**Program zajištění radiační ochrany**

**pro pracoviště I. kategorie na Přírodovědecké fakultě Jihočeské univerzity, místnost 02 009, budova C, Branišovská 1760, 370 05 České Budějovice**

**(pracoviště I. kategorie, jednoduchý zdroj ionizujícího záření – uzavřené radionuklidové zdroje)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Datum | Funkce | Jméno | Podpis |
| účinnost od | 1.5. 2018 |  |  |  |
| vypracoval | 31.3.2018 | vedoucí praktika | Marcel Fuciman, Ph.D. |  |
| schválil |  | děkan PřF JU | prof. František Vácha |  |

**Použité zkratky**

BOZP – bezpečnost a ochrana zdraví při práci

JU – Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

PřF – Přírodovědecká fakulta

RO - radiační ochrana

UFY – Ústav fyziky a biofyziky

URZ – uzavřený radionuklidový zdroj

ZIZ – zdroj ionizujícího záření

ZDS – zkouška dlouhodobé stability

**1. Popis povolované činnosti**

a) Měření spekter gama záření 137Cs po odrazu na ocelovém kůlu – studium Comptonova rozptylu.

b) Proměření závislosti počtu rozptýlených alfa částic na úhlu rozptylu

**2. Místo výkonu povolované činnosti**

Pracoviště I. kategorie na Přírodovědecké fakultě Jihočeské univerzity, místnost 02 009, budova C, Branišovská 1760, 370 05 České Budějovice

**3. Specifikace druhů zdrojů ionizujícího záření v rámci povolované činnosti**

a) **Radionuklidový zdroj LABKIT-SR-Cs137** je klasifikován jako jednoduchý zdroj ionizujícího záření gama. Zdroj ionizujícího záření 5. kategorie zabezpečení. Jedná se o uzavřený radioaktivní zářič 137Cs s aktivitou 14,8 MBq ve formě pevného kovu, který je 2x zapouzdřen a zavařen v nerezovém pouzdru. Používá se jako zdroj kolimovaného gama záření. Dávkový příkon na povrchu nezakryté kolimační stěrbiny je 83μSv/hod.

b) **Radionuklidový zdroj AMRB1277** je klasifikován jako drobný zdroj ionizujícího alfa a gama záření. Zdroj ionizujícího záření 5. kategorie zabezpečení. Jedná se o uzavřený radioaktivní zářič 241Am s aktivitou 333 kBq ve formě AmO2 zapečeného do zlaté folie. Je zapouzdřen v nerezovém pouzdru s otvorem o průměru 2,5 mm. Používá se jako bodový zdroj alfa záření.

**4. Popis organizační struktury osoby vykonávající povolovanou činnost**

(organizační schéma s vyznačením funkcí a vztahů osob podílejících se na činnostech souvisejících se ZIZ)

**rektor JU** (držitel povolení, statutární zástupce právnické osoby)

děkan PřF (delegované pravomoci pro řízení činnosti fakulty)

dohlížející osoba

vedoucí UFY

vedoucí Fyzikálního praktika 4

radiační pracovníci UFY

studenti

ostatní pracovníci

**5. Práva, povinnosti a vzájemné vztahy fyzických osob, které řídí, provádějí nebo hodnotí povolovanou činnost**

Rektor JU

Je statutární zástupce držitele povolení. Odpovídá za zajištění zdrojů (materiálních, personálních, finančních) pro bezpečné nakládání se ZIZ a za plnění povinností při používání ZIZ v souladu s požadavky zákona č. 263/2016 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a souvisejících vyhlášek.

Pravomoci k řízení PřF deleguje na děkana fakulty.

Kvalifikační předpoklady – splnění požadavků § 13 a § 14 zákona č. 263/2016 Sb.

Děkan PřF JU

Odpovídá za zajištění zdrojů (materiálních, finančních, personálních) pro bezpečné nakládání se ZIZ a za plnění povinností při používání ZIZ v souladu s požadavky zákona č. 263/2016 Sb., a souvisejících vyhlášek. Zodpovídá za zavedení programu radiační ochrany na PřF JU.

Pravomoci k řízení UFY (Ústavu fyziky a biofyziky) deleguje na vedoucího ústavu. Jmenuje dohlížející osobu ve smyslu §43 vyhlášky č. 422/2016 Sb.

