

Dozymetria cząstek α w oparciu o reakcję wychwytu neutronów na atomach boru

N. Knake¹, M. A. Gryziński¹, R. Kwiatkowski¹, R. Prokopowicz¹,
G. Wojtania¹, M. Dorosz¹, A. Malinowska¹, R. Broda¹, A. Lankoff²,

1. Narodowe Centrum Badań Jądrowych, 2. Instytut Chemii i Techniki Jądrowej

1920

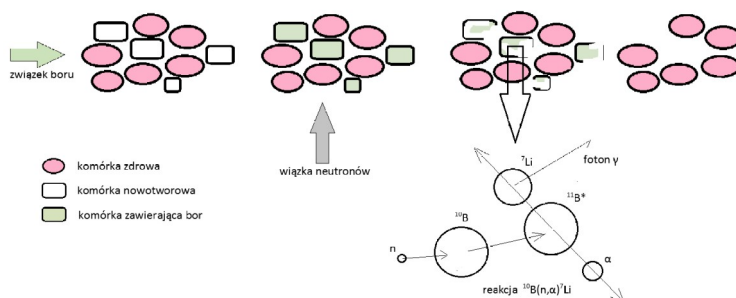
1920-2020



100 LAT POLSKIEGO TOWARZYSTWA FIZYCZNEGO

2020

Reakcja wychwytu neutronów termicznych na atomach boru $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$ wykorzystywana jest m. in. w terapii borowo-neutronowej (BNCT, z ang. Boron Neutron Capture Therapy), polegającej na napromienieniu m. in. zmian nowotworowych wiązką neutronów termicznych ($< 0,5$ eV) lub epitermicznych (0,5 eV – 10 keV) po uprzednim podaniu pacjentowi związku zawierającego w swojej strukturze izotop ^{10}B , który następnie gromadzi się w zmienionych komórkach. W wyniku reakcji $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$ (Rys. 1) emitowane są cząstka α (jon ^4He) i jon ^7Li o dużej gęstości jonizacji. Dla jednego z kanałów reakcji (o prawdopodobieństwie zajścia 94%, przy emisji fotonu γ o energii 478 keV) energie tych cząstek wynoszą odpowiednio 1,47 MeV i 0,84 MeV, a ich zasięgi w tkance są porównywalne z rozmiarami komórki (10 - 12 μm). W ten sposób niszczone są głównie te komórki, w których zgromadzony jest bor.



Rys. 1. Schemat przedstawia technologię BNCT, która opiera się na reakcji $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$. W jednym z kanałów reakcji (o prawdopodobieństwie zajścia 94%) emitowane są cząstka α i jon ^7Li oraz foton γ .

BNCT może być z powodzeniem stosowane m. in. w leczeniu nowotworów rozsiaanych i nieoperacyjnych oraz uciążliwych w leczeniu ze względu na miejsce położenia, np. blisko narządów krytycznych, stanowiąc alternatywę dla radioterapii konwencjonalnej. Nadal jednak niezbędne jest m. in. opracowanie odpowiedniego systemu monitorowania parametrów wiązki neutronów oraz dawki pochłoniętej przez pacjenta. Podczas jej szacowania należy nie tylko uwzględnić promieniowanie pochodzące z wiązki pierwotnej, ale również w wyniku oddziaływania tego promieniowania z atomami w tkance: fotonów γ (pochodzących z wiązki neutronowej i w wyniku oddziaływania neutronów termicznych z atomami wodoru oraz boru), jąder odrzutu powstałych w wyniku oddziaływania neutronów prędkich z atomami wodoru i węgla oraz cząstek α i jonów ^7Li pochodzących z reakcji $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$. Produkty tej reakcji stanowią dawkę terapeutyczną, która jest jedyną pożądaną składową całkowitej dawki pochłoniętej podczas napromieniania.

Zaprezentowana zostanie koncepcja unikalnego układu doświadczalnego z użyciem źródła neutronowego, w którym do badań produktów reakcji $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$ wykorzystane zostaną detektory CR-39 stosowane do pomiarów jonów. Przedstawione zostaną również główne kierunki rozwoju badań nad terapią planowanych w Narodowym Centrum Badań Jądrowych, gdzie powstaje stanowisko do badań nad BNCT.

Literatura:

1. N. Knake, M. Maciak, K. Maliszewska-Olejniczak, K. Tymińska, Ł. Murawski, G. Madejowski, K. Wójciuk, E. Michaś, G. Wojtania, M. Kuć, A. Drózd, M. A. Gryziński: Badania nad terapią BNCT w Polsce i na świecie, Inżynier i Fizyk Medyczny, 8, 2019, 289-295.

Słowa kluczowe: BNCT, hadronoterapia, neutrony, jony, terapia nowotworowa, związki boru, dozymetria

