XXI Studencka Sesja Plakatowa

Wyznaczanie strat energii cząstek α w powietrzu i aluminium oraz obrazowanie przy pomocy promieniowania X

Instytut Fizyki
Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ

AUTOR:
Tomasz Kowalski

OPIEKUN:
prof. dr hab. Andrzej Magiera

34

Abstrakt:

Prezentowany eksperyment miał na celu zbadanie, w jaki sposób cząstki *α* tracą energię przechodząc przez materię, oraz zobrazowanie i znalezienie wymiarów metalowego przedmiotu w drewnianym implancie. Wyznaczono również współczynniki absorpcji promieniowania X w różnych materiałach.

Podstawowe informacje:

Cząstki α pochodziły z rozpadu ameryku ^{241}Am. Cząstki rejestrowano detektorem półprzewodnikowym. Kalibrację kanał – energia przeprowadzono mierząc straty energii cząstek w folii Al oraz wykorzystując obliczone straty energii.

W pomiarach strat energii cząstek w powietrzu wyznaczono wielkość tych strat w funkcji znormalizowanej grubości warstwy powietrza – dla ciśnienia p_{max} d = 1, a dla ciśnienia p = 0 grubość warstwy się zeruje.

Ciężkie cząstki mogą być stosowane w terapii hadronowej, mającej wiele przewag nad klasyczną radioterapią. Zależny od energii zasięg ciężkich cząstek (maksimum LET – pik Bragga) umożliwia zniszczenie wyłącznie guza nowotworowego z oszczędzeniem obszarów przylegających.

Źródłami promieniowania X były lampy rentgenowskie z anodami Cu i Mo. Z wykorzystaniem monochromatora wyznaczono współczynniki absorpcji różnych metali (linie Kα). Otrzymane współczynniki absorpcji zależą od długości padającej fali oraz materiału absorbentu. Wyznaczano je metodą regresji, jak i obliczeń numerycznych, podstawiając natężenia promieniowania do odpowiedniego wzoru.

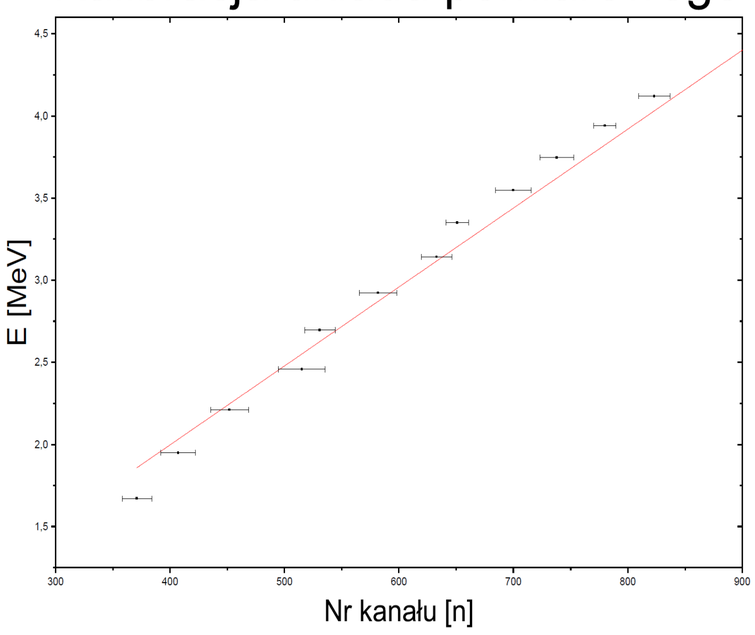
Badany implant naświetlono wiązką polichromatyczną (lampa Cu). Za implantem zainstalowano ekran fluorescencyjny ze skalą. Pomiarów wielkości widocznych obiektów dokonano w darmowym programie ImageJ.

Promieniowanie X jest wykorzystywane w diagnostyce medycznej (CT, RTG) oraz w radioterapii. Lepiej niż MRI obrazuje układ kostnoszkieletowy, kosztem gorszej rozdzielczości w tkankach miękkich (CT). Istnieje jednak możliwość stosowania środków kontrastowych na bazie jodu.

Uzyskane wyniki:

Straty energii cząstek α

Kalibracja układu pomiarowego

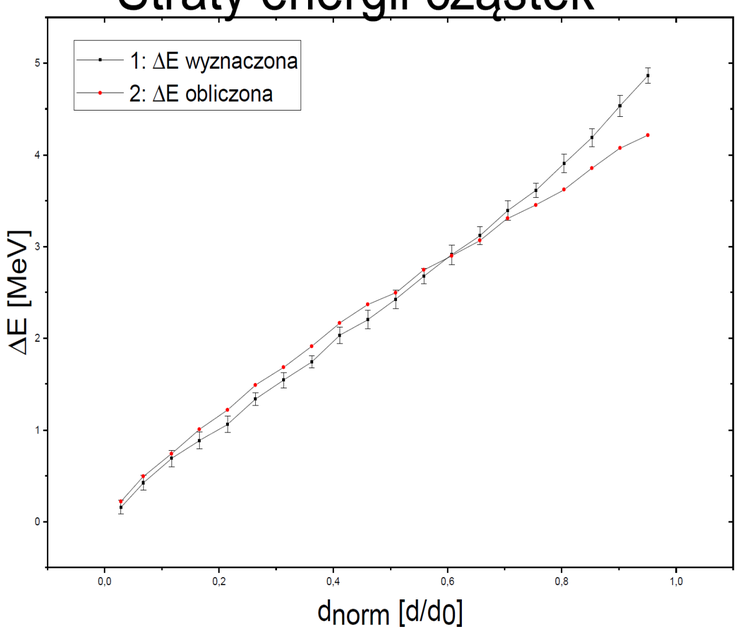


Parametry dopasowania

Parametr	Wartość parametru	R^2
A_1 [MeV/n]	0,00481 (24)	0.9718
B_1 [MeV]	0,07505 (1547)	

Energię cząstek przechodzących przez folię Al. obliczono z równania Bethego–Blocha, korzystając z darmowego programu SRIM 2008. Numer kanału, wraz z niepewnością (0.43FWHM), otrzymano doświadczalnie.