Kvalifikační předpoklady – splnění požadavků § 13 a § 14 zákona č. 263/2016 Sb.

Dohlížející osoba

* sleduje a hodnotí plnění povinností držitele povolení při zajištění všech opatření pro bezpečné nakládání se ZIZ
* pomáhá vedoucím pracovníkům při plnění povinností držitele povolení k zajišťování radiační ochrany, upozorňuje je na zjištěné nedostatky a podává jim návrhy na jejich odstranění
* zpracovává program zajištění radiační ochrany a dokumentaci požadovanou zákonem č. 263/2016 Sb. v posledním znění a dalšími prováděcími předpisy
* zajišťuje 1x ročně školení a ověření znalostí k bezpečnému nakládání se ZIZ radiačních pracovníků UFY a školení studentů o RO a vede o tom záznamy
* v souladu s pracovními pokyny řeší odchylky od běžného provozu a navrhuje nápravná opatření
* zodpovídá za monitorování pracoviště

Kvalifikační předpoklady – zvláštní odborná způsobilost k vykonávání činností zvláště důležitých z hlediska radiační ochrany.

Vedoucí UFY PřF JU

Odpovídá za zajištění zdrojů (materiálních, personálních, finančních) pro bezpečné nakládání se ZIZ a za plnění povinností při používání ZIZ v souladu s požadavky zákona č. 263/2016 Sb. v posledním znění a souvisejících vyhlášek.

* zodpovídá za zavedení a hodnocení programu radiační ochrany na UFY
* navrhuje děkanovi ustanovení dohlížející osoby
* stanoví vedoucího Fyzikálního praktika IV

Vedoucí Fyzikálního praktika IV

* dbá na bezpečné používání ZIZ na pracovišti, na dodržování provozních pokynů, programu monitorování a vnitřního havarijního plánu
* odpovídá za pořizování nových ZIZ a za technickou specifikaci ZIZ v objednávkách
* odpovídá za evidenci ZIZ v souladu s § 38, § 39 a § 40 vyhlášky č. 422/2016 Sb.
* odpovídá za inventarizaci ZIZ v souladu s § 41 vyhlášky č. 422/2016 Sb.
* určuje osobu, která provádí monitorování pracoviště a vede o těchto činnostech záznamy

Radiační pracovnící UFY

odpovídají za používání ZIZ v souladu s instrukcemi výrobce a platnými provozními pokyny, jsou povinni dodržovat vnitřní havarijní plán, program monitorování a instrukce dohlížející osoby týkající se používání a manipulace se ZIZ. V otázkách radiační ochrany jsou povinni řídit se pokyny vedoucího Fyzikálního praktika IV a dohlížející osoby.

* 1x ročně se účastní školení radiačních pracovníků UFY a podrobí se ověření způsobilosti k bezpečnému nakládání se ZIZ

Studenti

* jsou povinni řídit se platnými provozními pokyny, vnitřním havarijním plánem, instrukcemi vyučujícího radiačního pracovníka
* 1x ročně se účastní školení o bezpečném nakládání se ZIZ a podrobí se ověření způsobilosti k bezpečnému nakládání se ZIZ. V otázkách radiační ochrany jsou povinni řídit se pokyny vedoucího Fyzikálního praktika IV a dohlížející osoby.

Ostatní pracovníci

jsou povinni řídit se platnými provozními pokyny a vnitřním havarijním plánem. V otázkách radiační ochrany jsou povinni řídit se pokyny vedoucích laboratoří a dohlížející osoby.

**6. Popis způsobu řízení dokumentace a záznamů v rámci povolované činnosti, včetně seznamu této dokumentace a záznamů**

Rozhodnutí SÚJB, uložená po dobu jejich platnosti na děkanátě PřF:

* Povolení SÚJB k příslušné činnosti
* Doklad o zvláštní odborné způsobilosti dohlížející osoby

Dokumentace vypracovaná vedoucím Fyzikálních praktik, zkontrolována dohlížející osobou, posouzená SÚJB včetně její změny předložené SÚJB je uložena po dobu její platnosti na děkanátě PřF:

* Program zajištění radiační ochrany
* Pracovní postupy/provozní pokyny
* Program monitorování
* Vnitřní havarijní plán
* Vymezení sledovaného pásma
* Postupy optimalizace radiační ochrany

Dokumentace o ZIZ od dodavatele, uložená v laboratoři Fyzikálního praktika:

* Protokol o přejímací zkoušce
* Doklad o typovém schválení ZIZ
* Návod k použití a provozní pokyny pro bezpečné nakládání se ZIZ

Záznamy vedené dohlížející osobou, uložené 10 let v laboratoři fyzikálního praktika:

* Záznamy o proškolení pracovníků a ověření jejich znalostí
* Záznamy o proškolení studentů
* Záznamy o zkouškách dlouhodobé stability

Záznamy vedené vedoucím fyzikálního praktika (nebo jím určenou osobou), uložené 10 let v laboratoři:

* Záznamník výdeje a příjmu ZIZ
* Laboratorní deník

Záznamy vedené vedoucím fyzikálního praktika (nebo jím určenou osobou), uložené na 5 let v laboratoři:

* Protokoly o radiačních mimořádných událostech

Kopie, nebo originály dokumentace jsou přístupné dohlížející osobě, radiačním pracovníkům a studentům za účelem seznámení se s dokumentací v rámci školení prováděného jednou ročně nebo před započetím práce. Zásahové instrukce (součást VHP) jsou umístěny na přístupném místě na pracovišti.

**7. Popis způsobu předávání informací Úřadu**

Otázky radiační ochrany konzultuje vedoucí Fyzikálního praktika IV s   dohlížející osobou, zejména v souvislosti se změnou důležitých okolností a způsobu nakládání se ZIZ, (převzetí ZIZ, jeho předání, zrušení). Vedoucí Fyzikálního praktika ke každému jednotlivému případu změny zpracuje zprávu ve spolupráci s referentem pro komunikaci se SÚJB a referent předá tuto zprávu Úřadu elektronicky nebo v analogové formě.

Držitel povolení, prostřednictvím referenta, rovněž každoročně podává úřadu Hlášení o inventurní kontrole.

**8. Popis způsobu řešení neshod, včetně uplatnění nápravných opatření a vyhodnocení jejich účinnosti**

Ověřování programu zajištění radiační ochrany provádí dohlížející osoba ve spolupráci s vedoucím praktika průběžně, minimálně jednou ročně v rámci Hodnocení zajištění RO. Záznam o provedeném hodnocení zajištění RO podepsaný statutárním zástupcem DO zasílá SÚJB do 30.4. následujícího kalendářního roku. Zjištěné neshody oznámí vedoucímu UFY, případně děkanovi fakulty, kteří jsou povinni zajistit jejich neprodlené odstranění. Pokud je zjištěna neshoda mezi skutečným prováděním činností a jejich popisem v Programu zajištění RO, osoby odpovědné za danou činnost zajistí nápravu a dohlížející osoba reviduje Program zajištění RO. Revizi Programu zajištění RO také dohlížející osoba zajistí při změnách, které mají vliv na RO, na základě požadavků SÚJB nebo při změně legislativy. Revidované Programy zajištění RO předkládá držitel povolení k posouzení SÚJB.

**9. Popis systému informování a vzdělávání radiačních pracovníků a studentů v radiační ochraně a připravenosti k odezvě na radiační mimořádnou událost a ověřování jejich znalostí**

Informování radiačních pracovníků (RP) a fyzických osob, které se připravují ve  sledovaném pásmu (SP) na výkon povolání (studenti).

Všichni radiační pracovníci a osoby připravující se ve  SP na výkon povolání jsou informováni držitelem povolení (dohlížející osobou) o rizicích IZ a bezpečném nakládání se ZIZ v rozsahu § 50 odst. 1 písm. a), b), c), d), e), f) vyhlášky o radiační ochraně. Držitel povolení provede záznam o poskytnutí informací a radiační pracovník nebo fyzická osoba, která se připravuje ve  sledovaném pásmu na výkon povolání, ho potvrdí svým podpisem.

