

Můžeme použít nový typ scintilátoru YAP k měření radonu?

M. Odstrčil
Gymnázium Postupická
michal@gmail.com

M. Honzíček
Gymnázium Mariánské Lázně
marek.honzirek@gmail.com

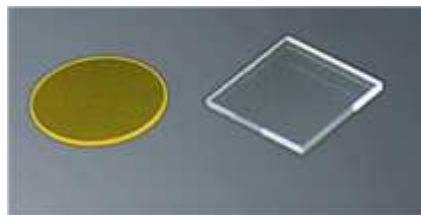
O.Šíma
SPŠE Brno
ondrej.breznev@seznam.cz

Abstrakt:

Cílem miniprojektu bylo zjištění, zda lze použít nový scintilátor YAP pro detekci radonu. Dále jsme zkoumali vlastnosti scintilátoru, například detekční účinnost a energetickou rozlišovací schopnost. Na závěr jsme provedli srovnání s ostatními detekčními přístroji.

1 Úvod

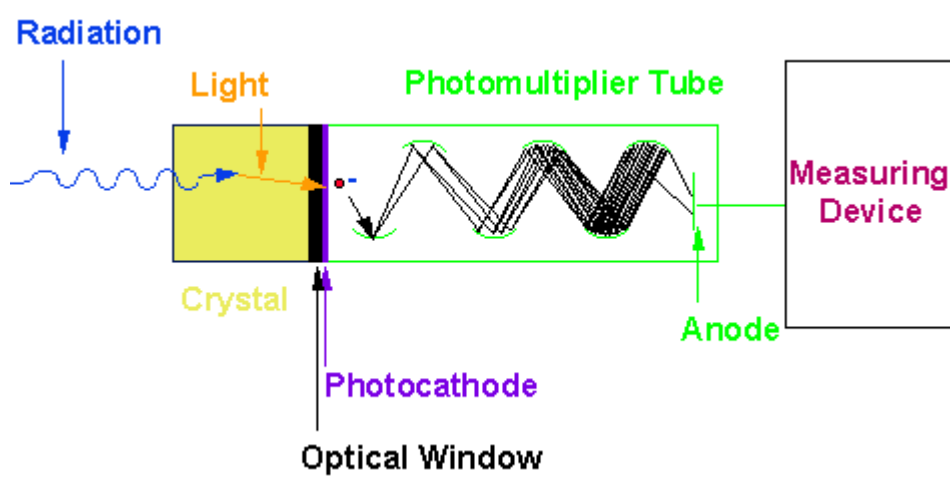
Radon je všudypřítomný přírodní radioaktivní plyn. Vzniká postupnou přeměnou uranu, který je v různých množstvích přítomen ve všech materiálech zemské kůry. Radon sám se přeměňuje na další radioaktivní prvky (izotopy polonia, olova a vizmutu), ty se při vdechování zachycují v dýchacích cestách a ozařují je. Odhaduje se, že pokud by lidé žili celý život v budově s koncentrací 200 Bq/m^3 , pak u 1-2 lidí ze sta by ozáření z radonu vyvolalo rakovinu plic. S rostoucí koncentrací přitom riziko úměrně roste. Z tohoto důvodu je nutné výskyt radonu monitorovat a měřit. K měření radonu používáme různé typy detektorů, například ionizační komory, polovodičové detektory nebo scintilátory. Naším úkolem bylo otestovat nový typ scintilátoru YAP.



krystal YAlO_3

2 Použité pomůcky

K měření jsme použili scintilační detektor YAP:Ce (Yttrium aluminum perovskite – oxid yttrito-hlinitý dopovaný cerem). Detekční aparatura se skládá z detekčního krystalu, fotonásobiče a analyzátoru. Detekční krystal je umístěn přímo v měřícím objemu, tudíž je v přímém kontaktu se zdrojem záření. Částice procházející krystalem způsobují záblesky světla, které jsou zaznamenávány a dále vyhodnocovány. Nosičem informace je tedy v tomto případě přítomnost (částice prošla) a intenzita (informace o energii) záblesku. Fotokatoda převede záblesky světla na elektrický signál, který je pomocí fotonásobiče zesílen. Informace jsou zpracovány v analyzátoru a přeneseny do počítače.



Princip scintilačního detektoru

Pro kalibraci a ověření funkce detektoru jsme použili etalon plutonium 239. Plutonium je zabudováno do povrchu Pt fólie, která je umístěna v duralovém držáku. Jako zdroj radonu 222 jsme použili radium 226 uzavřené ve středu válcového pouzdra.



Průtokový zdroj radonu a žaneta

3 Vlastní měření

Zjišťování vlastností detektoru:

V první fázi jsme museli nakalibrovat měřící přístroj. K dispozici jsme měli pouze jeden zdroj, a to plutonium 239. Plutonium 239 je zdrojem alfa záření o energii 5,15 MeV. Alfa

