

3.2 Zvuková a světelná signalizace přítomnosti zdroje záření v dosahu citlivosti indikátoru IRA-set

Pomůcky:

Indikátor záření IRA-set, zdroj záření ŠDZZ-1, stativ

Příprava:

Indikátor před vyučováním prověříme postupem podle 3.1. Clonu ŠDZZ-1 natočíme tak, aby červený bod byl proti písmenu B.

Pomůcky přehledně rozmístíme na stole.

Provedení ukázky:

Názorně předvedeme a pojmenujeme jednotlivé pomůcky. Na předváděcím stole umístíme stativ tak, aby posluchači viděli celou jeho délku. V souladu s obr.2.1 do velkého otvoru stativu ukotvíme indikátor stranou s vypínačem, tlačítkem a diodou k posluchačům. Do otvoru ve stativu vedle indikátoru vložíme ŠDZZ-1 tak, jako při kontrole účinnosti detekce v 3.1. Vyzveme k pozorování a vnímání zvukových a světelných efektů. Zapneme indikátor.

Asi po 30 sekundách vyjmeme ŠDZZ-1 a vzdálíme ho od indikátoru alespoň o 50 cm. Upozorníme na snížení četnosti efektů. Potom zářič přiložíme výstupem záření těsně k úzké části indikátoru, po chvíli ho znovu odložíme a indikátor vypneme. K dosažení účelu ukázky by mohly postačit 2-3 minuty provozu indikátoru.

Závěr:

Upozorníme žáky, že sledovali přeměnu energie záření na elektrický efekt a ten dále na světlo a zvuk. Detekci záření i jeho vyhodnocování lze ovšem provádět dokonaleji řadou jiných technik.

3.3 Zvuková a světelná signalizace efektu změny vzdálenosti mezi zdrojem záření a indikátorem IRA-set

Pomůcky:

shodné jako v 3.2

Příprava:

shodná jako v 3.2

Provedení:

Žákům viditelně předvedeme a pojmenujeme jednotlivé pomůcky. Na stole vybereme nebo vytvoříme přehledné místo pro stativ. Do stativu ukotvíme indikátor IRA-set tak, aby signálka směřovala do učebny (obr. 2.1). Do otvoru vedle indikátoru vložíme ŠDZZ-1 tak, aby červený bod i písmeno B směřovaly k indikátoru. Vyzveme žáky k pozorování a vnímání zvukové a světelné signalizace. Zapneme indikátor. Po 10-20 sekundách přeneseme zdroj záření do nejbližšího otvoru stativu. Upozorníme žáky na změnu četnosti signálů, ke které při tom došlo.

Potom znovu vrátíme zdroj záření k indikátoru a po chvilkách ho vzdalujeme od otvoru k otvoru a nakonec ho vzdálíme od indikátoru alespoň o 50 cm. Indikátor vypneme.

Závěr:

Připomeneme žákům, že se pokusem přesvědčili o výrazném úbytku signálu detekce záření při vzdalování zářiče od indikátoru. Z toho mohou i sami vyvodit, že člověka před účinky ionizujícího záření chrání zejména vzdálenost se z bezprostřední blízkosti zdroje záření.

3.4 Zvuková a světelná demonstrace efektu stínění detektoru před ionizujícím zářením

Pomůcky:

shodné jako v 3.2 s doplněním o soubor destiček 38 x 110 mm z mědi s tloušťkou 0,25 mm a destiček z aluminia a olova s tloušťkou 1 mm

Příprava:

shodná jako v 3.2

Provedení:

Předvedeme a pojmenujeme připravené pomůcky. Na předváděcím stole umístíme stativ s indikátorem natočeným signálkou do učebny. (obr.2.1). Do otvoru ve stativu vedle indikátoru vložíme zdroj záření ŠDZZ-1. Červený bod na cloně a písmeno B směřují k indikátoru. Pozici zdroje záření zajistíme kolíkem. Zapneme indikátor a vyčkáme, až žáci ocení a zapamatují si míru četnosti světelných a zvukových signálů.

Po předchozím upozornění vložíme do drážky mezi zářičem a indikátorem 1 ks Cu destičky a postupně přikládáme další. Při 3 destičkách projev zvukových a světelných signálů prakticky zanikne. Učitel připomene žákům, že zánik byl postupný a v závislosti na tloušťce stínícího materiálu.

V další části ukázky obnovíme stav detekce bez absorpční překážky. Potom vložíme do drážky hliníkovou destičku a nakonec olovenou destičku.

Závěr:

Absorpce záření není závislá pouze na tloušťce materiálu, ale i na jeho objemové hmotnosti a na jeho protonovém čísle. Na ochranu před ionizujícím zářením musí člověk optimálně zvolit druh materiálu stínění a jeho tloušťku.