Vzdělávání Radiačních pracovníků

* **Zvláštní odborná způsobilost –** odborná příprava před složením ZOZ (20 hod kurz)adalší odborná příprava pro dohlížející osobu a osobu s přímým dohledem (6 h kurz jednou za 5 let)
* **Průběžné vzdělávání RP –** Držitel povolení zajišťuje systém průběžného vzdělávání dle požadavků § 50 odst. 3 vyhlášky a dle VHP. Školení se zúčastňují všichni radiační pracovníci, kromě dohlížející osoby, která tuto funkci na daném pracovišti vykonává. Termín: před zahájením práce a dále vždy min. jedenkrát za kalendářní rok. Znalosti jsou ověřovány zkouškou, o které je proveden záznam dle § 50 odst. 6 vyhlášky, a v případě neúspěšného složení jsou stanovena opatření k nápravě.

Záznamy o poskytnutí informací a o provedeném školení se ukládají u vedoucího Fyzikálního praktika IV.

**10. Popis rozsahu sledování, měření, hodnocení, ověřování a zaznamenávání veličin a skutečností důležitých z hlediska radiační ochrany**

Pracoviště je vybaveno měřákem dávkového příkonu Radiagem 2000. Během práce se ZIZ je na určeném místě ve sledovaném pásmu zapnut měřák dávkového příkonu. Po ukončení práce je odečteny maximálního hodnota ekvivalentu dávkového příkonu a celková hodnota dávkového ekvivalentu během práce se ZIZ a zaznamenány do laboratorního deníku. Podrobný popis je uveden v Programu monitorování.

**11. Popis způsobu zajištění poskytování pracovnělékařských služeb radiačním pracovníkům,**

Na pracovišti se nachází pouze radiační pracovníci kategorie B, pracovnělékařské služby nejsou vyžadovány.

**12. Popis metrologického zajištění měření a měřidel,**

Pracoviště je vybaveno stanoveným měřidlem: měřákem dávkového příkonu Radiagem 2000. Jednou za 2 roky je přístroj dán firmě LMIZ ČEZ a.s. nebo Český metrologický institut k ověření.

**13. Popis způsobu zajištění přejímacích zkoušek a zkoušek dlouhodobé stability**

Přejímací zkoušku URZ provádí dle §9, odst. (2), písmeno f) bod 8, zákona č. 263/2016 Sb. v posledním znění, majitel povolení SÚJB k hodnocení vlastností ZIZ. Přejímací zkoušku zajistí dodavatel URZ. Zkouška zahrnuje:

a) vizuální kontrolu celistvosti a neporušenosti zdroje ionizujícího záření,

b) zkoušku těsnosti formou otěru na náhradní ploše.

ZDS je prováděna firmou s povolením SÚJB k hodnocení vlastností ZIZ (např. Eurostandard, MGP Zlín, aj.):

a) vizuální kontrolou celistvosti a neporušenosti ZIZ,

b) ověřením údajů uvedených v osvědčení URZ,

c) zkouškou těsnosti formou otěru URZ, včetně stanovení nejistoty měření.

Zkouška dlouhodobé stability u zdroje LABKIT-SR-Cs137 je po doporučenou dobu používání (konec 7.10.2029) prováděna jednou za 15 let (zmírněné podmínky použití), poté každých 24 měsíců.

Zkouška dlouhodobé stability je u zdroje AMRB1277 prováděna jednou za 5 let (zmírněné podmínky použití).

**14. Rozsah a popis způsobu provádění zkoušek provozní stálosti**

Zkoušky povozní stálosti se neprovádějí.

**Příloha č. 1:**

**statutární zástupce**: doc. Tomáš Machula, Ph.D., Th.D., rektor

**děkan Přírodovědecké fakulty** (PřF) JU: prof. František Vácha, Ph.D.

**dohlížející osoba:** Mgr. Marcel Fuciman, Ph.D.

**vedoucí Fyzikálního praktika 4** (FPR4): Mgr. Marcel Fuciman, Ph.D.

**referent pro komunikaci se SÚJB**: Miloslav Švarc, vedoucí útvaru BOZP

**Příloha č. 2:**

**Laboratorní deník: *vzor***

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Jméno a příjmení | Datum | Čas začátku práce | Čas ukončení práce | maximální příkon ekvivalentu dávkového příkonu | celková hodnota dávkového ekvivalentu |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

