FOTOEMULSIYA USULI YORDAMIDA ZARYADLI ZARRALAR XUSUSIYATINI O‘RGANISHDA REZERFORD FORMULASINING AHAMIYATI

Sultonov Boymurod[1], Shahzoda Haydarova[2]

[1]A.Qodiriy nomidagi JDPI, Fizika va uni o’qitish metodikasi kafedrasi dotsenti,

[2]Fizika va astronomiya yo’nalishi magistranti, Jizzax, O’zbekiston

e-mail:sultonovb@jspi.uz

Annotatsiya*. Ushbu ishda zaryadli zarralar xususiyatlarini yadro fotoemulsiyasi usuli yordamida o‘rganishda Rezerford formulasining roli qarab chiqilgan.*

Kalit so’zlar: *yuqori energiya, kosmik nurlar, relyativistik fragmentlar, emulsiya, yadroviy reaksiya, solishtirma energiya, emulsiya sezgirligi, regressiya.*

Аннотация. *В данной работе рассмотрени рол формули Резерфорда при изучение метода ядерной фотоэмульсии.*

Ключевые слова. *Высокая энергия, космические лучи, релятивистские фрагменты, эмулься, ядерная реакция, удельная энергия, чувствительность к эмульсии, регрессия.*

Annotation. *In this paper, we consider the role of the Rutherford formula in the study of the nuclear emulsion method.*

Key words. *High energy, cosmic rays, relativistic fragments, emulsion, nuclear reaction, specifis energy, emulsion sensitivity, regression.*

Hozirgi vaqtda yadro fizikasi sohasida yuqori energiyali tezlatkichlarda olib borilayotgan tadqiqotlar taraqqiyoti bu yo’nalishni zamonaviy mikroolam fizikasining tez rivojlanayotgan bo’limlaridan biriga aylantirdi. Relyativistik yadro-zaryadli fragmentatsiyalarning hosil bo’lishini batafsil tadqiq qilish yadro-nishon parchalanishini klassik ekperimentlar bilan taqqoslash bo’yicha muhim afzalikka ega. Xususiy holda fragmentasiya mahsulorlarining ishonchli identifikasiyasi juda kichik qiymatli energiya-impulslarini uzatilishi sharoitida mumkin bo’lgan yadro tuzilishlarini o’rganish imkonini beradi. Relyativistik yadro fragmentasiyalari xususiyatlarini bilishbir qator yadroviy astrofizika kosmik nurlar fizikasi muammolarini yechishda ham muhim ahamiyatga ega.

Yuqori energiyali ta’sirlashuvlarni tadqiq qilish jarayonida unikal imkoniyatga ega bo’lgan yadroviy fotoemulsiya usuli muhim rol o’ynaydi. Juda katta aniqlik darajasi (0.5 mkm) evaziga, yadroviy emulsiyada boshlang’ich impulsga bog’liq holda relyativistik fragmentlar izlari uchun burchak kattaligi aniqligini 10^{-5} rad gacha olish mumkin bo’ladi. Bu fragmentlarda relyativistik yadrolarning mumkin bo’lgan barcha parchalanishlarning to’liq kuzatilishini ta’minlaydi. Masalan, 1mm uzunlikda 4.5 A GeV/s impulsda $2\cdot10^{-3}$ rad atrofida konussimon burchak ostida

uchib chiqayotgan juft izlar sifatida $^{8}Be \rightarrow 2\alpha$ parchalanish jarayoni farqlanib turadi.0.1 rad konussimon burchak ostida uchib chiquvchi bir qancha relyativistik fragmentlarda ko'plamchi parchalanishlar 1 mm gacha masofada ajralib turadi, torroq yokiko'p qismli parchalanishlarda ularning uzunligi aniqlik darajasi kerakli miqdorgacha oshishi mumkin. Bundan tashqari emulsiyaviy metodika impulslarini o'lchash va zarrachalarni idenfitikatsiyalash imkonini beradi. Shuning uchun emulsiyaning yuqori aniqlik darajasi va 4π geometriyada reaksiyalarni kuzatish imkoniyatlari evaziga aynan bu metod relyativistik fragmentatsiya jarayonlarini o'rganish uchun samarali usul sifatida ko'rsatiladi. Mazkur tadqiqotda bajarilgan C yadrosi fragmentatsiyalari o'rganish shunusi bilan qiziqarliki, tadqiq qilingan yadrolar umumiy tavsiflar qatorini to'ldiradi ko'plamchi yadro parchalanishlari xususiyatlari haqidagi yangi ma'lumotlar manbai bo'lib xizmat qilishi mumkin.[2]

