

Raport stiintific

privind implementarea proiectului 42/05.10.2011 in perioada octombrie – decembrie 2011

Obiectivul fazei: Influenta variatiei densitatii de sarcina asupra procesului de fuziune

Evolutia densitatii de sarcina este luata in considerare prin formele de tranzitie de la proiectil si tinta in punctul de separare pana la configuratia finala a nucleului compus. A studiat doar ciocniri la unghi de incidenta zero, deoarece acestea produc cele mai joase bariere coulombiene. Calculele au considerat forme elipsoidale ale nucleelor. Ideea introdusa de noi este de a considera densitatea de sarcina dependenta de volumul partial nesuprapus din timpul procesului de fuziune. Volumul nesuprapus va avea astfel o densitate de sarcina care evolueaza de la valoarea initiala la tangenta (a proiectilului si a tinteii) pana la valoarea finala. Am gasit doua legi de variatie, pentru tinta si proiectil, care genereaza la fiecare distanta intre centre un numar de masa si unul de sarcina, intremediar, proportional cu volumul. In acest fel reusim sa avem o valoare intermediara a densitatii de sarcina dependenta de geometria punctului de tranzitie. Variatiile intermediare Z_{1i}/A_{1i} si Z_{2i}/A_{2i} depind de rapoartele semiaxelor elipsoizilor ce descriu partenerii de reactie. Aceste valori influenteaza schemele de nivele prin dependenta frecventelor de oscilator de-a lungul axei de simetrie si perpendicular pe aceasta. Raportul celor doua frecvente depinde de raportul semiaxelor elipsoidului proiectil, respectiv tinta. Nivelele astfel obtinute au fost folosite la calculul corectiilor de paturi prin metoda Strutinsky.

Energia macroscopica a fost calculata ca suma dintre energia Coulomb si energia nucleara de tip Yukawa-plus-exponentiala. Cele doua energii depind de forma nucleara. Densitatea de sarcina a regiunii proiectilului si a tinteii este dependenta de volum. Atunci cand aplicam legea de variatie a numerelor de masa si de sarcina pe parcursul evolutiei configuratiei de suprapunere, densitatea de sarcina in fiecare din cele doua regiuni se modifica. Am obtinut o dependenta a densitatii de sarcina in functie de distanta intre centre. Deoarece energia coulombiana depinde de densitatea de sarcina, am introdus astfel influenta densitatii de sarcina asupra termenilor macroscopici din energia totala de deformare in timpul fuziunii.

In figura 1 am trasat variatia energiei Coulomb si de suprafata de tip Yukawa-plus-exponentiala precum si macroscopica totala in functie de diferite valori ale semiaxelor elipsoidului proiectil (deci diferite parcursuri ale densitatii de sarcina) pentru reactia $^{36}\text{Ar}+^{66}\text{Fe} \rightarrow ^{102}\text{Ru}$. Graficele au fost trasate dupa minimizarea energiei de deformare totale fata de parametrul raportului intre semiaxele elipsoidului proiectil, proportional deci cu densitatea de sarcina a regiunii fragmentului usor. Astfel in figura se vede variatia E_C (coulombiana), E_Y (Yukawa) si suma lor E_{macro} , cu distanta normata intre centre. R_t reprezinta distanta initiala de la care incep calculele, si corespunde configuratiei de tangenta, iar R_f este distanta finala intre centre, cand proiectilul este total inglobat in tinta si nucleul compus este format. Se observa ca in timpul procesului de suprapunere, raza ^{36}Ar isi mentine valoarea initiala pe cea mai mare parte a procesului, deci suprapunerea are loc cu densitate de sarcina constanta, nemodificata pana aproape de finalul procesului de fuziune. Valorile efective ale energiilor macroscopice pe diferite curbe de variatie

ale densitatii de sarcina se intind intre -3 si 4 MeV. O astfel de variatie devine importanta in calculul integralei actiunii si penetrabilitatii prin metoda WKB.