**Záznamník výdeje a příjmu zdrojů ionizovaného záření: *vzor***

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Jméno a příjmení výdejce | Jméno a příjmení příjemce | Datum a čas vydání | Datum a čas příjmu | Identifikace zdroje | Poznámky |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

**Příloha č. 3. Vybavení pracoviště, specifikace přístrojů**

**měřič dávkového příkonu**:

Stanovené měřidlo, datum aktuálního ověření: 12.4.2016

Přenosné měřidlo dávkového příkonu Radiagem 2000

Typ sondy: energeticky kompenzovaná Geiger-Müllerova trubice

Měřící rozsahy: od 0,1 μSv/h do 100 mSv/h

Citlivost: 0,83 c/s na μSv/h

Displej: 0,01 do 99,9 μSv/h, 100 do 999 μSv/h, 1,0 do 99,9 mSv/h

Přesnost: ±15% hodnoty na displeji

Energetický rozsah: 40 keV až 1,25 MeV

**Další vybavení**:

scintilační detektor NaI:Tl + multikanálový analyzátor Osprey, fy Canberra

počítač

trezor na skladování ZIZ

**Příloha č. 4. Seznam zdrojů ionizujícího záření**

**Jednoduché zdroje:**

LABKIT-SR-Cs137,uzavřený radioaktivní zářič 137Cs s aktivitou 14,8 MBq ve formě pevného kovu, číslo zdroje: AE-6730, referenční datum 7.10.2014

**Drobné zdroje:**

AMRB1277, uzavřený radioaktivní zářič 241Am s aktivitou 333 kBq, číslo zdroje: AC-8824, referenční datum 17.9.2013

**Nevýznamné zdroje – etalony**:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Typ | Radionuklid | Aktivita | Referenční datum |
| EG 1 | Cs-137 | 17,6 kBq | 15.5.2014 |
| EG 1X | Co-60 | 36,36 kBq | 3.11.2014 |

**Příloha č. 5. Pracovní postupy**

jsou uvedeny v následujících zadáních úloh z Fyzikálního praktika IV.

**Název úlohy: Comptonův rozptyl**

**Předměty:** Fyzikální praktikum IV, kód: UFY/FPR4

 Fyzikální praktikum IV pro KS, kód: UFY/FPR4K

**Umístění:** PřF, budova C, místnost 02 009

**Očekávaná doba experimentu:** 2 hodiny

**Pracovní úkoly:**

1. Proveďte energetickou kalibraci detektoru

2. Ukažte, jak se mění energie gama záření v závislosti na úhlu rozptylu

**Pracovní postup:**

***A) Příprava před experimentem***

1. Před vstupem do místnosti 02 009 si odložte tašky, kabát apod. do zamykatelných skříněk. V laboratoři je zakázáno konzumovat jakékoliv nápoje a potraviny, žvýkat žvýkačky, kouřit.

2. Zapněte měřák dávkového příkonu Radiagem 2000 a položte na stůl k pravému vnějšímu okraji.

***B) Spuštění a kalibrace detektoru***

3. Ujistěte se, že detektor Osprey je připojen k měřícímu počítači.

4. Umístěte etalon 137Cs před detektor.

5. Spusťte počítač a v něm program ProSpect Gamma Spectroscopy Software a připojte v něm detektor Osprey.

6. Nastavte multikanálový analyzátor (MCA) dle Tabulky 1.

|  |  |
| --- | --- |
| **Parametr** | **Nastavení** |
| Acquisition mode | PHA |
| LLD mode | Automatic |
| LLD % | 0,1 |
| Polarity | Positive |
| ULD % | 100,0 |
| BLR mode | Automatic |
| Fast disc shape | Normal |
| Fast disc mode | Automatic |
| Manual fast disc | 1.0 |
| Rise time | 1.0 |
| Flap top | 1.0 |
| PUR Guard | 1.0 |
| Conversion gain | 2048 |

7. Nastavte zisk zesilovače tak, aby poloha fotopíku byla zhruba v 40% celého rozsahu spektra.

8. Naberte spektrum (takovou dobu, dokud ve fotopíku nebude alespoň 10 000 pulsů).

9. Uložte spektrum do souboru.

10. Vymažte spektrum.

11. Vyměňte etalon 137Cs za etalon 88Y.

12. Naberte spektrum (aby ve fotopíku bylo alespoň 10 000 pulsů).

13. Uložte spektrum do souboru a ukliďte etalony.

14. Natáhněte z paměti spektrum 137Cs.

15. Přetažením levým tlačítkem myši označte každý fotopík a určete centrální kanály pro energie 662keV, 836 keV a 1836 keV. Zaznamenejte si centrální kanály a neurčitosti pro každý pík.