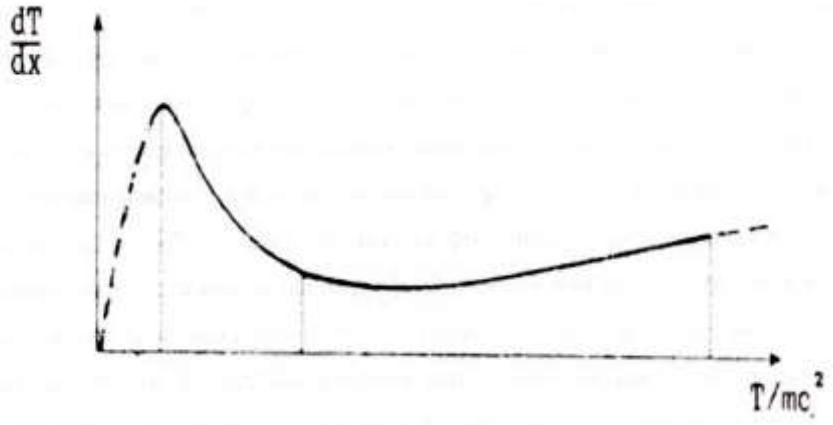
Zaryadli zarralar qayd qilinishi asosan ularning ionizatsiyasi tufayli amalga oshiriladigan bo'lsa, neytral zarralarni qayd qilishda ularning muhitda hosil qilgan ikkilamchi ta'sirlashuvlaridan foydalaniladi. Zaryadli zarralar muhitdan o'tganda elastik sochilish natijasida muhit atomlari uyg'ongan va ionlashgan holatga keladi va bu uzluksiz ravishda zarralarning kinetik energiyasi kamayishiga olib keladi. Z zaryadga va elektron massasidanancha katta massaga ega bo'lgan zarraning ionlashtirish qobiliyati solishtirma energiya yo'qotishi uchun quyidagi munosabat orqali aniqlanadi:

$$\left(-\frac{dT}{dx}\right)_{ion}=\frac{4\pi_e Z^2 e^4}{m_e v^2}\left[\lg\frac{2m_e v^2}{(1-\beta)I}-\beta^2\right]\cdot 0.625\cdot 10^{12}\ (\text{eV/s}),$$

bu yerda I - yutuvchi modda atomlarining Z atom tartib nomeri bilan I=13.5· Z eV da bog'langan o'rtacha ionizatsiya potensiali, n_e - muhitda elektronlar zichligi, m_e– elektron massasi, Z – zarralar zaryadi, v – uning tezligi, $\beta=v/c$.

1-formuladan ko'rinib turipdiki, chopish uzunligi birligidagi ionizatsion yo'qotilish, zarraning zaryadi kvadratiga proporsional bo'lib, tezlik kamayishi bilan oshadi va zarraning massasiga bog'liq emas, ya'ni, $m>>m_e$ li bir xil tezlikdagi barcha bir zaryadli zarralar ionizatsiyasi uchun bir xil energiya yo'qotadi.

1-rasmda zarralar solishtirma energiya yo'qotishining dT/dx ular kinetik energiyasidan bog'liqlik taqsimoti keltirilgan. Uzluksiz chiziq bilan 1-formula orqali yoziluvchi ionizatsion yuqotilish ifodalangan. Chiziqning uzlukli qismi bu formulada hisobga olinmaydi (ionlashtiruvchi zarraning juda kichik va juda katta kinetik energiyali qismi uchun). Energiya oblastining 1-formula orqali yoziladigan qismining chegaralanganligi sabablarida berilgan.



1-rasm. Zarralar energiyasidan bog'liq ravishda ionizatsion yo'qotilish.

