

VEDA, TECHNIKA A INOVÁCIE

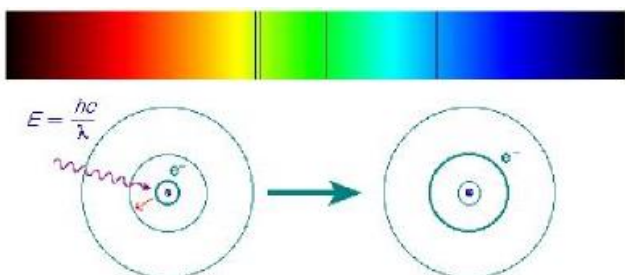
Spektroskopia: základné pojmy, klasifikácia metód a vybrané aplikácie

prof. Ing. Marcel Miglierini, DrSc., Slovenská spektroskopická spoločnosť

Základné pojmy spektroskopie

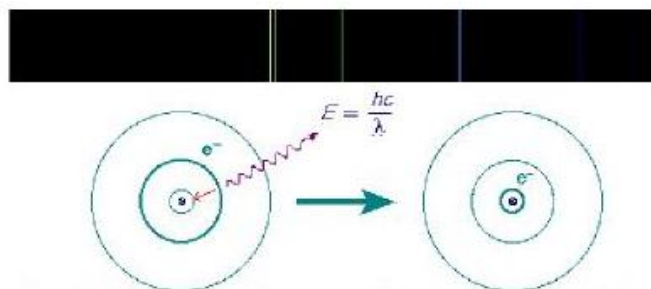
Všade okolo nás je prítomné elektromagnetické žiarenie, ktoré nám sprostredkúva informácie o okolitom svete. Kontinuálne sa šíri priestorom ako neustály tok svojich základných stavebných jednotiek s určitou energiou, ktoré sa nazývajú kvantá elektromagnetického žiarenia. Sú vlnovej povahy a ich energia sa dá vyjadriť ako $E = h \cdot \nu$, kde h je Planckova konštanta ($h = 6.625 \cdot 10^{-34}$ J.s) a ν je frekvencia príslušného žiarenia. Keďže vo vzduchoprázdne sa kvantá šíria priestorom rýchlosťou svetla ($c = 299\,792,458$ km/s), dajú sa pomocou nej vyjadriť aj jeho ďalšie charakteristiky, ako je vlnová dĺžka $\lambda = c/\nu$ alebo frekvencia $\nu = c/\lambda$. Takže zápis energie žiarenia môže vyzeráť aj takto: $E = hc/\lambda$. Ak teda poznáme niektorú z uvedených fyzikálnych veličín charakterizujúcich žiarenie, čiže energiu, frekvenciu či vlnovú dĺžku, vieme stanoviť ďalšie dve. Spektroskopiou definujeme ako použitie absorpcie, emisie alebo rozptylu elektromagnetického žiarenia látkou (atómami, molekulami, iónmi) na kvalitatívne alebo kvantitatívne stanovenie jej vlastností alebo na štúdium fyzikálnych procesov.

Absorpcia je proces, pri ktorom dopadajúca energia žiarenia excituje (vybudzuje) systém na vyššiu energetickú hladinu. To je schematicky znázornené na obr. 1, kde po dopade kvanta s energiou $E = hc/\lambda$ je táto využitá na prechod elektrónu v obale atómu (e-) na vyššiu energetickú hladinu. V príslušnom spektre elektromagnetického žiarenia potom tieto konkrétne energie „chýbajú“, čo sa prejaví diskretnými tmavými čiarami v spojitom spektre všetkých energií. Kvantá elektromagnetického žiarenia s energiami z oblasti optických a jadrových prechodov sa nazývajú fotóny.



Obr. 1 Proces absorpcie žiarenia látkou (atómom) (dole) a príslušné absorpčné spektrum (hore).

