

Velike fizičarke dvadesetog stoljeća

Planinić, Maja

Source / Izvornik: **Matematičko fizički list, 1999, 197, 52 - 54**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:922619>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-03**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Velike fizičarke dvadesetog stoljeća

Maja Planinić, PMF, Zagreb

Već u vrlo ranoj dobi odlučila sam se baviti istraživanjem, i sjećam se kako me obuzeo strah pri pomisli da bi već sve moglo biti otkriveno prije nego budem dovoljno odrasla da započnem.

Cecilia Helena Payne-Gaposchkin

Postoje li uopće velike fizičarke?

Pogledamo li udžbenike, a i druge knjige iz fizike, odgovor na ovo pitanje izgleda uglavnom negativan. Osim Marie Curie i, eventualno, njene kćeri Irene Joliot Curie, teško je u njima naći ijedno drugo žensko ime. No, to ne znači da ih nema. Do 20. stoljeća udio žena u fizici bio je doista mali, no u 20. se stoljeću situacija bitno promijenila. Ženama je omogućen pristup na sveučilišta, i malo-pomalo one su prodrle u sve grane znanosti, pa i fiziku. No, pritom su nailazile na brojne poteškoće, od rada bez plaće do omalovažavanja i uskraćivanja priznanja za svoje znanstvene rezultate. Premda su mnoge od njih daleko doista značajan doprinos fizici, njihova imena ostala su (uz rijetke iznimke) uglavnom nepoznata širem krugu ljudi. Upoznajmo stoga, na pragu 21. stoljeća, neke od velikih fizičarki 20. stoljeća.

Počnimo s astrofizikom, u kojoj je i danas udio žena najveći od svih grana fizike. Određivanje udaljenosti zvijezda i drugih nebeskih objekata oduvijek je bilo jedan od važnih problema u astronomiji. *Henrietta Swan Leavitt* (SAD, 1868. – 1921.) proučavala je 1777 promjenjivih zvijezda u Magelanovim oblacima. Za 25 promjenjivih zvijezda cefeida, za koje je odredila da su na približno jednakoj udaljenosti od Zemlje, otkrila je linearnu vezu između perioda promjene i sjaja. Bilo je to veliko otkriće, jer se, pomoću te relacije, mjerenjem perioda mogao odrediti sjaj, a time i apsolutna veličina zvijezde. Kad je poznata apsolutna veličina, mjerenje prividne veličine omogućava određivanje udaljenosti zvijezde. Tako su cefeide u astronomiji postale oznakama udaljenosti. Kako su vrlo sjajne, moguće ih je uočiti u udaljenim galaksijama, te pomoću njih odrediti koliko je daleko cijela galaksija. Ova je relacija i danas jedna od najvažnijih metoda određivanja udaljenosti u astronomiji. Osim ovog otkrila je 2400 promjenjivih zvijezda, polovicu njihovog tada poznatog broja. Zbog svojih doprinosa astronomiji bila je 1925. nominirana za Nobelovu nagradu.

Zvijezdama se bavila i *Cecilia Helena Payne-Gaposchkin* (Engleska, 1900. – 1979.). Studije je završila u Cambridgeu, no diplomu nije dobila, jer ih tada ženama nisu izdavali. Došavši u SAD, na Harvard College Observatory, dodijeljen joj je upravo stari radni stol *Henriette Leavitt*. Proučavala je spektre zvijezda i iz njih uspjela odrediti površinske temperature svih tipova zvijezda u standardnoj spektralnoj klasifikaciji. Bio je to poduhvat od fundamentalnog značaja za astrofiziku. Pored toga je otkrila da se zvijezde sastoje uglavnom od vodika i helija, što je također bilo veliko otkriće. Njena je doktorska disertacija (1925.) smatrana sve do 60-tih godina najbriljantnijom disertacijom ikad napisanoj u astronomiji. Pa ipak je njen rad sve do 1938. bio neslužben i nepriznat. Tek tada je dobila titulu astronoma, a kasnije i profesora.

Jocelyn Bell Burnell (Velika Britanija, 1943.) je otkrila prva četiri pulsara (brzo rotirajuće neutronske zvijezde), pomoću radio teleskopa, u čijoj je gradnji sudjelovala u sklopu svoje doktorske disertacije. No, ona ipak nije dobila Nobelovu nagradu za njihovo otkriće, već ju je 1974. dobio njen mentor Antony Hewish. *Jocelyn Bell Burnell* i danas je istaknuta astrofizičarka, koja se bavi neutronske zvijezdama.