částice mají velmi krátký dosah, čehož jsme využili při kalibraci přístroje. Zdroj plutonia jsme postupně oddalovali od detekčního krystalu a tím jsme snižovali energii deponovanou v krystalu. Pro výpočet hodnoty snížení energie ve vzduchu lze využít empirický vzorec:

$$R[cm] = 0.31 \cdot E^{\frac{3}{2}}$$

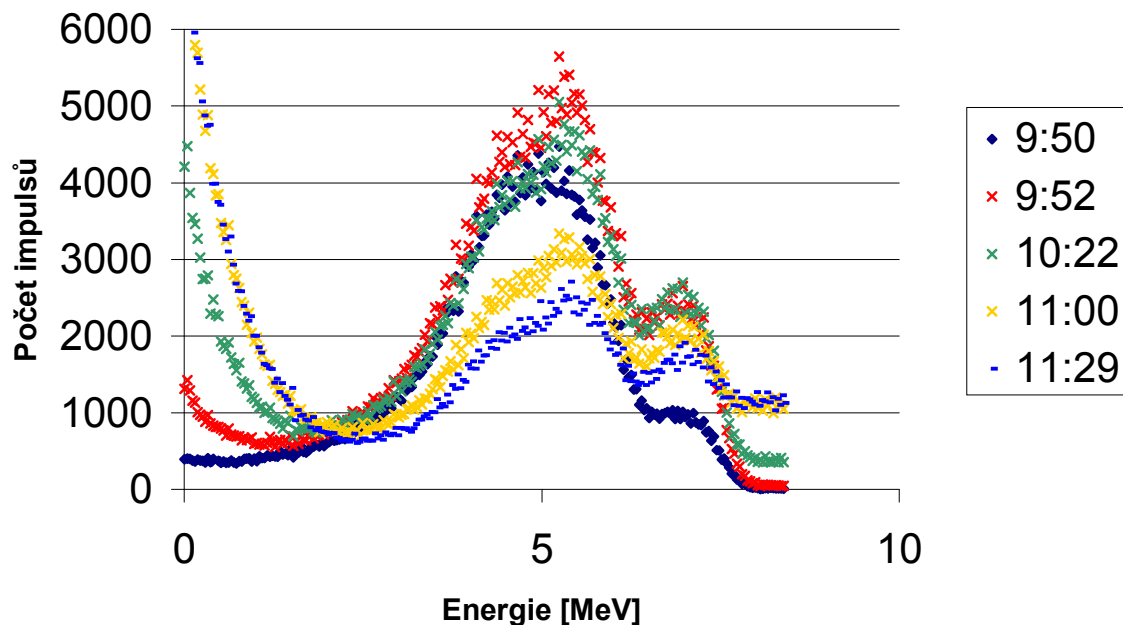
Dále jsme zjišťovali energetickou rozlišovací schopnost detektoru. Nejprve jsme zjistili energii píku a změřili jsme šířku píku v poloviční výšce (FWHM). Šířku jsme vydělili energií píku dle vzorce:

$$r(E) = \frac{FWHM(E)}{E} \cdot 100[\%]$$

Vypočtená hodnota energetické rozlišovací schopnosti byla 8,3 %. Poté jsme zjistili celkový počet zachycených částic za sekundu a porovnali jsme ho s údajem z certifikátu zdroje. Účinnost detektoru byla 95 %.

Měření radonu:

Pro měření jsme použili průtočný zdroj radonu 222, což je radium 226 uzavřené ve středu válcového pouzdra z nerezové oceli. Pomocí žanety jsme plyn přenesli ze zdroje do měřícího objemu detektoru. S časovými intervaly cca 15 min. jsme prováděli měření energetického spektra radonu a jeho dceřiných prvků.



Naměřené spektrum radonu a jeho dceřiných prvků

V grafu jsou vyneseny hodnoty zachycených impulsů z pěti měření. Je z něj pěkně vidět jak klesá množství radonu (ten nejvyšší pík) a zároveň stoupá množství produktů, to je vidět na

rostoucích pících vpravo od hlavního vrcholu. V tabulce níže vidíte jednotlivé produkty rozpadové řady a energie, které odpovídají jejich záření. Podle toho je lze identifikovat v předchozím grafu. Poměrně rychlý pokles aktivity radonu je také zapříčiněn únikem plynu z měřicí komory.

Isotop	Záření	Poločas	Energie α (MeV)
226 Ra	α	1599 r	4,7845
222 Rn	α	3,82 d	5,49
218 Po	α	3,05 min	6,002
214 Pb	β	26,8 min	
214 Bi	β	9,7 min	5,51
214 Po	α	163,7 μ s	7,687
210 Pb	β	22,26 y	
210 Bi	β	5,01 d	
210 Po	α	138,38 d	5,305
206 Pb	stabilní		

4 Shrnutí

Z naměřených výsledků je patrné, že scintilátor YAP má horší energetickou rozlišovací schopnost (8,3 % pro alfa částice plutonia 239). Detekční účinnost scintilátoru je 95 % v geometrii 2π . Scintilační detektor se však nehodí k použití v terénu, neboť k provozu je třeba zdroje vysokého napětí. Oproti polovodičovým detektorům má nižší pořizovací náklady. Celkově lze tento detektor doporučit na projekty, kde není požadována vyšší přesnost rozlišení energie záření.

5 Poděkování

Děkujeme naší supervisorce Simoně Trampotové, že si našla čas, aby se nám věnovala a že byla ochotna vysvětlit nám problematiku, o kterou jsme se zajímali a pomohla nám realizovat náš experiment. Chceme také poděkovat FJFI ČVUT a Nadačnímu fondu teoretické fyziky, že tuto akci zorganizovali a sponzorovali.

6 Reference

Zdroje informací:

Základy a principy detekce radonu, Zdeněk Berka
 Detektory ionizujícího záření, ing. Josef Gerndt
<http://www.crytur.cz>
<http://cs.wikipedia.org>
<http://www.suro.cz/>