3.5 Ukázka nalezení skrytého zdroje záření

Pomůcky:

shodné jako v 3.2, doplněné listem neprůsvitného papíru A4

Příprava:

shodná jako v 3.2

Provedení:

Na předváděcí stůl položíme stativ tak jako v 3.2. Do jednoho z otvorů vložíme zdroj záření ŠDDZ-1 červenou značkou a písmenem B k posluchačům. Nearetujeme. Sestavu zakryjeme listem papíru. Uchopíme zapnutý indikátor tak, aby jeho dioda a vypínač směřovaly k posluchačům. Pomalu přesouváme indikátor jeho úzkou částí s detektorem těsně podél krycího listu a stativu. Opakovaně se přesvědčíme o poloze místa s maximální četností záblesků a intenzitou zvuku. V tom místě ponecháme indikátor stát. Po odstranění krycího listu se ukáže, že stojí proti zdroji záření.

Závěr:

Přednášející žákům zdůrazní, že i velmi malé množství radioaktivity lze identifikovat a lokalizovat tak jednoduchým zařízením jako je indikátor záření IRA-set s GM trubicí. Praxe má v ČR k dispozici dokonale citlivé detektory, dozimetry, spektrometry a monitory, které mohou poskytnout odborníkům informace natolik přesné, aby mohli využití radioaktivity odpovědně plánovat i bezpečně realizovat.

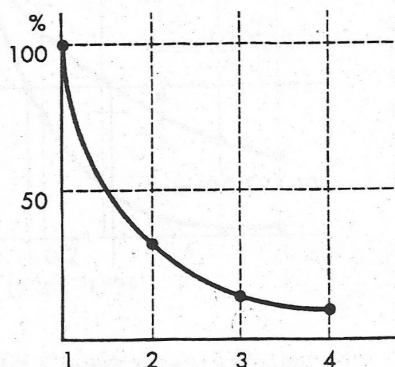
3.11 Stanovení účinku vzdalování detektoru od zdroje záření beta/gama (ŠDZZ-1)

Pomůcky:

Shodné jako v 3.9.

Příprava:

Technicky shodná jako ve 3.9, ale doplněna podle specifiky úkolu. Je potřeba zvolit měřicí interval 100 sec. Při nespokojenosti s dílčím výsledkem měření opakujeme a dále používáme střední hodnotu výsledků. Využijeme konstrukční řešení stativu, t.j. rozteče mezi otvory pro zdroj záření. Základní vzdálenost mezi zdrojem a indikátorem lze měnit na násobky 2, 5, 7. Měření provedeme jednak pro výstup záření beta (B) a jednak pro výstup záření gama (G). Polohu zářiče v prvních pozicích stativu aretuje kuličková západka. Pro zápis výsledků měření si připravíme formulář dle vzoru v příloze.



Provedení:

Započneme s měřením záření beta zářiče v pozici vedle indikátoru. Po dokončení jednotlivého měření vzdalujeme zdroj o jednu pozici. Totéž uskutečníme pro záření gama.

Pro vyhodnocení vlivu změny vzdálenosti je potřeba od výsledků měření odečítat signál pozadí stanovený v pokusu 3.8. Je poučné znázornit výsledek pokusu i graficky, jako to je na obr. 3.2

Obr. 3.2. Úbytek záření se vzdalováním zdroje (beta i gama).

záření beta	pozice ŠDZZ-1	N imp/100s	P imp/100s	N-P	%
	1	380	26	354	100
	2	130	26	104	29
	3	76	26	50	14
	4	64	26	38	10
záření gama					
	1	160	26	134	100
	2	62	26	36	27
	3	48	26	22	16
	4	36	26	10	8

Tab. 3.5 Příklad tabulky měření pro pokus 3.11 - stanovení účinku vzdalování detektoru od zdroje záření beta/gama (ŠDZZ-1)

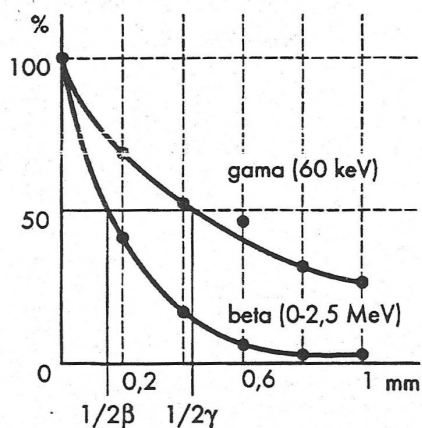
Závěr:

Pokus prokázal, že vzdálení detektoru o pouhých 12 cm od zdroje záření znamená snížení ozáření detektoru o 90%. Pokus potvrdil, že pro ochranu před ionizujícím zářením je zapotřebí zejména vzdálit se z bezprostřední blízkosti zdroje. (Výsledek pokusu nemůže být v ideální shodě s teorií, protože zdroj není bodový a svazek záření není homogenní vlivem kolimace otvorem ve cloně ŠDZZ-1). Záření od zdroje ubývá se čtvercem vzdálenosti (tj. intenzita záření je nepřímo úměrná druhé mocnině vzdálenosti zdroj - detektor).