Pri emisii zas atómy alebo molekuly excitované na vyššie energetické hladiny emitujú (vyžarujú) takto získanú prebytočnú energiu a prechádzajú na nižšie hladiny, eventuálne naspäť do svojho základného stavu, ako je vidno na obr. 2. Uvoľnená energia sa vyžiarí vo forme fotónov s presne definovanými energiami (či frekvenciami alebo vlnovými dĺžkami), ktoré sú dané rozdielom v energetických hladinách elektrónov pri ich prechode medzi príslušnými elektrónovými stavmi. Výsledné emisné spektrum pozostáva zo sústavy diskretných spektrálnych čiar, ktoré sú charakteristické pre danú látku.



Obr. 2 Proces emisie žiarenia látkou (atómom) (dole) a príslušné emisné spektrum (hore).

Rozptyl elektromagnetického žiarenia je charakterizovaný zmenou smeru jeho šírenia sa v dôsledku interakcie s okolitým prostredím. Pri tom môže, no nemusí dôjsť k prenosu energie.

Tolko k definícii pojmu spektroskopia. Spektroskopia má teda veľmi úzke prepojenie so štruktúrou látok a vie odpovedať na otázky, ktoré súvisia s poznaním ich vlastností. Toto má veľký prínos pre optimalizáciu a vylepšovanie fyzikálnych a chemických vlastností materiálov pre ich praktické použitie. Základy spektroskopie položili v r. 1859 Kirchhoff a Bunsen zavedením metódy atómovej spektroskopie. Sú považovaní za stvorcov prvého spektroskopu. Pomocou neho bolo možné overiť Balmerov vzťah pre výpočet vlnových dĺžok elektromagnetického žiarenia emitovaného z atómu vodíka pomocou merania niektorej z nich. Tento nástroj následne dopomohol k potvrdeniu správnosti predstáv o stavbe a štruktúre atómov. Prepojil tak teoretické predpoklady s ich experimentálnym overením a tým významne prispel k rozvoju našich predstáv o stavbe a štruktúre hmoty.

Všetky následne vyvinuté spektroskopické techniky teda sledujú ten istý cieľ a to je rozšírenie a prehĺbenie našich znalostí o svete okolo nás.

Výsledkom meraní pomocou rozmanitých spektroskopických metód je spektrum vyšetrovanej látky. Spektrum je definované ako závislosť intenzity meraného elektromagnetického žiarenia od jeho energie. Tá však môže byť vyjadrená v rôznych fyzikálnych jednotkách, ktoré ale majú priamy súvis s energiou. Historicky sa zaužívalo, že napríklad jadrové spektroskopické techniky používajú pre vyjadrenie energie jednotky elektrónvolt. Jeden elektrónvolt (eV) je energia potrebná na to, aby jeden elektrón prekonal potenciálový rozdiel jeden volt. Iné typy spektroskopických metód zapisujú spektrá v závislosti na vlnovej dĺžke alebo frekvencii.

Podľa tvaru spektrálnych čiar potom rozlišujeme spektrá čiarové, pásové alebo spojité. Čiarové spektrá vykazujú diskkrétne hodnoty emisných alebo absorpčných čiar a pozorujeme ich hlavne v atómoch. Pásové spektrá majú omnoho širšie spektrálne čiary, no tie majú rozlíšiteľnú vnútornú štruktúru, čiže pozostávajú z veľkého počtu individuálnych diskrétnych čiar. Takéto spektrá zodpovedajú molekulám, kde sa popri elektrónových energetických stavoch uplatňujú aj dodatočné energetické hladiny ako dôsledok vibračných a/alebo rotačných pohybov jednotlivých atómov tvoriacich danú molekulu. Spojité spektrá nemajú žiadnu vnútornú štruktúru a jednoducho reprezentujú kontinuálne energie z určitého energetického intervalu. Typickým predstaviteľom spojitého spektra je napríklad žiarenie, ktoré vzniká v röntgenovej trubici alebo v synchrotróne.

Klasifikácia spektroskopických metód

Základné rozdelenie spektroskopických metód berie do úvahy mechanizmus, akým je detekované žiarenie vytvorené. Podľa toho hovoríme o spektroskopických metódach emisných, absorpčných, rezonančných a difrakčných.

