**Příloha č. 1 - Technická specifikace - Vybavení laboratoře atomové a jaderné fyziky**

**1. Studium beta rozpadu**

Jedná se o dodávku přístrojů pro novou úlohu v praktiku, vhodnou pro školní pokusy, která bude demonstrovat a umožňovat analýzu i měření radioaktivního rozpadu radionuklidů beta. Spektrum elektronů je detekováno magnetickým spektrometrem, který je tvořen cívkou a U magnetem a dále Giger Millerovou trubicí. Spektra elektronů z radionuklidů lze přímo statisticky a matematicky zpracovávat na základě spektroskopických dat změřených v rámci experimentu. Součástí přístrojového setu je magnetický spektrometr záření beta, který se kalibruje Hallovou sondou měřící velikost magnetického pole ve spektrometru v závislosti na proudu cívkou. Z geometrie systému spektrometru a polohy clon a z velikosti magnetického pole lze určit energii částic beta prošlých spektrometrem. Měřením četnosti prošlých částic v závislosti na energii se určuje energetické spektrum beta rozpadu. Dále lze na základě dodaného vybavení pro studium radioaktivního rozpadu provádět ověření Poissonova statistického rozdělení částic vyzařované v radioaktivním rozpadu pro různé typy beta radionuklidů.

**Součástí setu musí být:**

* magnetický spektrometr částic beta
* Hallova sonda tangenciální
* Teslametr pro měření velikosti magnetického pole
* Geiger-Müllerova (GM) trubice pro detekci beta částic, pracovní napětí 500 V
* Geiger- Millerův čítač – čítač částic beta příslušný ke GM trubici
* Příslušenství – všechny potřebné propojovací vodiče a síťové adaptéry
* radioaktivní zářič, Sr-90, 74 kBq, uzavřený, certifikát SÚJB
* notebook s externí myší pro zpracování spektroskopických dat
* Notebook – specifikace

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Minimální konfigurace: | Počítačová skříň: | notebook |
| Procesor: | CPU x86-64 kompatibilní, integrované grafické jádro, PassMark CPU Mark min. 3500 bodů (1250 single thread) dle www.cpubenchmark.net. Dodavatel uvede celkovou průměrnou hodnotu bodů ze všech měření. Tuto hodnotu zadavatel doporučuje doložit aktuálním printscreenem ze stránky www.cpubenchmark.net |
| Operační pamět: | min. 8 GB DDR4 |
| Pevný disk 1: | min. 250 GB, M.2 SSD |
| displej | 15.6" LED, rozlišení min. 1920x1080, matný |
| Grafická karta | integrovaná |
| Operační systém: | Operační systém: 64bitový operační systém, aktuální CZ verze nabízená výrobcem. Kompatibilní se stávajícím počítačovým prostředím univerzity. Licence umožňující downgrade na starší verze OS. OS podporovaný výrobcem (formou aktualizací) min. do roku 2025. Licence nesmí být formou upgrade ze starší verze OS. |
| výstupy: | HDMI konektor |
| klávesnice: | numerický blok |
| síť | GLAN (RJ-45), wifi |
| Rozhraní + funkce | min. 3 x USB konektor (z toho min. 1x USB3) |
| Záruka: | min. 2 roky |

* Součástí dodávky jsou certifikáty a povolení související s nakládáním se zdroji ionizujícího záření a současně dodaná zařízení musí být zabezpečena vhodným způsobem a určena pro školní demonstrace pokusů. Musí být zaručena konformita s evropskými pravidly radiační ochrany, povolení k používání ve školství.
* Dodané zařízení musí splňovat podmínku, že se jedná o stolní zařízení s rozměry a hmotností umožňující umístění na laboratorní stoly, nevyžadující specifickou konstrukci nebo přípravu elektrických rozvodů a sítě, přístroje nevyžadují aditivní chlazení nebo použití pracovních plynů, tlakových nádob apod.
* Součástí dodávky není univerzální napájecí zdroj max. výstupní proud 5A, plynulá regulace napětí v rozsahu 0-18V s bezpečnostními zdířkami, využijeme stávající napájecí zdroj již dostupný v praktiku, nicméně dodaná zařízení musí být se stávajícími přístroji kompatibilní.

1. **Studium rentgenového záření**

Jedná se o set přístrojů, který bude demonstrovat vznik charakteristického rentgenového záření, umožňovat ověření Moseleyho zákona a stanovení Rydbergovy konstanty, bude dále umožňovat analýzu spekter rtg. záření generované různými zdroji (Cu, Mo, Fe zdroj rtg. záření). Úloha je zaměřená na demonstraci a studium základních fyzikálních jevů probíhajících v elektronovém obalu atomu.