Yadro reaksiyalarini o'rganishdagi fotoemulsiya metodi asosida zaryadli zarralarning ionlashtiruvchi qobiliyatidan foydalanish yotadi. Bu metod ionlashtiruvchi zarralar traektoriyasini to'g'ridan-to'g'ri kuzatish imkoniyatini beradi. "Yadro" emulsiyasi bir xil taqsimotli bromli kumushning mayda (~0.3 mkm) kristallaridan (don) iborat bo'lgan jelatin qatlamidan tashkil topgan.

Ushbu metodning qulayligi va aniqligi, arzonligi va emulsiya materialining kichik hajmdaligi hisoblanadi. Kamchiligiga emulsiya (600 mkm dan kichik) materiali qalinligining chegaralanganligini aytish mumkin, nima deganda o'lchash aniqligi emulsiyada chopish masofasiga bog'liq. Emulsiya qalinligini oshirish uchun stopkalardan foydalaniladi (qutilarga joylashtirilgan oynali idishda bo'lgan emulsiya qatlamlari).

Emulsiyaga kelib tushgan zaryadli zarracha o'zining harakati davomida unda ionlashishni vujudga keltiradi, ya'ni, bromli kumush kristallari bilan uchrashganda u ularda to'plamlari zarralar izining yashirin tasvirlarini beruvchi nomoyon bo'luvchi markazlarini xosil bo'ladi. Emulsiyani mos ravishda qayta ishlangandan keyin (proyavka, mustahkamlash) yashirin tasvir ko'rinuvchiga aylanadi. Bu jarayonning barchasini soddalashtirgan holda quyidagicha yozish mumkin. Bromli kumush donidan o'tgan zaryadli zarra uni ionlashtiradi. Bu yerda hosil bo'lgan elektronlar kristallning butun hajmi bo'yicha sochiladi va manfiy zaryadlanadi. Sezgirlik markazlari emulsiyani tayyorlashda kiritiluvchi turli aralashmali kumush birikmalari yoki bromli kumush doni Kristal tuzulishining buzilishi bo'lishi mumkin. Manfiy zaryadlangan ushbu sezgirlik markazlari kumushning panjaralararo ionlarini o'ziga tortadi va ular metalli kumushning neytral atomlariga aylanadi. O'z navbatida bu atomlar elektronlar uchun pistirma bo'lishi mumkin, ya'ni, sezgirlik markazlari elektronni qamrab oladi va kumushning manfiy ioniga $Ag + e^- \rightarrow Ag^-$ aylanadi va keyin, panjaralararo musbat kumush ionini qamrab olib, sof kumush $Ag^- + Ag^+ \rightarrow 2Ag$ atomlar sonini oshiradi. Bu jarayon ko'p marta qaytarilganidan keyin sezgirlik markazlari sezilarli darajada oshadi va metal

kumush zarralariga aylanadi. Agar bu zarralar AgBr donlarining ustki qismiga joylashsa, bu donlar proyavka qilish imkoniyatiga ega bo'ladi. Shuning uchun Agbr kristalining ustki qismida hosil bo'lgan metalli kumush zarralarini proyavka markazlari, ularning to'plamini esa yashirin tasvir deyishadi. Yashirin tasvirni ko'rinuvchi tasvirga aylantirish uchun, emulsiya yetarli darajada murakkab qayta ishlashga jalb qilinadi – proyavka, qayd qilish, yuvish, quritish. Proyavka qilish mexanizmi mohiyati jihatidan yashirin tasvir hosil bo'lish mexanizmidan farq qilmasdan, faqat ionizatsiyadan hosil bo'lgan elektronlat funksiyasini proyavka qilinuvchi modda elektronlari bajaradi. Proyavka qilish jarayonining rivojlanishi shunga olib keladiki, ustki qismida proyavkalanish markaziga ega bo'lgan barcha donlar o'lchami 0.3-0.8 mkm dan bo'lgan mikroskopda yaxshi ko'rinuvchi metalli kumush zarralariga aylanadi.

Bugungi kunda yadro emulsiyasining bir-biridan Ag, Br larning foizli tarkibi va (I, C, H, O, S, N) larning turli xil aralashmalari bo'yicha farqlanuvchi turli xillari ishlab chiqilgan. Yadro fotoemulsiyalarining asosiy xarakteristikalari bo'lib, sezgirlik, regressiyaga (orqaga ketish) duchor bo'lish darajasi, qisilish koeffisentlari kiradi.

