih prosvjeda, studentskih demonstracija i rušenja autokratske vlade. Pred njim je teška borba sa korupcijom i izazov pružanja jednakih mogućnosti obrazovanja i zapošljavanja za sve. Profesor Yunus (28. lipnja 1940.) bangladeški je ekonomist i bankarski poduzetnik. Nobelovu nagradu za mir dobio je 2006. godine. Borbu protiv siromaštva u svojoj zemlji započeo je 1974. godine otkrivši da mali zajmovi mogu značajno poboljšati preživljavanje najsiromašnijih. Osmislio je koncept mikrokredita za one koji ne zadovoljavaju uvjete za klasične kredite. Osnovao je Grameen banku da bi mogao davati zajmove siromašnim stanovnicima Bangladeša. Model Grameen je kasnije poslužio kao inspiracija za slične pokušaje u zemljama u razvoju. Yunus i banka Grameen dobili su 2006. godine Nobelovu nagradu za mir a Yunus je postao međunarodno poznat kao “bankar najsiromašnijih među siromašnima”.



Slika 6.

4. Geolog Li Chunlai (Slika 7.) prvi je čovjek koji je u rukama držao uzorke s tamne strane Mjeseca. Li Chunlai je zamjenik glavnog projektanta Change – 6 misije. Sonda Change – 6 (Slika 8.) lansirana je 3. svibnja 2024. iz lansirnog centra Wenchang u Južnoj Koreji. Na suprotnu stranu Mjeseca sonda se spustila 2. lipnja 2024. godine. Sa uzorcima se vratila 25. lipnja 2024. a za dva dana boravka priključeno je gotovo 1935,3 g lunarnog materijala. Uzorci su sortirani i obavljene su preliminarne analize. Uzorci će biti dostupni istraživačima putem otvorenog sustava prijava. Očekuje se da će analiza uzoraka omogućiti razumijevanje razlika vulkanske aktivnosti na vidljivoj strani od one na tamnoj strani te da će dati uvid u specifična geofizička, kemijska i mineralna svojstva strukture tla na skrivenoj strani Mjeseca. Također se očekuje da će analiza uzoraka otkriti i mnoge tajne o ranoj evoluciji Mjeseca i planeta.



Slika 7.



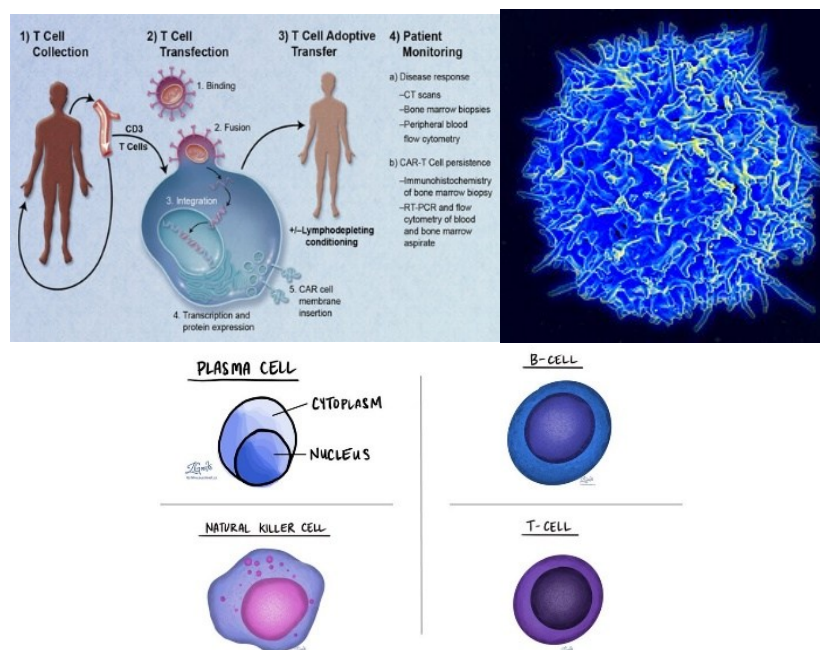
Slika 8.

5. Na području medicine značajna postignuća je ostvario profesor **Huji Xu**, liječnik i istraživač sa Sveučilišta Naval Medical University u Šangaju (Slika 9). On je pionir u primjeni CAR-T stanične terapije. Radi se o revolucionarnom liječenju autoimunih bolesti pomoću modificiranih stanica , tj. pomoću T – stanica s kimeričkim antigenskim receptorom – CAR-T stanice.

T – stanice himernog antigenskog receptora (CAR-T) su konstruirane imunološke stanice stvorene od donorskih stanica. Konstruirane su za lov i uništavanje B – stanica. B stanice su vrsta imunoloških stanica koje ponekad mogu stvoriti antitijela koja pogrešno uništavaju vlastita tkiva. B – stanice nastaju u koštanoj srži i cirkuliraju u perifernom krvotoku i sekundarnom limfosustavu. Stvaraju specifična antitijela kao odgovor na antigene. CAR – T stanična terapija provodi se tako da se ekstrahiraju imunološke T – stanice iz osobe koja se liječi te se popune CAR proteinima koji ciljaju B – stanicu. Zatim se ponovo unose u tijelo osobe.

