1. ÚVOD

Röntgenová (rtg) prášková difrakcia patrí spolu s optickou mikroskopiou k základným a najviac používaným identifikačným metódam štúdia minerálov a hornín. Pre minerály, ktoré nie je možné kvôli ich veľmi malým rozmerom študovať makroskopicky ani optickou mikroskopiou, je rtg. prášková difracia nepostrádateľnou metódou. Popri základnej charakteristike prírodných materiálov je nevyhnutnou metódou aj pri štúdiu modifikovaných prírodných nanomateriálov, či iných technologických produktov vychádzajúcich z nerastných surovín. Je to relatívne rýchla a lacná metóda, pri ktorej nie je potrebné veľké množstvo vzorky.

Nasledujúca časť je krátkym pohľadom na dvoch vedcov a ich objavy, ktoré podmienili vznik a široké uplatnenie tejto metódy. Kto nemá rád bibliografické údaje, môže sa priamo presunúť do nasledujúcej kapitoly. Bola by to však škoda. Dôvodom, prečo sme sem túto časť vložili, je aj snaha poukázať na to, že výnimoční vedci žijú rovnaký život ako všetci dookola. Líšia sa len tým, že objavili niečo veľké...

Boli to Röntgen a jeho objav röntgenových (rtg) lúčov v roku 1895 a von Laue, ktorý so svojim tímom objavil v roku 1912 difrakciu röntgenových lúčov.

1.1. Objav röntgenových lúčov

Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) sa narodil v nemeckom Lennepe, neďaleko Düsseldorfu. Keď mal tri roky, odišiel s rodičmi do Holandska, kde absolvoval základnú aj strednú školu. Inžiniersky titul získal na Polytechnickej škole v Zurichu. PhD urobil na Zurišskej Univerzite. Ako profesor fyziky pôsobil na Univerzite vo Würzburgu, neskôr aj ako rektor.

Obr. 1. Wilhelm Conrad Röntgen

Jeho objav ovplyvnil mnohých významných fyzikov, ako napr. Ampéra, Faradaya, Galvaniho, Torricelliho, Maxwella i ďalších.

Röntgen **(Obr. 1)** objavil X-lúče náhodne. Žiarenie pomenoval písmenom X a bol proti tomu, aby sa volalo po ňom. Stalo sa to v jeho

laboratóriu 8. novembra 1895, keď opakoval jeden zo svojich experimentov s katódovými (elektrónovými) lúčmi. Použil Hittorf-Crookovu trubicu, veľkú vákuovú trubicu s hliníkovým oknom, ktoré umožňovalo únik vygenerovaného žiarenia. Trubicu zakryl svetlonepriepustným lepenkovým papierom, pretože vedel, že elektrický výboj v trubici by mal vyprodukovať malé žiariace množstvo plynu, ktoré mu prekážalo pri jeho pozorovaní predpokladanej fluorescencie spôsobenej vychádzajúcim katódovým žiarením cez Al okno. Použil malý kúsok lepenky natretej platinokyanidom barnatým ako tienitko, ktoré malo dokázať prítomnosť fluorescencie. Experiment prebiehal v úplne zatemnenom laboratóriu. Použil vysokonapäťový výboj, ktorý vyprodukoval fluorescenciu pozorovanú iba pár centimetrov od trubice. Röntgen si však všimol aj slabé svetlo na lavici meter ďaleko. Skontroloval lepenku, či neprepúšťa svetlo a experiment zopakoval. Na lavici sa fluorescencia objavila znova. Vedel si to vysvetliť iba tak, že trubica vyžaruje ešte aj iné žiarenie ako katódové. Nasledovalo niekoľko dní, ktoré strávil v laboratóriu snažiac sa charakterizovať nové žiarenie. Nepodarilo sa mu zmerať jeho vlnovú dĺžku, ani idenfikovať interferenciu či difrakciu cez úzku štrbinu, ale prišiel k správnym záverom, že žiarenie sa šíri priamočiaro, spôsobuje zčernenie fotografickej dosky, je absorbované hmotou v závislosti na jej hrúbke a hustote, vytvára tieň absorbovaného materiálu na papieri natretom platinokyanidom barnatým, a predovšetkým, zhotovil prvú rtg. snímku časti ľudského tela **(Obr.2)**, čo malo veľký dopad na využitie X-žiarenia v medicíne. Za svoj objav dostal množstvo ocenení. Najvýznamnejšia bola Nobelova cena, prvá za fyziku, v roku 1901. Finančnú odmenu venoval Würzburgskej Univerzite. Nevyužíval výhody plynúce zo svojho objavu, odmietol aj titul von od bavorského princa.