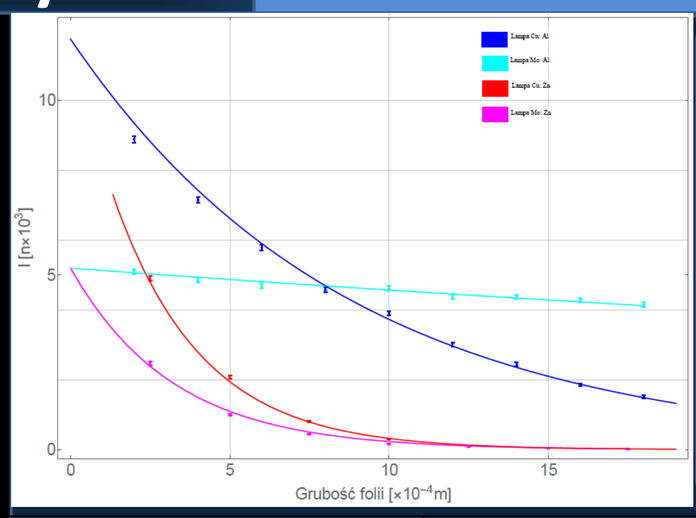
Straty energii cząstek



Otrzymane wyniki

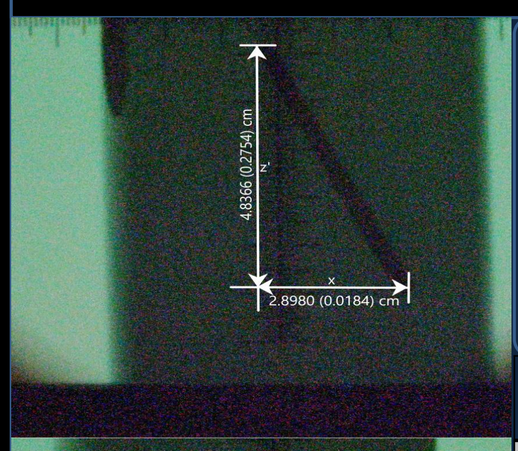
Na wykresie pokazano straty energii cząstek α w powietrzu w zależności od grubości jego warstwy (ciśnienia), wraz z obliczeniami teoretycznymi. Niepewności obliczono metodą różniczki zupełnej. d_0 wynosi 36.5 [mm] i odpowiada ciśnieniu atmosferycznemu w dniu pomiarów. Straty energii obliczone ustalono w sposób przybliżony na podstawie danych dostarczonych przez program SRIM 2008.

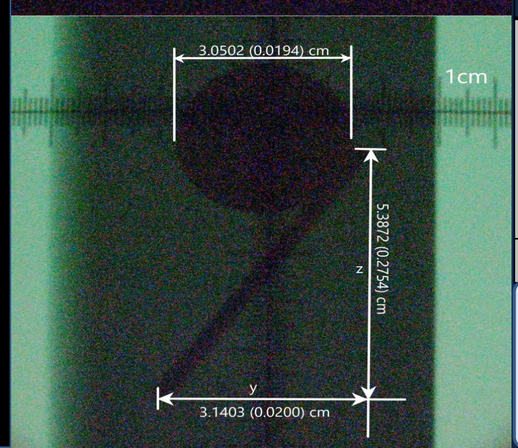
Obrazowanie i współczynniki absorpcji



Na wykresie (Mathematica 11.3) przedstawiono zależność natężenia promieniowania od grubości folii, przez którą przechodzi. Pomiary wykonano dla dwóch pierwiastków (Zn, Al) oraz dla dwóch długości fali: Cu K*a* oraz Mo K*a*. Widoczny jest wpływ długości fali na współczynnik atenuacji, tzn. μ = μ(λ). W doświadczeniu używano licznika Geigera-Muellera, stąd natężenie jest w jednostkach liczby zliczeń.

Rodzaj folii	Przejście	Wartość μ [μm⁻¹]
Al	Cu Kα	11483 (151)
	Mo Kα	1286 (44)
Zn	Cu Kα	36012 (463)
	Mo Kα	31155 (643)





Mierząc wymiary metalowego przedmiotu w drewnianym implancie, brano pod uwagę jego wymiary wzdłuż osi X, Y oraz Z. Następnie, po uśrednieniu wymiaru Z, wyznaczono długość pręta ze wzoru na przekątną graniastosłupa. Niepewność pomiaru ustalono podczas kalibracji programu ImageJ - poprzez dopasowanie dwóch rozkładów Gaussa w odpowiednich miejscach (opcja: Find Edges, Plot Profile).

Obiekt	*Wymiar*	*Wartość [cm]*	*Niepewność [cm]*
Pręt	*x*	2.8980	0.0184
	y	3.1403	0.0200
	z	5.1119	0.2754
	Długość rzeczywista	6.6626	0.2116
Koło	*Średnica*	3.0502	0.0194

Bibliografia:

1. Aparat PHYWE Expert Unit, *nota katalogowa*, - zdjęcie aparatu Phywe
2. IIPF UJ, IF UJ, *Instrukcja do ćwiczenia X4*
3. IIPF, IF UJ, *Instrukcja do ćwiczenia Z30* – zdjęcie układu doświadczalnego
4. K. N. Muchin, *Doświadczalna fizyka jądrowa*, str. 205 -221