

Werk

Label: Article

Jahr: 1960

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?311570321_0012|log29

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

APSOLUTNO I RELATIVNO MJERENJE PRINOSA NEUTRONA DOBIVENIH NEUTRONSKIM GENERATOROM INSTITUTA „RUĐER BOŠKOVIĆ“

**ANTOLKOVIĆ B., PAIĆ M., PRELEC K., TOMAŠ P., TURK M.,
WINTERHALTER D., ZAGREB**

Kod mjerenja apsolutnih udarnih presjeka reakcija koje nastaju neutronima, potrebno je poznavati prinos neutrona, koje daje određeni izvor.

Postoje razne metode mjerenja toka neutrona (1). Mi smo mjerili tok neutrona apsolutno pomoću ionografskih emulzija i metodom pridruženih čestica, a relativno BF_3 brojačem.

Svrha našeg mjerenja bila je određivanje prinosa neutrona neutronskog generatora Instituta Ruđer Bošković (2) uz reakciju



($Q = 3,27$ MeV), uz upadnu energiju deuterona od 180 keV i struju na meti 500 μA . Osim toga provjerili smo apsolutne metode mjerenja prinosa neutrona ionografskim emulzijama i metodom pridruženih čestica i baždariili dugi BF_3 brojač.

Eksperiment se sastojao u tome, da smo eksponirali Ilford C_2 ploču debljine 100 μ nagnutu pod kutom od 10° prema upadnom snopu neutrona i udaljenu od izvora 536 cm. Ploča je bila smještena u kutiji od mjedi i obješena na niti (sl. 1). Kut detekcije bio je 60° , energija neutrona 2,74 MeV. Vrijeme eksponiranja 10 sati.

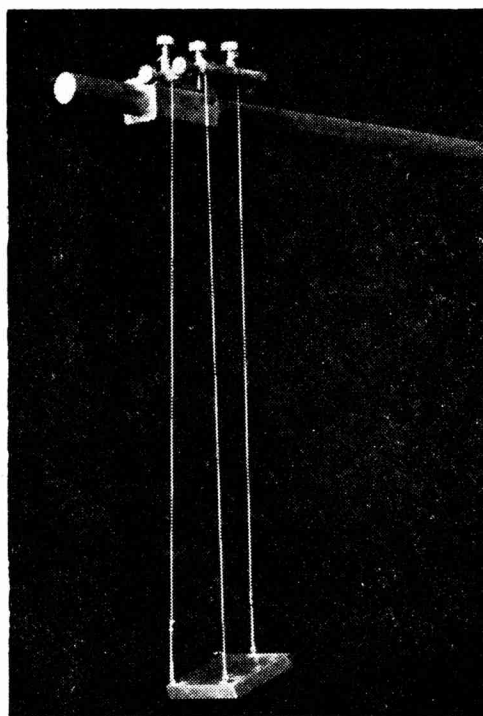
Kao monitor protona iz pridružene reakcije $D(d, p)H^3$ ($Q = 4,0$ MeV) služio je scintilacioni brojač (sl. 2). Upotrebljen je Gezij jodid kristal debljine 1 mm, sa diafragmom promjera 0,628 mm u kombinaciji sa RCA 6342 fotomultiplikatorom. Prostorni kut iznosio je $5,14 \cdot 10^{-6}$ steradijana, udaljenost kristala od izvora bila je 245 mm, kut detekcije 135° . Impluse smo registrirali pomoću 10-kanalnog analizatora tipa Gatti.

Dugi brojač BF_3 (sl. 3) bio je smješten ispod izvora u plaštu stošca čija je os deuteronski snop, i udaljen od izvora 895 mm. Sam proporcionalni brojač je tipa 31EB 20 20th Century Electronics Ltd. Aktivna mu je dužina 31. cm., promjer 2,54 cm. Punjen je obogaćenim BF_3 (96% B^{10})

pod pritiskom od 20 cm. Radni napon 1250 V, a pojačanje zbog rada u proporcionalnom području je oko 30 puta. Moderator je šuplji cilindar parafina vanjskog promjera 200 mm, dužine 630 mm, zaštićen aluminijским limom. Osjetljivost brojača je takva da daje 1,5 impulsa/sek uz tok termalnih neutrona od 1 neutron $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$. Brojač je preko predpojačala bio spojen na automatsko brojilo (preset) i ratemeter sa registratorom.