Medzi emisné spektroskopické metódy zaraďujeme také techniky, ktoré registrujú žiarenie pochádzajúce z prechodov atómov alebo molekúl zo vzbudeného do základného stavu a toto žiarenie je uvoľňované do okolitého priestoru. Podľa energie emitovaného žiarenia ich rozdeľujeme na optické a jadrové. Do prvej skupiny patria také metódy ako atómová emisná spektroskopia, atómová alebo molekulová fluorescenčná spektroskopia či Ramanova spektroskopia. Medzi jadrové emisné spektroskopické techniky zaraďujeme alfa, beta alebo gama spektrometriu, pozitronovú anihilačnú spektrometriu

či Mössbauerovu spektrometriu v odrazovej geometrii prípadne s detekciou konverzných elektrónov alebo konverzného charakteristického žiarenia. Môžeme sem zaradiť aj niektoré techniky, ktoré využívajú urýchlené iónové zväzky, napríklad metódy PIXE a PIGE, čiže časticami indukovanú emisiu röntgenového, resp. gama žiarenia.

Absorpčné spektroskopické metódy využívajú absorpciu, teda pohltie žiarenia vyšetrovaným materiálom. Toto žiarenie pochádza z vhodného externého zdroja, ktorý je možné nájsť a následne použiť pre všetky energetické rozsahy elektromagnetického žiarenia. V tzv. optickej oblasti sú to rôzne výbojky, žiarivky, lasery alebo elektrický oblúk. Typickým predstaviteľom absorpčnej spektroskopie z tejto oblasti energií je spektroskopia UV/VIS, teda spektroskopia ultrafialového a/alebo viditeľného žiarenia. Do tejto kategórie patrí aj snád' najrozšírenejšia spektroskopická technika, ktorou je atómová absorpčná spektroskopia. S nižšími energiami elektromagnetického žiarenia pracuje IČ (infračervená) spektroskopia a ešte nižšími energiami mikrovlnná spektroskopia. Na druhej strane spektra žiarení sa nachádzajú energie jadrových prechodov, ktoré sú tisíc- až milión-krát väčšie ako energia optického žiarenia. Jednou z najrozšírenejších metód je Mössbauerova spektrometria v transmisnej (absorpčnej) geometrii.

Tretiu skupinu spektroskopických metód tvoria tzv. rezonančné techniky. Pri nich sa využíva prítomnosť magnetických alebo elektrických polí. Tie spôsobujú rozštiepenie energetických hladín elektrónov v obale atómu, no aj energetických hladín jadier atómov. Prechody medzi takto rozštiepenými hladinami sú z oblastí najnižších (rádiových) no aj najvyšších (jadrových) energií. Pozorované absorpčno-emisné procesy sú výsledkom vzájomných rezonancií, keď sú pohlcované, resp. vyžarované kvantá elektromagnetického žiarenia energeticky vzájomne totožné. Podľa toho, aké energie žiarenia sa pri týchto rezonančných procesoch uplatňujú, jedná sa o prechody medzi rozštiepenými elektrónovými hladinami alebo rozštiepenými jadrovými hladinami. Do prvej skupiny techník zaraďujeme napríklad spektrometriu elektrónovej paramagnetickej rezonancie (EPR) prípadne elektrónovej spinovej rezonancie (ESR). Do skupiny techník, ktoré využívajú rozštiepené jadrové hladiny, patria také spektroskopické metódy ako spektrometria jadrovej magnetickej rezonancie (NMR), feromagnetická rezonancia (FMR) alebo aj jadrová kvadrupólová rezonancia (NQR).