16. V programu Excel vložte energie, centrální kanály a neurčitosti v kanálu. Zobrazte graf energie vs. kanály (neurčitosti zobrazte jako chybové úsečky).

17. Použijte tabulkový procesor k výpočtu kalibračních koeficientů. Tyto vložte do programu ProSpect v záložce Calibration.

***C) Měření Comptonova rozptylu***

18. Vyžádejte od vedoucího praktik zdoj LABKIT-SR-Cs137, položte je do polohy 180° a nasměrujte jeho štěrbinu na ocelový kůl v centru symetrie stolu/úhloměru.

19. Nabírejte spektra s dobou trvání 5 minut v úhlovém rozsahu 0-150° s kroky po 10°. (Celkem 16 měření.) Každé měření uložte.

20. Pro každé měření určete centrální energii rozptylového píku.

21. Po skončení měření vraťte zdroj záření vedoucímu praktik, který jej uloží zpět do trezoru.

22. Z přístroje Radiagem 2000 odečtěte celkovou dávku a zaznamenejte do laboratorního deníku.

***D) Zpracování dat***

23. V tabulkovém procesoru vykreslete graf energií rozptylových píků jako funkci úhlů a srovnejte výsledky s obrázkem 4-2 (Figure 4-2) z přílohy Experiment 4, str. 24.

24. Vykreslete graf převrácených hodnot energií (1/E’) jako funkce (1-cos θ). Použijte svůj graf a rovnici 4-1 (Equation 4-1) z přílohy a určete původní energii gama záření Eγ a klidovou hmotnost elektronu m0. Srovnejte se známými hodnotami.

**Název úlohy: Rutherfordův rozptyl**

**Předměty**: Fyzikální praktikum IV, kód: UFY/FPR4

 Fyzikální praktikum IV pro KS, kód: UFY/FPR4K

**Umístění:** PřF, budova C, místnost 02 009

**Očekávaná doba experimentu:** 90 minut

**Pracovní úkoly:**

1. Změřte závislost počtu rozptýlených α částic na úhlu rozptylu

**Pracovní postup:**

1. Před vstupem do laboratoře si odložte tašky, kabáty apod. do zamykatelných skříněk. V laboratoři je zakázáno konzumovat jakékoliv nápoje a potraviny, žvýkat žvýkačky, kouřit.

3. Zapněte měřák dávkového příkonu Radiagem 2000 a položte na stůl k pravému vnějšímu okraji.

4. Protože α částice mají ve vzduchu krátký dolet, provádí se experiment v uzavřené evakuované nádobě.

|  |
| --- |
|  |
| **Obrázek. č. 1:** Zapojení experimentu |

5. Zkontrolujte, že je měřící komora připojena pomocí pryžové hadice k vývěvě dle obr. 1.

6. Připojte měřící komoru k diskriminátoru a k čítači dle obr. 1. Nastavte dikriminátor na 0V. Propojení vezi detektorem a diskriminátorem proveďte krátkým, 25 cm dlouhým BNC kabelem.

7. Odejměte víko komory a nastavte štěrbinu detektoru (6 na obr. 2) do veritkální polohy. Upevněte zlatou folii se štěrbinou (4) do držáku (2). Požádejte vedoucího o vzorek 241Am a upenvěte jej na rameno (1) tak, aby mířil směrem na folii. Položte víko zpět na komoru a ujistěte se, že aretační kolík zapadl do předvrtaného otvoru.

|  |
| --- |
|  |
| **Obrázek č. 2:** Experimentální komora. (1) zdroj α částic 241Am, (2) otočný držák na folii s ramenem na uchycení zdroje α částic, (3) zlatá folie, (4) štěrbina, (5) otočné rameno (nepoužívá se), (6) detektor |

8. Zapněte vývěvu a evakuujte nádobu. Víko by se mělo samo přitisknout k nádobě a gumový kroužek by měl přitištěním víka vytvořit černý pásek. Pokud se víko nepřichytilo, přitlačte na něj rukou, dokud samo nedrží.