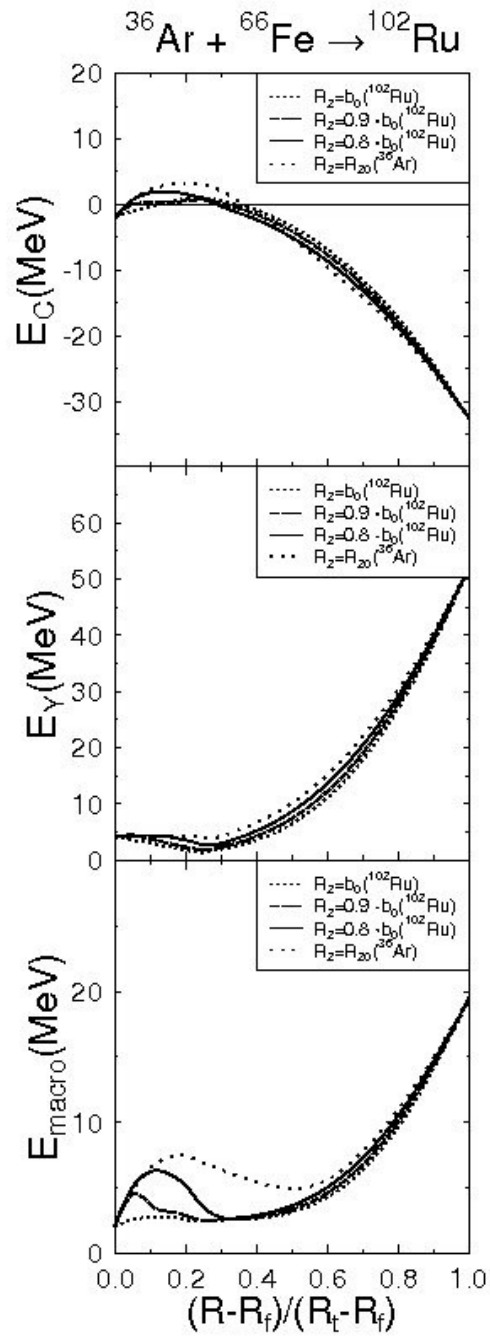


Figura 1

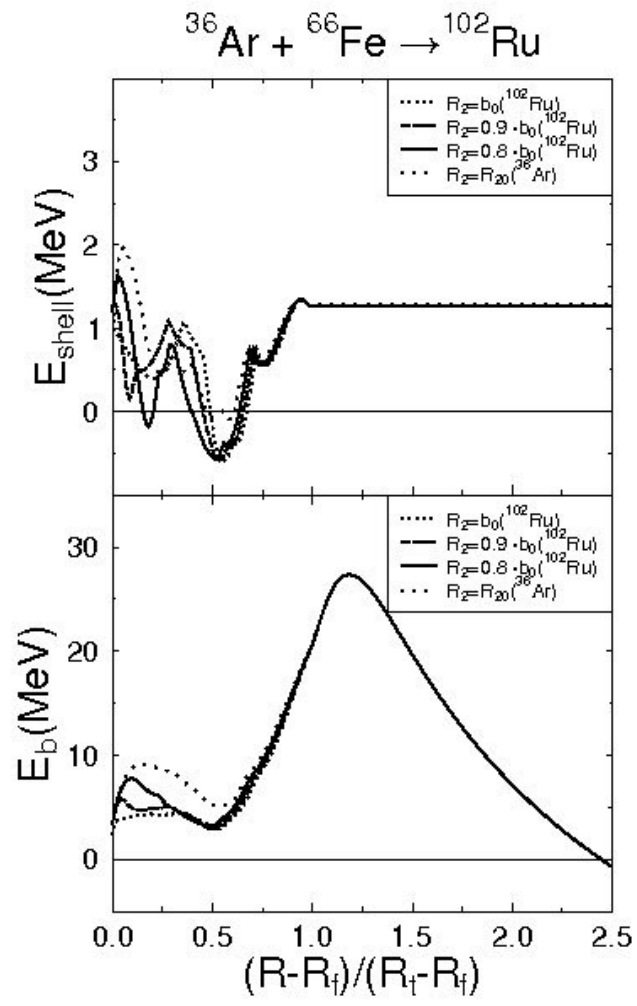


Figura 2

Influenta variatiei densitatii de sarcina prin intermediul legii de tranzitie geometrica prezentata mai sus asupra corectiilor microscopice de paturi Eshell, este trasata in figura 2, impreuna cu variatia energiei totale a barierei de fuziune. Se observa ca, intre cele patru legi de variatie, diferenta de energie poate atinge 2 MeV in corectia de paturi, si este mai pronuntata in ultimele parti a procesului. Suma energiilor macroscopica si microscopica apare in partea de jos a figurii 2. Se observa diferente in energia totala de pana la 4 MeV, mai ales in ultima parte a procesului.

Concluzia fazei este ca variatia densitatii de sarcina asupra barierei de fuziune rece se manifesta prin parametrii geometrici ce caracterizeaza tranzitia formei nucleare de la proiectil si tinta, separate pana la nucleul compus. Densitatea de sarcina se modifica astfel incat bariera de fuziune poate fi coborata cu pana la cativa MeV. Acest rezultat poate duce la diferente semnificative de calcul ale sectiunii eficace de fuziune.

Rezultatele si algoritmul de calcul au fost folosite de noi in studiul proceselor nucleare binare si publicate anul acesta astfel:

Articole ISI:

1. D. N. Poenaru, R. A. Gherghescu, W. Greiner, Phys. Rev. Lett. 107, 062503 (2011)
2. D. N. Poenaru, R. A. Gherghescu, W. Greiner, Phys. Rev. C 83, 014601 (2011).

Conferinte internationale:

1. R. A. Gherghescu, D. N. Poenaru, W. Greiner, lectie invitata, Nuclear Physics Symposium, Split, Croatia, 2011.
2. R. A. Gherghescu, D. N. Poenaru, W. Greiner, lectie invitata, International Conference on Exciting Physics, Makutsi, South Africa, 2011.

Director proiect,



Dr. Radu Alexandru Poenariu-Gherghescu