



INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE ON "CURRENT PROBLEMS OF FUNDAMENTAL AND APPLIED PHYSICS"

(Dedicated to the 70th anniversary of the birth of Pazlitdin Nuritdinovich
Usmanov, doctor of physical and mathematical sciences, associate professor)



on imports, and enhancement of diagnostic services. Ultimately, it supports early disease detection, increases diagnostic accuracy, and improves patient management.

References

1. Subramanian G., McAfee J.G. Radiology, 1971.
2. Reinfelder J., Kuwert T., Beck M., et al. Clinical Nuclear Medicine, 2017.
3. Dittmann H., et al. Journal of Nuclear Medicine, 2021.

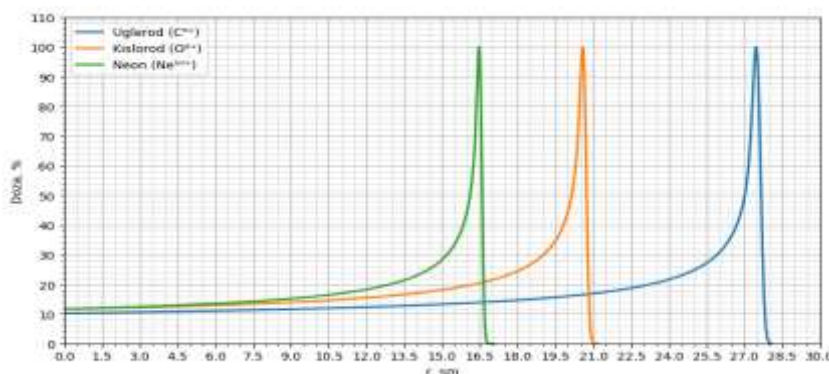
C^{6+} , O^{8+} VA Ne^{10+} IONLARI UCHUN BRAGG PIKNI BETHE–BLOCH FORMULASI ASOSIDA MODELLASHTIRISH

*Abdulloyev Ayyubxon, Ro‘ziyev Shohruhmirzo, Rahimberdiyev Muzaffar, Ibrahimova
Muyassar, Yo‘ldosheva Nigora.
O‘zbekiston Milliy Universiteti,
abdullayevayyubkhan1707@gmail.com*

Zaryadlangan og‘ir zarralar (ionlar) muhitda harakatlanganda, ular o‘z yo‘li davomida energiya yo‘qotib boradi. Zarracha to‘xtash arafasida (range oxirida), uning qolgan energiyasi juda qisqa masofada ajralib chiqadi, bu esa yutilgan dozaning keskin ortishiga olib keladi. Bu hodisa Bragg piki deb ataladi[1]. Ionlashish zichligi ion zaryadining kvadratiga proporsionaldir. Masalan, bir xil tezlikdagi karbon ioni ($Z=6$) proton ($Z=1$) ga qaraganda 36 marta yuqori ionlashish zichligiga ega. Energiya uzatilishi zarracha tezligining kvadratiga teskari proporsionaldir. Zarracha energiyasi ionlashish zichligi ortib boradi va range (yugurish masofasi) oxirida eng yuqori nuqtada – Bragg pikiga yetadi[2]. Zaryadlangan og‘ir zarralar muhitga kirganda ular o‘z energiyasini asosan ionlashish orqali yo‘qotadi va bu Bethe-Bloch formulasi (1) yordamida aniqlanadi.

$$-\frac{dE}{\rho dx} = K \frac{Z}{A} \frac{1}{\beta^2} z^2 \left\{ \ln \left(\frac{m_e c^2 \beta^2 \gamma^2}{I} \right) - \beta^2 \right\}, \quad (1)$$

bu yerda, ρ – muhitning zichligi, m_e – elektronning massasi, v – zarralar tezligi, I – yutuvchi modda atomlarining o‘rtacha ionizatsiya potentsiali, $\beta = \frac{v}{c}$, γ – Lorentz faktori, z – zarraning zaryadi (e – birliklarida), N_A – Avogadro soni, Z – atomning zaryad soni, A – atomning massa soni, c – yorug‘lik tezligi, e – elektronning zaryadi, $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$, $K = \frac{4\pi e^4}{m_e c^2} \cdot N_A = 0.3071 \frac{MeV}{g \cdot cm^2}$.



1–rasm. Uglerod (C^{6+}), kislorod (O^{8+}) va neon (Ne^{10+}) ionlari uchun suv muhitida chuqurlikka bog‘liq nisbiy doza taqsimoti (Bragg pik).



INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE ON "CURRENT PROBLEMS OF FUNDAMENTAL AND APPLIED PHYSICS"

(Dedicated to the 70th anniversary of the birth of Pazlitdin Nuritdinovich
Usmanov, doctor of physical and mathematical sciences, associate professor)



Ushbu grafik og'ir ionlarning modda ichida energiya yo'qotish jarayonini yaqqol ko'rsatib berdi. Uglerod, kislorod va neon ionlari chuqurlikka kirib borgan sari dastlab sekin energiya yo'qotadi, ammo harakatining oxirgi qismida keskin ravishda katta energiya ajratadi. Bu hodisa Bragg pikiga asoslandi va u ionlarning modda bilan o'zaro ta'siri natijasida yuzaga keldi. Grafikdan ko'rinib turibdiki, har xil ionlarning moddadagi kirib borish chuqurligi turlicha: neon eng qisqa masofada to'xtasa, karbon eng chuqur kirib boradi. Bu esa ionning massasi va zaryadiga bog'liq bo'lib, ular qanchalik katta bo'lsa, energiya yo'qotish tezligi ham shunchalik yuqori bo'ladi. Bragg piklarining shakliga e'tibor berilsa, ularning tor yoki kengligi muhim ahamiyatga ega. Neon ionlari uchun pik juda tor va keskin bo'lib, energiya juda kichik chuqurlik oralig'ida ajraladi. Kislorod ionlarida pik biroz kengroq, ammo baribir aniq maksimumga ega. Uglerod ionlarida esa pik nisbatan kengroq bo'lib, energiya kengroq hududga taqsimlanadi. Pikning tor bo'lishi energiyaning aniq bir nuqtada jamlanishini bildiradi, bu esa yuqori aniqlikni ta'minlaydi. Pikning keng bo'lishi esa energiyaning kengroq sohada taqsimlanishini anglatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Grubbe EH. Priority in the therapeutic use of X-rays. Radiology. 1933; 21:156–62.
2. Bragg WH, Kleeman R. On the ionization curve of radium. Phyl Mag A. 1904; 8:726–38.

TEXNIKA UNIVERSITETLARIDA YADRO FIZIKASI MASALALARINI O'RGANISHDA RAQAMLI SIMULYATSIYA VOSITALARIDAN FOYDALANISH: IMKONIYATLAR VA ISTIQBOLLAR

Ruzimatova Barnoxon Sotvoldiyevna
Fizika kafedrasida katta o'qituvchisi
Farg'ona davlat texnika universiteti
e-mail: ruzimatovabarno50@gmail.com

Yadro fizikasi muammolari va istiqbollarini texnika universitetlari talabalariga samarali o'rgatish zamonaviy ta'limning dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi. Yadro reaksiyalari, radiativ parchalanish qonuniyatlari, neytron tarqalishi va elementar zarralar xususiyatlarini an'anaviy laboratoriya usullari bilan o'rgatish ko'p hollarda qimmatbaho asbob-uskunalar va xavfsizlik talablari tufayli cheklangan [1]. Raqamli simulyatsiya texnologiyalari ushbu cheklovni bartaraf etish uchun samarali alternativ taqdim etadi.

Ushbu tadqiqotda PhET Interactive Simulations (Kolorado universiteti), GEANT4 (CERN) va Radiation Safety dasturlarining yadro fizikasi mashg'ulotlarida qo'llanilishi tahlil qilingan. PhET platformasidagi "Nuclear Fission", "Radioactive Dating Game", "Build a Nucleus" va "Alpha Decay" simulyatsiyalari talabalar uchun yadro reaksiyalarining mikroskopik jarayonlarini ko'rish va interaktiv tarzda o'rganish imkonini beradi. GEANT4 esa ilg'or darajada zarrachalar va moddaning o'zaro ta'sirini modellashtirish uchun standart vosita hisoblanib, dunyodagi yetakchi fizika laboratoriyalari — CERN, Fermilab, KEK — tomonidan qo'llaniladi [2].

Farg'ona davlat texnika universitetida o'tkazilgan kuzatuvlar shuni ko'rsatdiki, raqamli simulyatsiya vositalarini darsga integratsiyalash talabalarning radioaktiv parchalanish ($t_{1/2} = \lambda^{-1} \cdot \ln 2$) va neytron aktivatsiya jarayonlarini kontseptual tushunishini sezilarli oshiradi. O'lchov natijalari: an'anaviy ta'lim guruhida o'rtacha test ball — 61%, simulyatsiya vositalaridan