Hoci sa v názvoch niektorých spomínaných techník vyskytuje slovíčko „jadrová“, je rezonancia, t.j. prechod medzi rozštiepenými jadrovými hladinami, dosahovaná absorpciou či emisiou žiarenia veľmi nízkych energií z oblasti rádiových vln. Jedná sa totiž o rozštiepené energetické hladiny jadra, ktoré je v základnom stave a k ich rozštiepeniu bolo potrebné magnetické či elektrické pole. Keďže sa jedná o veľmi nízke energetické rozdiely medzi rozštiepenými hladinami, takéto spektroskopie patria medzi techniky s veľmi vysokým energetickým rozlíšením. Situácia je ešte vypuklejšia, keď skúmame rezonancie na jadrovej úrovni, no príslušné rezonančné prechody sa odohrávajú medzi rozštiepenými vzbudenými hladinami, a teda zodpovedajúce rezonančné energie sú z oblasti jadrového žiarenia, čiže minimálne o 13 rádov vyššie ako v prípade rozštiepených základných jadrových hladín. Pozor, nie 13-krát väčšie ale o 13 rádov vyššie! Typickým predstaviteľom je Mössbauerova spektrometria, ktorá využíva efekt bezodrazovej jadrovej gama rezonancie. Je to unikátna technika, ktorá má doposiaľ najlepšiu známu energetickú rozlišovaciu schopnosť na úrovni $1:10^{13}$. Pre porovnanie, atomárne spektrá majú energetické rozlíšenie $1:10^8$. Tento rozdiel piatich rádov znamená, že zo Zeme by sme boli schopní rozpoznať jednotlivé prsty ruky, ak by ich astronaut stojaci na Mesiaci od seba rozťahol. Pozorný čitateľ si určite všimol, že sme Mössbauerovu spektrometriu, presnejšie jej jednotlivé techniky, zaradili nie len do skupiny rezonančných, no aj absorpčných a emisných spektroskopických metód. Je to dané špecifikami tejto techniky. Keďže sa jedná o unikátnu spektrometriu, ktorá je navyše na Slovensku dostupná len na pracovisku autora (Obr. 3), budeme sa jej venovať bližšie na konci tohto príspevku.

Do poslednej skupiny spektroskopických metód, ktorých klasifikáciu sme spomínali v úvode, zaraďujeme difrakčné spektroskopické metódy. Ako napovedá aj ich názov, využívajú sa odlišnosti v technike monochromatizácie a fyzikálnej povahe detekovaného žiarenia. Patria sem také spektroskopické techniky, ako je Röntgenova analýza, elektrónová mikroanalýza (mikrosonda), či spektroskopie Augerových elektrónov. Opäť treba upozorniť, že veľmi rozšírená a značne medzi odborníkmi používaná metóda difrakcie röntgenového žiarenia (XRD – X-ray Diffraction) nie je vo svojej podstate spektroskopickou technikou, keďže zaznamenáva závislosť intenzity monochromatického žiarenia (žiarenia jednej vlnovej dĺžky či energie) od uhla, do ktorého je toto žiarenie rozptyľované vyšetrovanou látkou. Na druhej strane spektrum je definované ako závislosť intenzity registrovaného

žiarenia od jeho energie, bez ohľadu na to, či je to výsledok emisného, absorpčného alebo difrakčného procesu. Teda v prípade difrakčných spektroskopických metód zaznamenávame závislosť intenzity rozptýleného žiarenia od jeho energie.

Kvôli úplnosti spomenieme ešte jednu techniku, ktorá vo svojom názve síce nesie slovíčko „spektroskopia“, no podobne ako XRD sa nejedná o spektroskopickú metódu v zmysle definície spektra. Máme na mysli hmotnostnú spektroskopiю, ktorej výsledkom je záznam množstva registrovaných udalostí (ekvivalent intenzity žiarenia) od pomeru hmotnosti a elektrického náboja registrovaných iónov. Je to však historicky hlboko zakorenený názov, v ktorom slovo „spektroskopia“ reprezentuje synonymické označenie slova „analýza“. A preto, hoci významovo je označenie tejto techniky formálne nesprávne, neostáva nám nič iné, len sa s jeho používaním zmieriť.

Mössbauerova spektrometria

Ako sme už spomenuli vyššie, Mössbauerova spektrometria spĺňa kritériá pre zaradenie do všetkých troch skupín spektroskopických techník. V čom teda spočívajú špecifiká tejto metódy?