Emulsiya sezgirligi – minimal ionlashtiruvchi qobiliyatga ega bo'lgan zarracha (ya'ni, 1-formulaga mos holda relyaivistik, bir zaryadli) chopishidagi har 100 mkm dagi donlar soni.

Yashirin tasvir regressiyasi (inqiroz) – agar belgilangan vaqtda plastinka proyavka qilinmasa yashirin tasvir markazida oksidlanish sodir bo'lmaydi va ular $2Ag + O + H_2O \rightarrow 2Ag^+ + 2OH^-$ reaksiya bo'yicha kumush ionlarining issiqlik harakati natijasida so'riladi va mavjud yashirin tasvirning yo'qolishi sodir bo'ladi.

Qisilish koeffisienti emulsiya qalinligining, uning proyavka, qayd qilish, yuvish, quritishlar o'tkazilgandan keyin qisqarishini harakterlaydi. Yadro emulsiyasida 85% ga yaqin AgBr mavjudbo'lib, uning doni fiksatsiyasi natijasida to'liq eriydi. Ushbu erigan galloid kumushining doni yuvilganda tozalanadi va emulsiya qatlami qalinligining 2-3 marta kamayishiga olib keladi. Qisilish koeffisientini zarralarning haqiqiy chopish masofasini aniqlashda hisobga olish zarur, nimaga deganda, mikroskop yordamida o'lchangan chopish masofasi qayta ishlashga jalb qilinmagan emulsiyadagi chopish masofasiga teng emas.

Berilgan Z li ma'lum bir muhit va zarra uchun dT/dx kattaligi faqat tezlikning funksiyasi hisoblanadi va shunday ekan, berilgan massali zarracha uchun faqat kinetik energiyasi funksiyasi bo'ladi: $dT/dx=\varphi(T)$. Bu ifodani T ning barcha qiymatlari bo'yicha integrallab, ya'ni 0 dan T gacha integrallash zarur. Qachonki T ning qiymati 0 dan T gacha zarraning to'liq chopish masofasini olish mumkin:

$$x: x = \int_0^T \frac{dT}{\varphi(T)}.$$

Hisoblash usuli va tajribaviy tekshirishlardan keyin, fotoemulsiyada harakat qiluvchi har qanday zaryadli zarra uchun umumiy hisoblanuvchi formula olindi:

$$T = \alpha Z^{2n} \cdot M^{1-n} \cdot R^{n}$$

bu yerda T – MeV larda o'lchangan kinetik energiya, M – proton massasi birligidagi zarra massasi, Z – zarra zaryadi, R – mikronlarda ifodalangan zarraning chopish masofasi, α va n konstantalar (α = 0.251, n = 0.581).

Yadro emulsiyalarini qarash bir necha yuz marta kattalashtirib beradigan mikroskoplar yordamida amalga oshiriladi. Tasvir stereoskopik chiqadi. Emulsiyani qarash jarayonida, emulsiya tarkibiga kiruvchi element atomlari yadrolarining emulsiyaga tushuvchi zaryadli zarralar ta'sirida yuz beruvchi parchalanishlarini topish mumkin. Bunday voqealar yulduzlar deb ataladi va ular bitta nuqtadan barcha tomonlarga uchib chiquvchi izlarga (treklar) o'xshab ko'rinadi. Bu izlarni yadro parchalanishlaridan uchib chiqqan ikkilamchi zaryadli zarralar (fragmentlar) qoldiradi.

Xulosa o'rnida shuni aytish mumkinki, birlamchi va ikkilamchi treklarning izlarini identifikatsiyalashda Rezerford formulasidan unumli foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. R.N.Bekmirzayev "Azot yadrosining framentatsiya jarayonini o'rganishda fotoemul'siya usulini qo'llash" monografiya, Jizzax-2021.
2. H.A.Podina "metodicheskoe rukovodstvo k albomu fizika atomnoga yadra" M. 1976.
3. Alfa-, bet- i gamma- spektroskopiya vip.4. M. 1969.
4. V.V.Belaga I dr. "Kogerentnaya dissosiasiya $^{12}C \rightarrow 3\alpha$ pri 4,5 A Gev/s na yadrax emulsify, obogashennoy svinsom" YAF 58, 2014.