

Oddělení fyzikálních praktik při Kabinetu výuky obecné fyziky MFF UK

Praktikum IV

Úloha č.A7 Spektrometrie záření α

Název: Pracoval: Martin Dlask. stud. sk.: 11 dne: 30.11.2010

Odevzdal dne: 14.12.2010

	možný počet bodů	udělený počet bodů
Práce při měření	0 – 5	
Teoretická část	0 – 1	
Výsledky měření	0 – 8	
Diskuse výsledků	0 – 4	
Závěr	0 – 1	
Seznam použité	0 – 1	
Celkem	max. 20	

Posuzoval:.....

dne:

Pracovní úkol:

1. Ověřte měřením, že směry výletu anihilačních fotonů vznikajících po β^+ rozpadu jader ^{22}Na svírají úhel 180° .
2. Určete pološířku úhlového rozdělení.
3. Vysvětlete tvar naměřeného úhlového rozdělení.

Teorie:

Pozitron je název pro anti-elektron. Jako takový má stejné vlastnosti jako elektron, ale jeho náboj je opačný. Při srážce elektronu s pozitronem dojde k anihilaci obou částic za vzniku tzv. Anihilačních fotonů. Ty mají dle zákona zachování hybnosti navzájem opačný směr pohybu a tedy navzájem svírají úhel 180° .

Pozitrony při prostupu prostředím neanihilují okamžitě, ale teprve ve chvíli, kdy se zastaví. Doba jejich života se pohybuje v rozmezí $10^{-7} - 10^{-10}\text{s}$.

Při průchodu prostředím ho ionizují čímž ztrácejí energii, dokud se nezastaví a nezanihilují.

Pro generování pozitronů v prvku využíváme nestability některých těžších prvků, u kterých dochází k B^+ rozpadu. Při tomto rozpadu jsou generovány pozitrony. Pro účely měření je poté výhodné, aby se pozitrony zastavili pokud možno co nejdříve a my mohli předpokládat bodový zdroj anihilačních fotonů. Z toho to důvodu je zářič obalen vrstvou materiálu s vysokým atomovým číslem, který zastaví pozitrony na požadované dráze. Vzniklé gama fotony poté měříme pomocí dvou scintilačních detektorů umístěných v jedné ose.

Scintilační detektory v principu převedou zachycený elektromagnetický impulz na elektrický impulz, který je poté zesílen. Při měření přístroj porovnává, zda oba detektory zaznamenaly impulz ve stejný čas a počet stejným impulzů s čítá po celou dobu měření měření.

Jelikož však detektory mají nezanedbatelnou plochu, tak jsou v jedné ose i při jejich vzájemnému pootočení o několik stupňů. Logicky tedy jsou-li vůči sobě detektory pootočený o 0° měl by být počet zachycených gama fotonů nejvyšší a budou-li se navzájem natáčet tak by měl klesat k nule, protože plocha detektorů, která bude v jedné ose bude klesat k nule. To vyplývá z předpokladu, že anihilační fotony musejí vždy svírat úhel 180° .

Vypracování:

Při měření jsem nejprve zkusil pootočit detektory o velký uhel zda něco nenaměřím. Naměřil jsem nezanedbatelný šum okolí, který do měření vnášel chybu. Čas měření t byl v obou měřeních 100s

a) Měření bez kolimátorů:

Statistická chyba mi při této části měření vyšla $< 3\%$ pro $\pm 5^\circ$ kolem 180° .

Poté jsem měřil počet zachycených impulzů způsobených anihilací pozitronů, při vzájemném pootáčení scintilačních detektorů. Nejdříve bez kolimátorů a poté s kolimátory.

Pološířku x jsem spočetl z rovnice regrese, již jsem proložil naměřená data. Chybu jsem pak odhadl z chyby jež mi vyhodil program Origin 6.0.