Vratimo li se sa zvijezda na Zemlju, moramo spomenuti geofizičarku *Inge Lehmann* (Danska, 1888. – 1993.). Proučavajući podatke o refleksijama i lomu seizmičkih valova,

koji nastaju pri potresima, ona je otkrila da pored rastaljene metalne jezgre Zemlja ima i čvrstu jezgru 5121 km ispod svoje površine. Također je otkrila postojanje diskontinuiteta 220 km ispod površine, koji je po njoj dobio naziv Lehmannin diskontinuitet. Dva desetljeća bila je jedini seizmolog u Danskoj.

Rosalind Franklin (Velika Britanija, 1920. – 1958.) se bavila kristalografijom. Pomoću rendgenskih zraka proučavala je strukturu raznih tvari, i proizvodila izuzetno precizne slike, za što je bila potrebna velika eksperimentalna vještina. Proučavala je, između ostalog, strukturu virusa i strukturu ugljika, no u povijest je ušla ponajprije zbog svog neizmjerljivo važnog doprinosa otkriću strukture DNK. Upravo su njezine slike DNK dovele do ideje o dvostrukoj spirali. Zbog prerane smrti nije dobila Nobelovu nagradu za to otkriće, već su je dobili Watson, Crick i Wilkins 1962.

U nuklearnoj je fizici bilo mnogo velikih fizičarki. Prva od njih, i svakako javnosti najpoznatija je bila *Marie Skłodowska Curie* (Poljska, 1867. – 1934.). Došavši u Francusku, gdje je završila studije, ona je pokrenula sistematsko istraživanje prirodne radioaktivnosti. I sam naziv radioaktivnost potječe od nje. Uskoro joj se u istraživanju pridružio i njen suprug Pierre Curie, te su zajedno otkrili radioaktivne elemente polonij, torij i radij. Marie Curie je 1903. obranila svoju doktorsku disertaciju iz fizike, a iste je godine dobila, zajedno sa svojim suprugom, Nobelovu nagradu za otkriće prirodne radioaktivnosti. Tu je nagradu s njima dijelio i Henri Becquerel, koji je prvi uočio da iz uranovih soli izlaze zrake, koje ostavljaju trag na fotografskoj ploči. Nakon tragične smrti supruga 1906. Marie je sama nastavila istraživanja i dobila 1911. još jednu Nobelovu nagradu (za kemiju), za određivanje atomske težine radija. No, njezine zasluge nisu bile isključivo znanstvene. Ona je prije svega željela služiti dobrobiti čovječanstva. Jedna od njenih zasluga je i uvođenje radioloških metoda u medicinu. Za vrijeme prvog svjetskog rata opremila je 200 pokretnih radioloških kola, i obučila 150 dobrovoljki da s njima na ratištu dijagnosticiraju povrede ranjenika. I ona je sama u tome sudjelovala, kao i jedna od njenih dviju kćeri, *Irene Joliot-Curie* (Francuska, 1897. – 1956.), koja je kasnije nastavila istraživanja svojih roditelja. Ona i njen suprug Frederic Joliot prvi su uspjeli nuklearnim reakcijama proizvesti umjetno radioaktivne elemente. To su izotopi nekih elemenata, koji se u prirodi ne nalaze, jer se brzo raspadaju i prelaze u stabilne jezgre. Za to su otkriće dobili Nobelovu nagradu 1935. Istraživanje Irene Joliot-Curie o djelovanju neutrona na teške elemente bilo je važan korak prema otkriću cijepanja urana.