Metoda ionografskih emulzija

Iz broja tragova protona, koji nastaju na poznatom broju atoma vodika u tankom sloju emulzije, izračunava se prinos brzih neutrona prema relaciji:



Sl. 1

$$F(E_n) =$$

$$= \frac{4\pi N_p(E_p) dE_p}{n A x \sigma_{n-p}(E_n) 4 \cos \Theta d\Omega} \cdot \frac{4r^2 \pi}{t}$$

gde je $N_p(E_p)$ broj protonskih tragova energije E_p unutar prostornog kuta $d\Omega$ izbrojenih u emulziji površine A i debljine x . Θ je kut, što ga zatvara duža os ploče sa smjerom upadnih neutrona, n je broj atoma vodika u cm^3 , r je udaljenost izvor-ploča, t je vrijeme eksponovanja, a σ_{n-p} je udarni presjek za elastično raspršenje neutrona energije E_n na protonima emulzije.

Prostorni kut u kojem se broje tragovi je piramida (sl. 4), kojoj je horizontalni kut $21^\circ 50'$ (arc tg 2/5), a vertikalni kut 5° . Pomoću okularne mrežaste skale mjere se naime samo oni tragovi koji zatvaraju sa smjerom neutrona u horizontalnoj ravnini

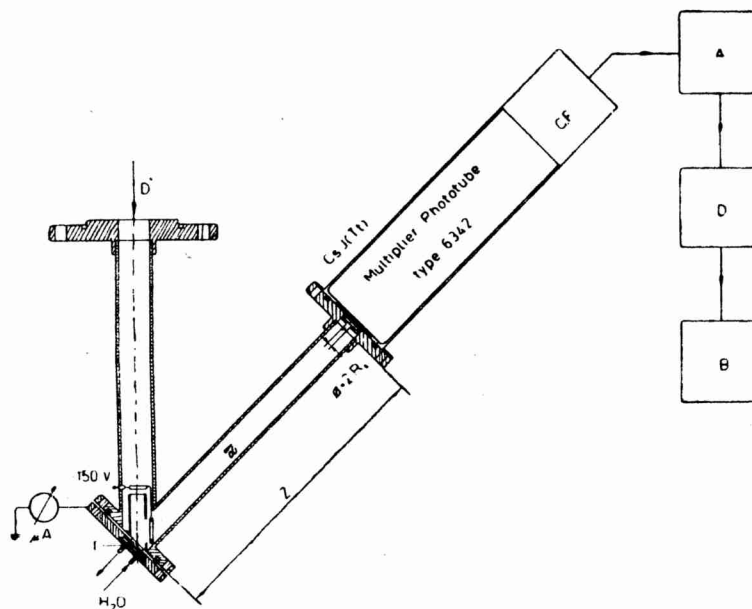
kut manji od $21^\circ 50'$, a koji poniru u dubinu za kut manji od 5° .

Određivanje prostornog kuta doprinosi najveću netočnost pri mjerenju neutronskega toka ionografskim emulzijama. Ova pogreška iznosi do 15%.

Udarni presjek za elastično raspršenje protona poznat je sa tačnošću od oko 5% za energije neutrona od 1,5 do 14 MeV (1).

Pogreška u određivanju koncentracije vodika u emulziji iznosi oko 5% kod normalne sobne temperature i 30% relativne vlage (3).

Ostale veličine određuju se sa znatno manjom pogreškom od navedenih.