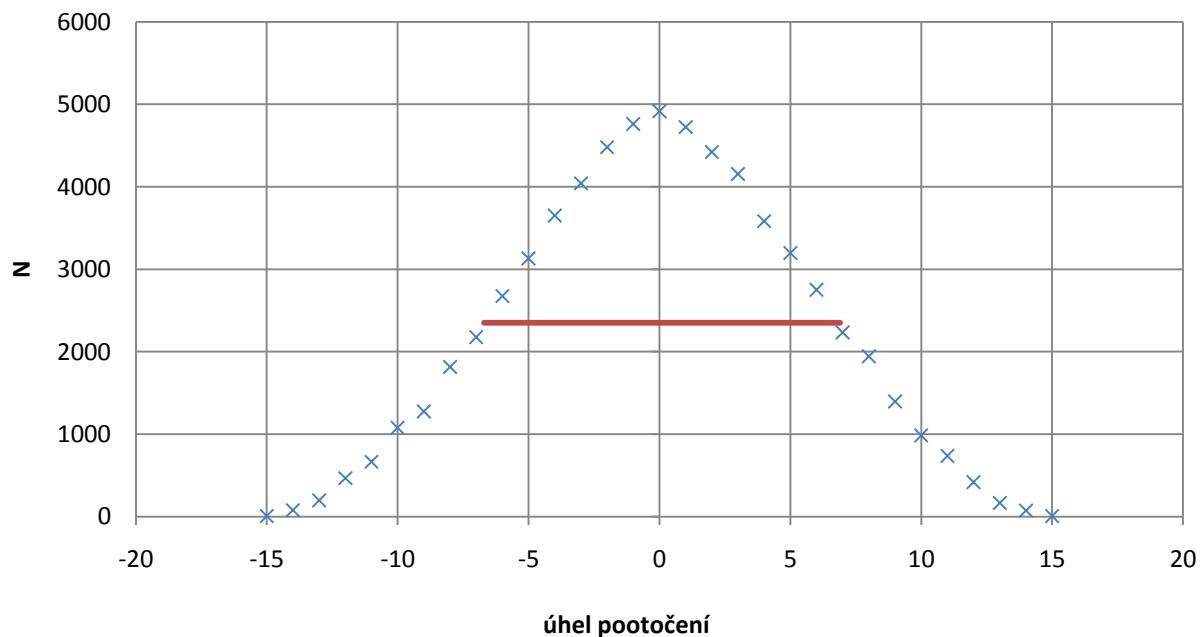
Velikost šumu: $Nb = 89$

Pološířka $x = (13,6 \pm 1,0)^\circ$

Tabulka č.1. Měření bez kolimátorů

[°]	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7
N	95	168	286	556	753	1168	1365	1903	2266
N-korigovane	6	79	197	467	664	1079	1276	1814	2177
[°]	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2
N	2764	3221	3739	4130	4569	4851	5004	4813	4510
N-korigovane	2675	3132	3650	4041	4480	4762	4915	4724	4421
[°]	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N	4244	3672	3285	2840	2323	2032	1484	1073	824
N-korigovane	4155	3583	3196	2751	2234	1943	1395	984	735
[°]	12	13	14	15					
N	507	254	162	96					
N-korigovane	418	165	73	7					

Graf č.1. Závislost počtu koencidencí na úhlu pootočení - bez kolimátorů



B) Měření s kolimátory:

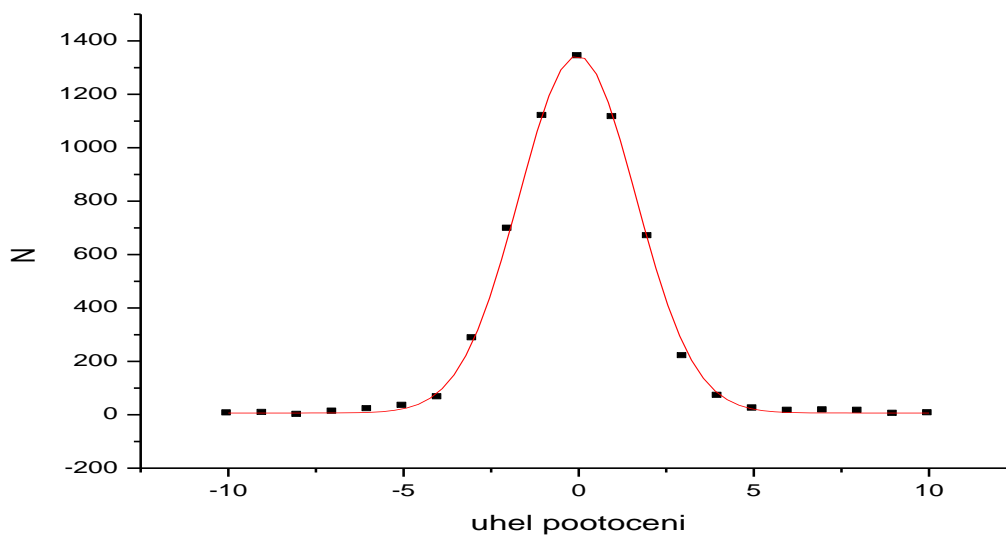
Statistická chyba mi při této části měření vyšla $\leq 3\%$ pro $\pm 2^\circ$ kolem 180° .

Velikost šumu: $Nb = 9$

Pološířka: $x = (4 \pm 0,5)^\circ$

Tabulka č.2. Měření s kolimátory

[°]	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2
N	13	15	8	20	29	42	74	295	705
[°]	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
N	1127	1351	1123	677	228	79	32	23	25
[°]	8	9	10						
N	23	12	14						



Diskuze:

Při měření chybu vytvářel například comptův rozptyl, jehož vlivem se nám do detektoru dostali i gamafotony, jež do něj nepatřili. Dále se domnívám, že měřicí přístroj neporovnával zda pulzy dorazili do obou detektorů ve stejný čas. Kdyby to dělal domnívám se, že by se dala chyby způsobená fotony z pozadí snížit.

K dalšímu snížení chyby by došlo, kdyby měření bylo prováděno v co nejlepším vakuu, díky čemuž by se nám snížili nežádoucí srážky s atomy plynu. Dalšího zpřesnění měření bychom docílili pokud bychom pokus prováděli v prostředí bez přísunu vnějšího zdroje elektromagnetického záření.

Do Grafu č.1 a č.2. jsem vynášel hodnoty korigované na šum pozadí. Z grafů je zřejmé, že tvar naměřené křivky je dán geometrii soustavy. Domnívám se, že tvar křivky je nejvíce závislý na aktivní ploše detektoru, protože jak jsem již řekl v teoretickém úvodu, úhel mezi anihilačními fotony je vždy 180° , což jsme ověřovali při měření.

Během měření nám bylo jedno s jakou intenzitou zářič září do různých směrů. Kdybychom chtěli zjišťovat i intenzity záření zářiče v různých směrech, pak bychom museli zářič obalit koulí scintilačních detektorů trojrozměrně a nikoliv rovinně jako v našem případě. Poté by bylo možné určit i s jakou intenzitou, ve kterém směru zářič září.

Závěr:

Naměřená data intenzit záření v závislosti na pootočení detektorů jsou v tabulkách č.1. a č.2.

Odpovídající charakteristiky jsem poté vynesl do grafů č.1. a č.2.

Dále jsem stanovil pološířku pro měření:

a) bez kolimátorů: $x = (13,6 \pm 1,0)^\circ$

b) s kolimátory: $x = (4 \pm 0,5)^\circ$

Literatura:

[1 studijní text k úloze A7 (http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/txt_407.pdf)