Cijepanje urana otkrili su Otto Hahn, Fritz Strassmann i *Lise Meitner* (Austrija, 1878. – 1968.). Nakon doktorata iz fizike, Lise Meitner je iz Austrije otišla u Berlin, gdje je ostala 30 godina. Ondje je radila s Ottom Hahnom u izdvojenom laboratoriju, jer drugi djelatnici instituta nisu željeli na hodnicima susretati ženu. Zajedno su otkrili element protaktinij, i započeli pokuse s bombardiranjem urana neutronima. Zbog nacističkog progona, Lise Meitner je 1938. morala pobjeći iz Njemačke, jer je bila židovskog porijekla. Uz pomoć Nielsa Bohra našla je utočište u Švedskoj. I nadalje je bila u kontaktu s Ottom Hahnom, koji ju je redovito izvještavao o nastavku eksperimenata. On i njegov suradnik Strassmann saopćili su joj da su u eksperimentima dobili barij, što je bilo zbudujuće, jer je barij puno nižeg rednog broja od urana. Lise Meitner je dala fizikalno objašnjenje i naziv fisija za pojavu cijepanja urana, zajedno sa svojim nećakom Ottom Frischom. Bez obzira na njen veliki doprinos, za otkriće nuklearne fisije Nobelovu nagradu dobili su 1946. samo Hahn i Strassmann. Za vrijeme drugog svjetskog rata bila je pozvana da sudjeluje u projektu Manhattan, na stvaranju atomske bombe, no ona je odlučno odbila sudjelovati u konstrukciji tako razornog oružja. Primila je brojne nagrade i priznanja za svoj rad, a u njenu je čast element 109 nazvan meitnerium (Mt).

Još jedno veliko ime nuklearne fizike svakako je *Maria Goeppert Mayer* (Njemačka, 1906. – 1972.). Doktorirala je teorijsku fiziku u Goettingenu, kod Nobelovca Maxa Bornu, a potom je odselila u SAD, gdje je i ostala. Ona je otkrila da su jezgre koje

sadrže npr. 2, 8, 14, 20, 50, 82 protona ili neutrona stabilnije od drugih. Ti su brojevi nazvani “magični brojevima”. Posebno su stabilne i jako zastupljene u prirodi tzv. dvostruko magične jezgre, koje imaju magični broj i protona i neutrona (to su npr. ${}^2_2\text{He}^4$, ${}^8_8\text{O}^{16}$, ${}^{20}_{20}\text{Ca}^{40}$, ${}^{82}_{82}\text{Pb}^{208}$). Da bi objasnila tu pojavu, ona je razvila nuklearni model ljusaka (shell model), i za to dobila Nobelovu nagradu 1963. Time je postala prva žena kojoj je dodijeljena Nobelova nagrada za područje teorijske fizike.

U počecima nuklearne fizike osobito su bile važne fotografske metode za proučavanje čestica koje nastaju kao produkti nuklearnih raspada. Pronalaženje pogodnih fotografskih emulzija bilo je od velikog značaja. *Marietta Blau* (Austrija, 1894. – 1970.) je dala velik doprinos tom području. Ona je proizvela posebne emulzije za registriranje tragova visokoenergijskih protona i čestica emitiranih u nuklearnim raspadima. Pokazala je da postoji relativno velik broj protona i neutrona u kozmičkom zračenju i prva je u emulzijama vidjela nuklearne raspade izazvane kozmičkim zrakama. Dvapat je bila nominirana za Nobelovu nagradu.

Do 1956. smatralo se da su zakoni fizike uvijek simetrični na zamjenu lijeve i desne strane. Te godine fizičari Lee i Yang posumnjali su da to možda ne vrijedi za djelovanje slabe nuklearne sile, koja proizvodi tzv. beta raspad (beta raspad se događa kad jezgra radioaktivnog elementa izbaci brzi elektron i neutrino, te prijeđe u drugi element). Njihovu pretpostavku eksperimentalno je testirala američka fizičarka kineskog podrijetla *Chien Shiung Wu* (Kina, 1912. – 1997.). Ona je istraživala beta raspad radioaktivnog Co^{60} i pronašla da su elektroni doista emitirani uglavnom u jednom smjeru, te stoga ne vrijedi simetrija lijeve i desne strane (ili da nije sačuvan paritet, kako to fizičari vole reći). Bilo je to veliko i iznenađujuće otkriće, koje je promijenilo dotadašnja shvaćanja o prirodi. Za otkriće neočuvanja pariteta u slabim interakcijama Lee i Yang su 1957. dobili Nobelovu nagradu, ali *Chien Shiung Wu* nije bila uključena. No, ona je ipak dobila mnoštvo drugih priznanja i nagrada, ne samo za to otkriće, nego i za druga područja svog rada.

Na kraju valja reći da je ovdje spomenuto tek nekoliko velikih fizičarki 20. stoljeća. Onima koji žele saznati više preporučamo da pogledaju na internet adresu, “contributions of 20th century women to physics”, gdje će naći više od 75 imena značajnih fizičarki i opise njihovih doprinosa fizici.