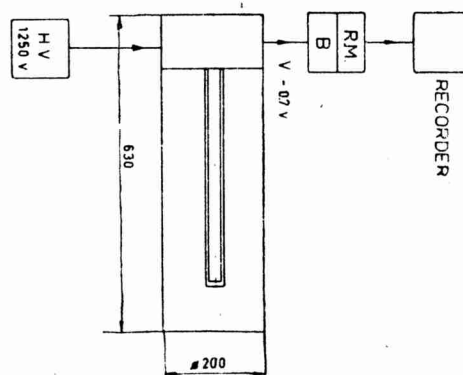


Сл. 2

Rezultati mjerenja prinosa neutrona iznose: $(1,12 \pm 0,06) \cdot 10^8$ neutrona s^{-1} , gde je $0,06 \cdot 10^8$ standardna devijacija. U vremenu integrirani tok neutrona na ploči bio je reda veličine 10^8 neutrona cm^{-2} .

Metoda pridruženih čestica

Usporedo sa reakcijom $D(d, n) He^3$ zbiva se i reakcija $D(d, p) H^3$, $Q = 4,0$ MeV. Energija protona emitiranih u naš scintilacioni brojač pod kutom od 135° iznosi 2,69 MeV. Reakcija $D(d, p) H^3$ može služiti kao monitor neutrona, jer protoni iz ove reakcije imaju gotovo isti tok i angularni distribuciju kao i neutroni iz reakcije $D(d, n) He^3$ (4), (5).



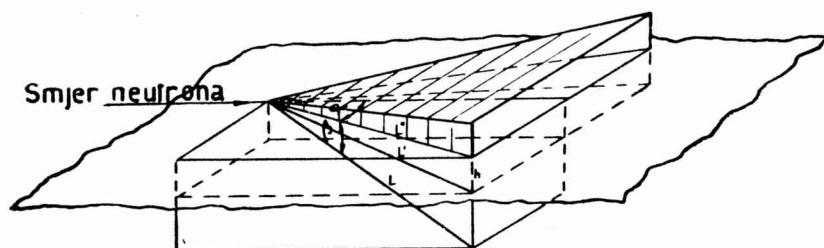
Сл. 3

Prinos neutrona dobiven registracijom protona pomoću opisanog scintilacionog brojača iznosio je $1,22 \cdot 10^8$ neutrona s^{-1} . Izvršene su ko-

reakcije koje daje kutna raspodjela neutrona emitiranih iz (d, d) reakcije pod kutom od 60° i 135° , a koja iznosi oko 10% (6), kao i korekcija zbog razlike u udarnim presjecima za (d, d) i (d, p) reakcije, koja je oko 5%.

Drugi brojač BF_3

Ovim se brojačem mjeri tok neutrona, tako da se brojač baždari sa apsolutnim metodama. To je neutronska detektor, koji ima jednoliku osjetljivost za neutrone do nekoliko MeV-a (7).



Trag protona u emulziji prije (L) i poslije (L') razvijanja

Сл. 4

Detekcija se odvija pretežno preko reakcije $B^{10}(n, \alpha) Li^7$ sa $Q=2,3$ MeV, koja ostavlja jezgru Li^7 pobudenu u prvom uzbudnom stanju. No te gama zrake od 478 keV, kao i ostale gama zrake brojač ne detektira. Kod direktne detekcije brzih neutrona reakcija $B^{10}(n, \alpha) Li^7$ sa $Q=2,78$ MeV-a postaje od prilike isto tako vjerojatna kao i gore navedena reakcija.

Brojač smo baždari gore opisanom metodom pridruženih čestica. Prinos neutrona u sekundi po jediničnom prostornom kutu dan je jednačinom:

$$P = \frac{n}{N} \cdot \frac{F_1}{4\pi}$$

gde je n broj impulsa [sek BF_3 brojača, N broj impulsa] sek BF_3 brojača uz poznati prinos neutrona F_1 neutrona $s^{-1} \text{ ster}^{-1}$. Rezultat baždarenja iznosi $F = 7,23 \cdot 10^8 \cdot n$ neutrona $s^{-1} \text{ ster}^{-1}$, što daje prinos neutrona od $1,16 \cdot 10^8$ neutrona s^{-1} uz navedene uslove rada. Rezultat je dobiven nakon što su izvršene korekcije za angularnu distribuciju (d, d) neutrona. Baždarena je i skala ratemetra, koji je u vezi sa BF_3 brojačem, tako da se iz očitavanja skale može brzo i lako očitati prinos neutrona tokom eksperimenta.