Keď atóm prechádza zo vzbudeného do základného stavu, vyžiari fotón s dobre definovanou energiou. Ten môže byť následne pohltý iným atómom toho istého typu (prvku), ktorý je v základnom stave. Po určitom čase nastáva prechod do základného stavu spojený s opätovným uvoľnením prebytočnej energie. Takto fungujú absorpčné a emisné procesy v atóme, ako bolo popísané vyššie. Na ich základe potom fungujú príslušné atomárne aj molekulové spektroskopické metódy. Keďže sa však kvantové energetické hladiny nachádzajú aj v jadre, v tridsiatych rokoch minulého storočia sa začalo s hľadaním rezonančnej fluorescence tiež v oblasti jadrového gama žiarenia ako ekvivalentu rezonančných procesov, ktoré sa odohrávajú v obale atómu.

Podstatný rozdiel medzi atómovou a jadrovou rezonanciou (fluorescenciou) tkvie vo veľkosti energie spätného odrazu, presnejšie v pomere energie spätného odrazu a prirodzenej šírky čiary. Spätný odraz nastáva po uvoľnení alebo pohltení fotónu príslušným objektom (elektrónom alebo jadrom atómu) ako dôsledok platnosti zákona zachovania momentu hybnosti. Prirodzená šírka spektrálnej čiary, čiže rozptyl v stanovení energie fotónov, je determinovaná nemožnosťou súčasne presne určiť energiu daného stavu a jeho dobu života, ako to stanovuje Heisenbergov vzťah neurčitosti. U atómového žiarenia je pomer energie spätného odrazu a prirodzenej šírky čiary zanedbateľný ($\sim 10^3$), avšak u jadrového gama žiarenia je veľmi vysoký ($\sim 10^5$).

Je to spôsobené tým, že energia jadrových fotónov je prinajmenšom o tri rády vyššia ako energia fotónov viditeľného svetla, čo spôsobuje vyššiu energiu spätného odrazu. Keďže rezonancia nastáva len za podmienky prekrytia emisnej a absorpčnej čiary, ktoré sú od seba vzdialené v dôsledku spätného odrazu, u atómového žiarenia ju môžeme bez problémov pozorovať. Inak povedané, energia spätného odrazu je „schovaná“ v prirodzenej šírke emisnej a tiež absorpčnej spektrálnej čiary. Na pozorovanie jadrovej rezonancie je však potrebné eliminovať vzájomný posun rezonančných čiar zdroja a absorbátora tak, aby nastalo ich prekrytie. V prípade voľných jadier je to však spojené so značnými experimentálnymi ťažkosťami.

Rudolf Ludwig Mössbauer postupoval pri riešení eliminácie energie spätného odrazu tak, že jadro žiariča zabudoval do kryštalickej mriežky. Energiu spätného odrazu potom preberie na seba celá kryštalická mriežka a nie len samotný jeden atóm. Takto je energia spätného odrazu úplne vykompenzovaná a rezonancia je plne zabezpečená. Tento proces sa nazýva bezodrazová jadrová gama rezonancia, známy dnes ako Mössbauerov jav. O výnimočnosti tohto objavu svedčí aj fakt, že hoci naň R. L. Mössbauer prišiel počas práce na svojej dizertácii ako 27-ročný, už o 3 roky zaň získal Nobelovu cenu.

Mössbauerov jav je bezprostredne spojený s procesmi vyžiarovania a pohltienia gama kvánt jadrami atómov v tuhej látke. Odohráva sa medzi tými istými typmi jadier v zdroji a v absorbátore (vzorke). Transmisná geometria experimentu radí Mössbauerovu spektrometriu medzi absorpčné spektroskopie. Pri tomto experimente fotóny gama vzorkou úplne prechádzajú, z čoho vyplývajú určité obmedzenia na rozmery absorbátora, ktorý by nemal byť hrubší ako 50 μm . Objemnejšie vzorky je možné merať v tzv. rozptylovej geometrii, pri ktorej je detektor umiestnený mimo smeru kolimovaného žiarenia zdroja a meria sa rozptylové žiarenie vzniknulé v procese deexcitácie absorbátora. Použitie tejto techniky zase radí Mössbauerovu spektrometriu medzi emisné spektroskopie. No a vo svojej podstate je to rezonančná spektroskopia, lebo všetky jej techniky využívajú jadrové gama rezonancie.