Obr. 2. Röntgenov snímok ruky jeho ženy Anna Berthe, aj s prsteňom.

1.2. Objav difrakcie X-lúčov

Druhý prelomový objav sa uskutočnil o 17 rokov neskôr. Medzi objavmi X-žiarenia a difrakcie X-lúčov sa zhromaždilo veľa poznatkov o tomto žiarení, ale stále zostávalo jednou zo záhad fyziky. Fyzici stále nemali dôkaz, či jeho podstatou sú elementárne častice alebo vlnenie. Na jednej strane tu boli objavy Barkla o polarizácii rtg. žiarenia a charakteristických rtg. lúčov, na druhej strane boli objavy podporujúce časticovú alternatívu: Einsteinov

fotoelektrický efekt a Bragove ionizujúce plyny. Obaja uvažovali o tom, že u svetla je možné nájsť obe charakteristiky.

Max Theodor Felix von Laue **(Obr.3)** sa narodil 9. októbra 1879 neďaleko Koblenzu (Nemecko) a bol ústrednou postavou objavu difrakcie rtg. lúčov. Už v skorom veku prejavoval zvýšený záujem o experimenty. Počas jeho štúdia na protestantskom gymnáziu v Strasbourgu sa so svojimi dvoma spolužiakmi pokúsili zopakovať Röntgenov objavný experiment použijúc po domácky vyrobený galvanometer a chemikálie, ktoré im vypálili množstvo dier na šatách. Po gymnáziu študoval a pôsobil na univerzitách v Göttingene, Mníchove a Berlíne pod vedením Maxa Plancka resp. Arnolda Sommerfelda.

Obr. 3. Max Theodor Felix von Laue

Prvým krokom k objavu bola diskusia medzi Lauem a Petrom Evaldom o tom, čo sa udeje s atómami v kryštáloch, ak budú atakované elektromagnetickým žiarením s veľmi malou vlnovou dlžkou. Diskusia prerástla do pravidelných poobedných stretnutí v Café Lutz, kde sa stretávali členovia Röntgenovho a a Sommerfeldovho inštitútu. Neformálne výmeny názorov, diagramov a výpočtov kreslené ceruzkami na stôl, boli pre mladých vedcov vzrušujúce. Samozrejme, ich vzrušenie s nimi nezdieľala čašníčka, ktorá ten stôl potom musela umývať. Röntgen na tieto neformálne stretnutia nikdy neprišiel. Aj spolu so Sommerfeldom mal pochybnosti o hodnote takto vzniknutých teórii. Napriek tomu zanietenie mladých fyzikov viedlo k tomu, že predsa len Friedrich a Knipping začali experiment v apríli 1912. Ich druhý experiment poskytol rtg. snímku kryštálu síranu meďnatého, ktorá viedla Laueho k myšlienke matematického vyjadrenia daného fenoménu. Tento experiment umožnil všetkým trom ustanoviť tri pokrokové koncepty: 1. atómové častice vnútri kryštálov sú usporiadané pravidelne, trojdimenzionálne a v opakujúcom sa vzore; 2. toto pravidelné usporiadanie má rozmery približne rovnaké ako má rtg. žiarenie, a preto dochádza k difrakcii; 3. X-žiarenie má charakter vlnenia. von Laue pre svoj podiel na tomto objave dostal Nobelovú cenu za fyziku v roku 1914.