

## FIZIČKA ELEKTRONIKA GASOVA I PLAZME (FEGP)

FEGP predstavlja fundamentalni predmet za izučavanje elektrodinamičkih procesa u jonizovanim gasovima i plazmi (četvrto stanje materije). Plazma je veoma vreo jonizovan gas, u kosmosu se 99.9% vidljive materije nalazi u ovom stanju (zvezde, galaksije, međuzvezdani gas). U predmetu se izučavaju osnovne pojave i efekti u gasnim jonizovanim sredinama povezujući osnovne klasične elektromagnetske jednačine sa jednačinama kretanja fluida i termodinamičkim jednačinama. Sudari u plazmenim sredinama su poseban problem i u zavisnosti od vrste čestica i njihove energije mogu se posmatrati klasično i kvantno.

Pošto ne postoje sredine bez slobodnih naelektrisanja mogućnost primene saznanja iz ovog predmeta je veoma široka. Poznato je da se praktično svi čipovi sa milijardama nanostruktura i veza među njima prave u plazma tehnologiji depozicije. Pravljenje bilo kakve nanoprevlake većih dimenzija nije moguće bez primene plazme. Poznata je primena plazme pri elektrolučnom zavarivanju (plasma welding), sečenju (plasma cutting), nagrizanju (plasma etching) i nanošenju zaštitnih slojeva (plasma spraying and coating). Posebna primena je povećanje površinske tvrdoće metala nitriranjem i tankoslojnom depozicijom titanijum-nitrida za smanjenje habanja alata, osovina, ležajeva itd (plasma nitriding and TiN deposition), po čemu je ETF poznat, jer je ova tehnika razvijana za potrebe mašinske industrije u laboratoriji za Plazma tehniku.

U elektroenergetici se, za velike struje i napone, prave prekidači koji rade u atmosferi sumporheksafluorida ( $\text{SF}_6$ ), a za zaštitu uređaja gasni odvodnici prenapona. Za prečišćavanje izlaznog dima termoelektrana i toplana koriste se elektrostatički presipitatori (ESP). Oni rade u režimu korona pražnjenja sa ili bez dielektrične barijere. Grupa istraživača na ETF-u pod rukovodstvom prof. S. Vukosavića već niz godina razvija novi uređaj ESP za potrebe prečišćavanja dima u TE "Nikola Tesla". Za potrebe ovog projekta lab za Klimatologiju i ekologiju atmosfere na katedri MTF pod rukovodstvom J.Cvetića je napravila uređaj za eksperimentalnu demonstraciju uklanjanja dima i prašine. Za razumevanje rada i karakteristika  $\text{SF}_6$  i ESP uređaja neophodna su znanja iz fizike gasnih pražnjenja.

Smatra se da je energetska budućnost planete osigurana ukoliko se realizuje komercijalni rad fuzionih reaktora (razne vrste tokamaka, stelaratora, inercijalnih generatora, ITER, JET plazmenih generatora), gde se energija dobija spajanjem atoma deuterijuma i tricijuma u magnetskoj boci na temperaturama od više milona stepeni. Među ekspertima preovlađuje mišljenje da je najbliže komercijalnom uspehu laserski indukovana fuzija gde se kuglica deuterijuma izlaže intenzivnom laserskom zračenju (laserska fuzija). Fuzioni generatori ne zagađuju okolinu, ne zrače, a količina deuterijuma u morskoj vodi je praktično neograničena. Tu su i magneto-hidrodinamički generatori (MHD) koji konvertuju mehaničku energiju kretanja fluida u električnu energiju neposredno i sa visokim stepenom iskorišćenja. Mogu da se koriste i za obrnutu svrhu tj za pokretanje brodova, podmornica u provodnoj sredini kao i za pumpanje provodnih fluida.

Za pogon kosmičkih letilica razvijeni su mali plazma motori (plasma propulzija za korekciju

putanje) dok je glavni plazmeni pogon u razvoju.

Plazma na atmosferskom pritisku se široko primenjuje u medicini i biološkim istraživanjima koja uključuju sterilizaciju, selektivno uništavanje kancerogenih ćelija i ubrzavanje zarašćivanja rana. Najnoviji uređaji u medicini, plazmena igla i plazmeni mlaz (plasma needle, plasma jet), se koriste u hirurgiji gde imaju prednost nad laserskim noževima zbog istovremene sterilizacije rane.

Na Zemlji plazma se stalno nalazi u jonosferi, a naglo stvorena plazma se generiše u stratosferi i troposferi u raznim vrstama atmosferskim pražnjenjima. Fizika Sunca kao osnovne kosmičke plazmene strukture koja najviše utiče na klimu na Zemlji pripada posebnoj klasi astrofizičkih problema. Jonosfera i atmosferska pražnjenja predstavljaju prioritete u međunarodnim projektima i predmet su intenzivnog izučavanja, jer su usko povezane sa promenom klime na Zemlji.

**Pozivaju se se studenti četvrte godine odseka za Fizičku elektroniku, da odaberu izborni predmet Fizička elektronika gasova i plazme. Pored predavanja i računskih vežbanja studenti imaju priliku da se uključe u praktičan rad na projektu Ministarstva prosvetu, nauku i tehnološki razvoj RS pod nazivom „Elektrodinamika atmosfere u urbanim sredinama Srbije“. Od početka projekta (2011. godine) u radu učestvuju studenti fizičke elektronike sa oba smera, a trojica od njih su sada stipendisti Ministarstva i rade svoje doktorske disertacije vezane za ovu oblast. Studenti su do sada objavili šest radova u jakim međunarodnim časopisima (kategorije M21 i M22) kao i mnogobrojne radove na stranim i domaćim konferencijama. Za pohađanje kursa je potrebno predznanje iz elektromagnetike i opštih kurseva fizike.**

**U toku kursa biće organizovana poseta Institutu za Fiziku Zemun, kod akademika Dr Zorana Petrovića i Dr Nikole Konjevića. Biće posećene dve laboratorije u Institutu: lab za fiziku plazme i lab za spektroskopiju plazme i lasere. Takođe ćemo posetiti Laboratoriju za fiziku i tehnologiju plazme na Fizičkom fakultetu u Beogradu, kod prof. Jagoša Purića i prof. Milorada Kurajice. Predviđene su i lab. vežbe u Institutu i Fizičkom fakultetu u Beogradu.**

Beograd, 16. Septembar 2015.

Predmetni nastavnik

Dr Jovan Cvetić