

Jonizacijos elektronais N^{2+} jone tyrimas

Study of electron-impact ionization for N^{2+}

Valdas Jonauskas, Aušra Kynienė, Šarūnas Masys

Vilniaus universitetas, Teorinės fizikos ir astronomijos institutas, Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius

valdas.jonauskas@tfai.vu.lt

Ieškant alternatyvių energijos šaltinių didelis dėmesys yra skiriamas valdomai termobranduolinei sintezei. Spektro linijų modeliavimas svarbus vertinant plazmoje vykstančius procesus. Spektro linijų intensyvumas stipriai priklauso nuo jonų pasiskirstymo pagal jonizacijos laipsnius. Jonizacija elektronų smūgiais bei rekombinacija lemia krūvio pasiskirstymą termobranduolinėje plazmoje. Lengvieji cheminiai elementai yra naudojami termobranduolinės sintezės reaktoriuose siekiant mažinti plazmos šilumos poveikį vidinėms reaktorių sienelėms. Azotas yra vienas iš cheminių elementų, kurį planuojama naudoti apsaugant reaktorių sienes nuo plazmos dalelių ardančio poveikio. Todėl yra svarbu įvertinti jonizacijos elektronais skerspjūvius azoto jonams.

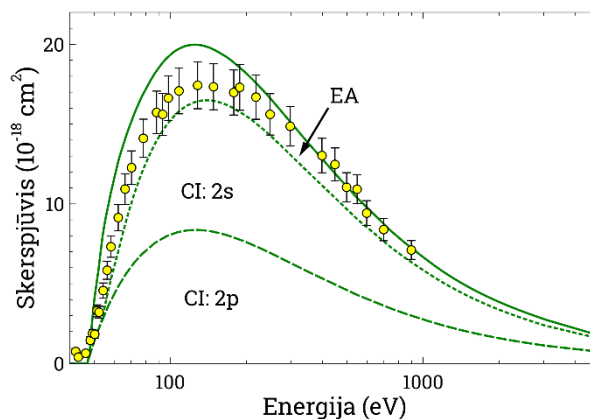
Darbe nagrinėjame N^{2+} jono viengubą jonizaciją elektronais pagrindinės $2s^2 2p$ konfigūracijos lygmenims. Tyrimas taip pat įtraukia ilgai gyvuojančius N^{2+} jono $2s2p^2$ konfigūracijos lygmenis. Vienguba jonizacija nagrinėjama kaip tiesioginė ir netiesioginė jonizacijos elektronais suma. Tiesioginė jonizacija reiškia, kad elektronas yra iš karto pašalinamas iš atominės sistemos. Netiesioginė jonizacija tirta kaip sužadimas su po to sekančia autojonizacija. Pagrindinės konfigūracijos atveju nagrinėti sužadimai iš $2s$ pasluoksnio, o sužadintos konfigūracijos atveju įtraukti dar sužadimai iš $2p$ pasluoksnio. Sužadimai nagrinėjami į sluoksnius su pagrindiniu kvantiniu skaičiumi $n \leq 20$. Nustatyta, kad sužadimai į sluoksnius su didesniais pagrindiniais kvantiniais skaičiais neduoda esminio indėlio. Darbe išnagrinėjome sužadimus į visus orbitinius kvantinius skaičius iki $l = 5$. Parodyta, kad sužadimai į sluoksnius su orbitiniais kvantiniais skaičiais $l = 0, 2$ vaidina svarbiausią vaidmenį netiesioginės jonizacijos atveju. Sužadimo-autojonizacijos proceso atveju įvertinta ir radiacinio gesinimo įtaka, nagrinėjant sužadintų lygmenų suirimą vykstant elektriniams dipoliniams šuoliams. Tiesioginės jonizacijos tyrimas apima N^{2+} jono $2s$ ir $2p$ pasluoksnius.

Energijos lygmenys, elektrinių dipolinių šuolių ir Ožė šuolių tikimybės, bei sužadimo elektronais ir jonizacijos skerspjūviai buvo tirti naudojant Flexible Atomic Code programą [1], kurioje naudojamas Dirako-Foko-Slaterio artinys. Skerspjūviai buvo įvertinti iškraipytųjų bangų artinyje.

Teorinių viengubos jonizacijos elektronais skerspjūvių verčių palyginimas su eksperimentinėmis vertėmis [2] pateiktas 1 paveiksle. Matyti, kad didesnėms elektronų energijoms (virš 200 eV) sutapimas su eksperimentiniais duomenimis yra paklaidų ribose.

Tačiau jonizacijos skerspjūvių viršūnėje teoriniai duomenys viršija eksperimentines vertes apie 5%. Teoriniai duomenys taip pat viršija eksperimentines vertes prie mažesnių energijų.

Pagrindinį indėlį į viengubą jonizaciją iš pagrindinės konfigūracijos lygmenų duoda tiesioginė jonizacija iš $2s$ ir $2p$ pasluoksnų. Tiesioginės jonizacijos iš jono $2s$ ir $2p$ pasluoksnų indėlis yra apytiksliai vienodas. Reikia pabrėžti, kad eksperimentiniuose duomenyse matomas ir indėlis žemiau jonizacijos slenksčio. Tai rodo, kad eksperimentiniame jonų pluoštelyje yra nenulinė ilgai gyvuojančių lygmenų, priklausančių $2s2p^2$ konfigūracijai, užpilda. Gauti rezultatai leidžia įvertinti, kad ilgai gyvuojančių lygmenų užpilda yra mažesnė nei 10%.



1 pav. Jonizacijos elektronais skerspjūvių pagrindiniam N^{2+} jono lygmeniui palyginimas su eksperimentinėmis vertėmis [2]. CI – tiesioginė jonizacija iš atitinkamo pasluoksnio, EA – netiesioginė jonizacija.

Reikšminiai žodžiai: jonizacija, sužadimai, jonizacijos skerspjūviai.

Literatūra

- [1] M. F. Gu, Can. J. Phys. **86**, 675 (2008).
- [2] K. L. Aitken, M. F. A. Harrison, and R. D. Rundel, J. Phys. B **4**, 1189 (1971).