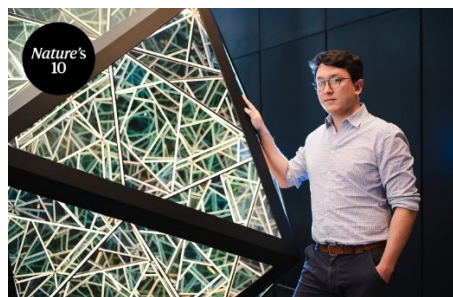


Slika 9.

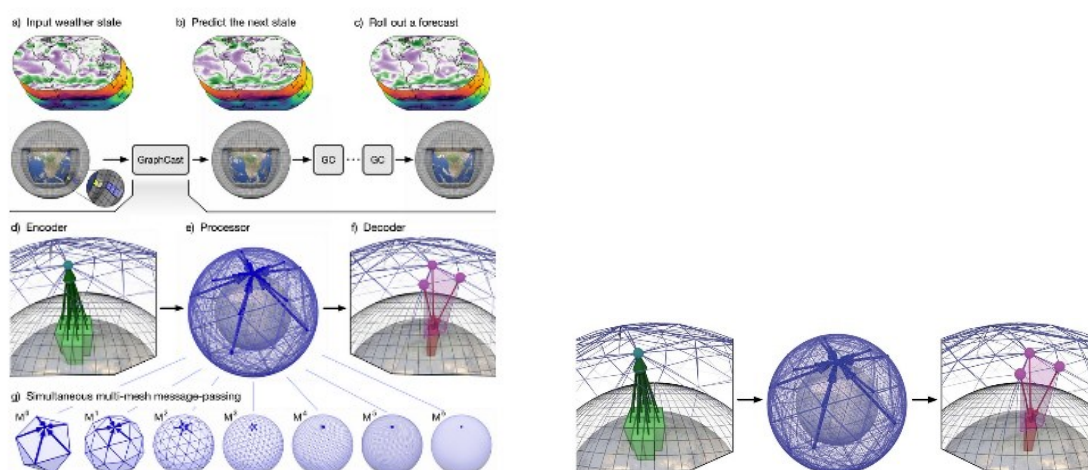


6. Remi Lam je istraživač Googleove tvrtke za istraživanje umjetne inteligencije Deep Mind iz Londona (Slika 10.). Remi Lam je uz pomoć UI dobio točnije vremenske prognoze. Model “GraphCast” je model temeljen na strojnom učenju. Taj način prognoziranja vremena u suprotnosti je sa tradicionalnim modelima temeljenima na rješavanju fizikalnih jednadžbi. “Graphcast” koristi podatke Europskog centra za srednjoročne prognoze od 1979. godine do 2018. godine. Uzeti su podaci o temperaturi, brzini vjetera i tlaku zraka na različitim nadmorskim visinama. Dakle, konvencionalne vremenske prognoze koriste sofisticirane programe koji simuliraju gibanje zračnih masa na temelju poznatih fizikalnih zakona dok “GraphCast” predstavlja umjetnu neuronsku mrežu u obliku rešetke koja prekriva globus a stvorena je na osnovi stvarnih mjerenja.

“GrafCast” se pokazao brz i točan i daje mogućnost ranijeg uočavanja ekstremnih vremenskih prilika. Ipak, još je dug put prije nego što strojno učenje zamijeni vremensku prognozu i predviđenja temeljena na zakonima fizike.



Slika 10.



7. Kaitlin Kharas (Slika 11.) nedavno je stekla titulu doktora znanosti na Temerty medicinskom fakultetu u Torontu. Kao doktorandica, u Kanadi je vodila kampanju povećanja plaća doktoranada i poslijedoktoranada. Postigla je najveće povećanje plaća u posljednjih 20 godina.

Nakon što ju časopis Nature uvrstio u “deseta najustrajnijih” izjavila je. “Velika mi je čast što nas je Nature prepoznao i definirao kao priču i uspjeh godine.”



Slika 11.

8. Ruska akademkinja, Ana Abalkina (Slika 12.) je također jedna od deset osoba koji su po izboru časopisa Nature oblikovali znanost u 2024. godini. Ana Abalkina istražuje korupciju i prevaru u znanosti. Ona je lovac na članke s lažnim rezultatima i časopise koji takve članke objavljuju.



Slika 12.

9. Cordelia Bahr (Slika 13.) je švicarska odvjetnica i stručnjakinja za klimatsko pravo. Poznata je po slučaju protiv Švicarske pred Europskim sudom za ljudska prava. Zajedno sa skupinom švicarskih žena starije dobi tužila je švicarsku vladu radi nedovoljne akcije vezano za klimatske promjene. Tvrdila je da njihova neaktivnost krši ljudska prava. Sud je presudio u njihovu korist što predstavlja prekretnicu u klimatskom pravu.



Slika 13.

10. Dr. Placide Mbala je virolog iz Konga (Slika 14). Bavio se istraživanjem i suzbijanjem zaraznih bolesti poput ebole, majmunskih boginja i COVID-19. Znanstveni fokus doktora Mbale su virusne zoonoze, tj. bolesti koje se prenose sa životinja na ljude. Bio je među prvima koji je 2023. godine upozorio na sumnjive slučajeve majmunskih boginja u populaciji mlađih odraslih osoba.



Slika 14.