**Set přístrojů musí zahrnovat**

* kompaktní zdroj rtg. záření (rentgenka) s okénkem na pozorování
* konektor pro Geiger-Müllerův detektor, regulace 0...600 V
* Geiger-Millerův detektor (samozhášecí halogenidová trubice z chromové oceli, ochranná čepička slídového okénka, detekované záření beta, gama, pracovní napětí 500 V, mrtvá doba 0,1 ms, pozadí cca 15 imp / min, životnost minimálně 10E10 impulsů)
* vestavěný reproduktor pro akustickou indikaci měření Geiger-Müllerovým detektorem
* ze tří stran okénka do pracovního prostoru s umístěným goniometrem, optickou lavicí a detektorem záření
* experimentální pracovní prostor teplotně řízený a ventilovaný, osvětlení LED
* vestavěná optická lavice pro přesné a reprodukovatelné polohování přípravků v pracovním prostoru
* Goniometr k měření rtg. pod různými úhly v pracovním prostoru (automatická identifikace goniometru, plug and measure, autokalibrace, ovládání pomocí PC, dva nezávislé krokové motory pro otáčení vzorku a detektoru, samostatné otáčení vzorku nebo detektoru, vázané otáčení v poměru 2 : 1, možnost měnit úhlové rozlišení posunutím detektoru a clony, ochrana proti kolizi světelnými závorami, rozsah otáčení vzorku 0...360°, rozsah otáčení detektoru -10-170°)
* elektrický a mechanický zámek zamezující otevření pracovního prostoru při zapnuté rentgence
* elektrické propojovací panely uvnitř a vně experimentálního prostoru
* konektor pro energetický detektor,
* síťové napájecí napětí 110 / 240 V st, 50 / 60 Hz, příkon 200 VA
* možnost použití rentgenek Fe, Cu, Mo, bez potřeby justování
* rentgenka Cu, Mo a Fe k výměně ve zdroji rtg. záření
* pro detekci rtg. z různých zdrojů použití alternativních krystalů (krystal LiF a KBr).
* notebook s externí myší pro zpracování spektroskopických dat
* Notebook specifikace

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Minimální konfigurace: | Počítačová skříň: | notebook |
| Procesor: | CPU x86-64 kompatibilní, integrované grafické jádro, PassMark CPU Mark min. 3500 bodů (1250 single thread) dle www.cpubenchmark.net. Dodavatel uvede celkovou průměrnou hodnotu bodů ze všech měření. Tuto hodnotu zadavatel doporučuje doložit aktuálním printscreenem ze stránky www.cpubenchmark.net |
| Operační pamět: | min. 8 GB DDR4 |
| Pevný disk 1: | min. 250 GB, M.2 SSD |
| displej | 15.6" LED, rozlišení min. 1920x1080, matný |
| Grafická karta | integrovaná |
| Operační systém: | Operační systém: 64bitový operační systém, aktuální CZ verze nabízená výrobcem. Kompatibilní se stávajícím počítačovým prostředím univerzity. Licence umožňující downgrade na starší verze OS. OS podporovaný výrobcem (formou aktualizací) min. do roku 2025. Licence nesmí být formou upgrade ze starší verze OS. |
| výstupy: | HDMI konektor |
| klávesnice: | numerický blok |
| síť | GLAN (RJ-45), wifi |
| Rozhraní + funkce | min. 3 x USB konektor (z toho min. 1x USB3) |
| Záruka: | min. 2 roky |

* Dodané zařízení musí splňovat podmínku, že se jedná o stolní zařízení s rozměry a hmotností umožňující umístění na laboratorní stoly, nevyžadující specifickou konstrukci nebo přípravu elektrických rozvodů a sítě, přístroje nevyžadují aditivní chlazení nebo použití pracovních plynů, tlakových nádob apod.
* Součástí dodávky jsou certifikáty a povolení související s nakládáním se zdroji ionizujícího záření a současně dodaná zařízení musí být zabezpečena vhodným způsobem a určena pro školní demonstrace pokusů. Musí být zaručena konformita s evropskými pravidly radiační ochrany, povolení k používání ve školství.

1. **Vizualizace radioaktivních částic difúzní mlžnou komorou**

Součástí tohoto setu přístrojů bude následující vybavení, které umožní vizualizovat stopy kosmického a pozemního ionizujícího záření tak, že lze rozlišit různé druhy záření. Může být prováděna vizualizace částic alfa, beta, gama a mezonů. Lze provádět experimenty s umělými radioaktivními zářiči.

**Součástí setu musí být:**

Difůzní mlžná komora

- aktivní plocha minimálně 45 x 45 cm, chlazená minimálně na -30°C

- pracovní kapalina izopropylalkohol chemicky čistý

- objem zásobníku pracovní kapaliny minimálně 2 l, spotřeba ve standardním provozu maximálně cca 1 l / měsíc

- podsvícení komory zářivkou

- ruční ovládání komory případně týdenní program s časovým spínačem 7 x 24 hodin

- síťové napájecí napětí 230 V st, 50 / 60 Hz, příkon 900 VA

- vnější rozměry komory maximálně 640 x 640 x 600 mm, hmotnost maximálně 80 kg, držadla na přenášení komory

- zdroj ionizujícího záření Co-60, max. 74kBq

* Dodané zařízení musí splňovat podmínku, že se jedná o zařízení nevyžadující specifickou konstrukci nebo přípravu elektrických rozvodů a sítě, přístroje nevyžadují aditivní chlazení nebo použití pracovních plynů, tlakových nádob apod.
* Součástí dodávky jsou certifikáty a povolení související s nakládáním se zdroji ionizujícího záření a současně dodaná zařízení musí být zabezpečena vhodným způsobem a určena pro školní demonstrace pokusů. Musí být zaručena konformita s evropskými pravidly radiační ochrany, povolení k používání ve školství.