9. Odkloňte otočné rameno (5 na obr. 2) do pozice směrem ke stěně komory, v tomto experimentu se nepoužívá.

10. Zapněte čítač a nastavte jej pomocí tlačítka Mode do polohy NA,E. Rameno se vzorkem a folií nastavte do polohy 30°. V této konfiguraci bude na detektor dopadat minimální množství α částic.

11. Pomocí tlačítka start na čítači spusťte odečítání počtu detekovaných α částic. Vzhledem k tomu, že diskriminační napětí je nastaveno na 0 V a čítač zaznamená jakýkoliv signál (šum), dojde brzy k zahlcení čítače a display bude ukazovat ---.

12. Zvyšujte diskriminační napětí (za občasného zmáčknutí tlačítka reset) až na hodnotu, kdy šum právě klesne na nulu. Zaznamenejte si toto napětí.

13. Nastavte rameno se vzorkem a folií na úhel 0°. Čítač by měl zaznamenávat 10 – 100 událostí za sekundu. Zvyšujte diskriminační napětí do okamžiku, kdy začne počet pulsů klesat. Zaznamenejte toto napětí.

14. Nastavte diskriminační úroveň uprostřed mezi těmito dvěma mezními hodnotami.

15. Pomocí tlačítka GATE nastavte čas měření na 100 s. Změřte četnost α částic pro následující úhly rozptylu: 0°, +5°, -5°, +10°, -10°, +15°, -15°.

16. Pomocí zmáčknutí tlačitek GATE a MODE najednou lze ručně nastavit dobu měření. Pomocí tlačítka MODE (přidávání času) a GATE (odebírání času) nastavte čas na 200 s a proměřte rozptyl do úhlů +20° a -20°.

17. Podobně jako v bodě 16 změřte četnosti pro úhly +25° a -25° (600 s) a +30° a -30° (900 s). Dbejte, aby v každém měření bylo načteno alespoň 50 částic.

18. **Pozor!** Před vypnutím vývěvy nastavte rameno s folií kolmo k otvoru odsávání (tj. do polohy 0°, aby nedošlo k poškození folie názazem vzduchu. Před vypnutím vývěvy natlakujte komoru pomocí vpouštěcího ventilu u vývěvy, aby náhlým vyrovnáním tlaků při vypnutí vývěvy nedošlo ke vnikutí oleje z vývěvy do měřící komory. Po vyrovnání tlaků sundejte kryt komory a vypněte vývěvu.

19. Vraťte vzorek 241Am vedoucímu praktik a na měřáku dávkového příkonu odečtěte maximální hodnotu příkonu dávkového ekvivalentu a celkovou dávku a zaznamenjte tyto hodnoty do laboratorního deníku.

Zpracování dat:

20. Vypočtěte četnosti pro jednotlivé úhly N(θ)=n(θ)/t(θ), kde n(θ) je počet částic rozptýlených do úhlu θ a t(θ) je doba měření rozptylu do úhlu θ.

21. Vytvořte graf závislosti N(θ) na úhlu rozptylu.

22. Proložte graf křivkou $N\left(θ\right)=\frac{A}{sin^{4}\frac{θ-B}{2}}$, kde A je vertikální posuv a B je koeficient, který odpovídá odchýlení úhlové stupnice od skutečné nulové hodnoty.

**Příloha č.6**

**Protokol *vzor***

o školení radiačních pracovníků (studentů) Přírodovědecké fakulty Jihočeské Univerzity

Datum a hodina školení: xx.xx.20xx, xx hod.

Místo školení: Přírodovědecká fakulta, Jihočeská univerzita, budova C,

 Branišovská 1760, 370 05 České Budějovice

Program školení:

1. Všeobecné zásady radiační bezpečnosti.
2. Platná legislativa, Povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření a související dokumentace.
3. Ověření způsobilosti radiačních pracovníků k práci se zdroji ionizujícího záření.

**Seznam pracovníků, kteří absolvovali školení (jméno a příjmení, datum, podpis):**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Školení provedl (dohlížející osoba).