3.12 Stanovení míry absorpce záření beta a gama v závislosti na tloušťce vrstvy stínícího materiálu

Pomůcky:

Shodné jako v 3.10 doplněné souborem absorpčních destiček ze slitiny CuZn (mosaz) s tloušťkou 0,2 mm



Obr. 3.3. Úbytek záření s růstem tloušťky stínění

Závěr:

Pokus prokazuje, že záření beta se ve vrstvě CuZn absorbuje účinněji než záření gama. 50% záření je zadrženo již vrstvou 0,1 mm. Stejný účinek pro záření gama s energií pouhých 60 keV vyžaduje vrstvu asi 0,45 mm. Z tabulky vyplývá, že záření beta s energií do 2,5 MeV (90Sr) je prakticky zcela odstíněno vrstvou 0,6 mm. Z hlediska ochrany před ionizujícím zářením pokus ukazuje, že stínění je třeba konstruovat podle druhu záření a jeho energie.

Poznámka:

V soupravách z roku 1995 jsou pro pokusy CuZn destičky nahrazeny 3 destičkami z hliníku po 0,3 mm a hliníkovou destičkou 1 mm. Z Cu materiálů může uživatel použít tloušťky 0,25 mm, 1,5 mm, 3 mm (clona) a jejich kombinace.

Příprava:

Stejná jako v 3.11 s tím rozdílem, že zdroj záření po dobu pokusu zůstane v pozici vedle indikátoru záření. Musí být zajištěn bočním kolíkem. Interval měření je 100 sec. Pro zápis výsledků si připravíme tabulku. Do drážky ve stativu se absorpční destičky budou vkládat, aby zaujímaly svislou polohu mezi indikátorem a ŠDZZ-1. Po stanovení závislosti pro záření beta je nutné pokus opakovat pro záření gama.

Provedení:

První měření provedeme bez vložené absorpční destičky. Další měření provádíme vždy po doplnění destičky. Postupně bude nabrána tloušťka vrstvy od 0 do 1 mm. Graficky jsou výsledky znázorněny na obr. 3.3.

druh záření	vrstva CuZn (mm)	imp/100s SDZZ-1 N	imp/100s pozadí P	N-P	%
beta					
	0,0	395	26	369	100
	0,2	140	26	114	31
	0,4	57	26	31	8
	0,6	34	26	8	2
	0,8	29	26	3	1
	1,0	33	26	7	2
gama					
	0,0	160	26	134	100
	0,2	116	26	90	67
	0,4	96	26	70	52
	0,6	87	26	61	45
	0,8	66	26	40	30
	1,0	61	26	35	26

Tab. 3.6 Příklad tabulky měření pro pokus 3.12 - stanovení míry absorpce záření beta a gama v závislosti na tloušťce vrstvy stínícího materiálu

druh záření	druh materiálu stínění	imp/100s SDZZ-1 N	imp/100s pozadí P	N-P	%
gama 60keV					
	bez	170	26	144	100
	dřevo	155	26	129	90
	Al	140	26	114	79
	Ti	110	26	84	58
	Fe	70	26	44	30
	Cu	55	26	29	20
	Pb	27	26	1	0
beta 0-2,5MeV					
	bez	370	26	344	100
	dřevo	241	26	215	63
	Al	78	26	52	15
	Ti	38	26	12	3
	Fe	29	26	3	1
	Cu	34	26	8	2

Tab. 3.7 Příklad tabulky měření pro pokus 3.13 - stanovení rozdílu v absorpci záření beta a gama v závislosti na protonovém čísle a objemové hmotnosti stínícího materiálu shodné tloušťky vrstvy

3.13 Stanovení rozdílu v absorpci záření beta a gama v závislosti na protonovém čísle a objemové hmotnosti stínícího materiálu shodné tloušťky vrstvy

Pomůcky:

Shodné jako 3.12. s tím, že namísto souboru destiček CuZn je použit soubor destiček ze dřeva, aluminia, oceli, mědi a olova. Tloušťka destiček je 1 mm.

Příprava:

Shodná jako v 3.12

Provedení:

První měření provádíme bez absorpční destičky a potom měříme průchod záření pro každou z výše uvedených absorpčních destiček. Výsledky zapisujeme do tabulky. Příklad výsledkové tabulky je uveden v tab. 3.7.

Závěr:

Pokus prokázal technickou snadnost stínění záření beta s energií do 2,5 MeV. Stínění záření gama i malé energie (60 keV) je obtížnější.