V porovnaní s inými analytickými metódami sa Mössbauerova spektrometria vyznačuje niekoľkými zvláštnosťami: Je to nedeštruktívna metóda, čiže vzorka nie je počas merania pozmenená. Pri experimentoch v transmisnej geometrii je potrebné pripraviť vzorku tak, aby bola dostatočne tenká, no plošne rozložitá. Využitie rozptylovej (odrazovej) techniky merania umožňuje analýzu objemných vzoriek. Potrebné sú však dlhšie časy snímania spektier, keďže sa uplatňuje aj

závislosť detegovanej odozvy na hĺbke. Je však možné skúmať povrchové stavy materiálov (napr. korózne produkty) z rôznych vrstiev pomocou detekcie charakteristického žiarenia alebo konverzných elektrónov namiesto rozptýleného mössbauerovského gama žiarenia.

Mössbauerova spektrometria je vysoko selektívna. Rezonančná čiara sa v spektre objaví len vtedy, keď sú vo vzorke prítomné rezonančné jadrá toho istého typu ako v použitom rádioaktívnom žiariči. Prítomnosť iných ako rezonančných jadier vo vzorke nemá ďalší vplyv na výsledok merania, len sa tým znižuje transmisia. Na druhej strane prítomnosť rezonančnej spektrálnej čiary indikuje existenciu predmetného (rezonančného) prvku vo vzorke.

Metóda je štrukturálne senzitivná. Polohy čiar, relatívne intenzity čiar a tvar spektrálnych čiar závisia na prítomnosti lokálnych elektrických či magnetických polí a možných dynamických vplyvoch zmien štruktúry látky v najbližšom okolí rezonančných atómov. Tieto parametre sú teda charakteristické pre odlišnosti rôznych látok a tak sa otvárajú dve analytické možnosti: (i) schopnosť odlíšiť rôzne zložky v rámci zmesi a (ii) možnosť rozlíšiť rôzne modifikácie zložky. S ohľadom na nevyhnutnosť eliminovať energiu spätného odrazu je však mössbauerovský experiment realizovateľný len na vzorkách tuhých látok. Toto obmedzenie sa dá zjemniť tým, že tekuté vzorky sú počas merania zmrazené. Vzorky v plynom stave nie sú použiteľné pre merania pomocou Mössbauerovej spektrometrie.

O určitej exkluzivite a výnimočnosti diagnostického potenciálu Mössbauerovej spektrometrie svedčí aj to, že miniatúrny mössbauerovský spektrometer bol vynesý na povrch planéty Mars, kde realizoval výskum zameraný na identifikáciu prítomnosti oxidov železa. Dokonca hneď ako súčasť troch vesmírnych misií, ktoré štartovali zo Zeme v polovici r. 2003. A hoci jedna sonda bola pri pristávaní zničená, dva vesmírne rovery s nainštalovanými mössbauerovskými spektrometrami úspešne zahájili svoju činnosť a prvé Mössbauerove spektrum bolo na Zem poslané 17.1.2004, teda skoro pred 20 rokmi. Ich plánovaná životnosť bola síce len 150 dní, no oba rovery komunikovali celkom 6, resp. 14 rokov (!) a po povrchu planéty Mars prešli 7,5 km, resp. 45 km aj keď pôvodný plán predpokladal presuny na vzdialenosť 600 m.

Analytické možnosti Mössbauerovej spektrometrie sa prejavili v širokej škále aplikácií skoro po objavení Mössbauerovho javu. Odvtedy sa táto spektroskopia uplatnila takmer vo všetkých oblastiach vedy, no najčastejšie vo fyzikálnej chémii a vo fyzike tuhých látok.

Je to metóda vhodná na analýzu mikroštruktúry, chemických väzieb, magnetických a elektrických interakcií, dynamických efektov, atď. Poskytuje totiž informáciu o druhu a obsahu jednotlivých komponentov neznámeho materiálu. Svoje uplatnenie našla v oblastiach ako sú archeológia, biológia, environmentalistika, fyzika, geológia, hutníctvo, chémia, kinetika kryštalizácie, magnetizmus,

metalurgia, mineralógia, úpravy povrchov, či vesmírny výskum.

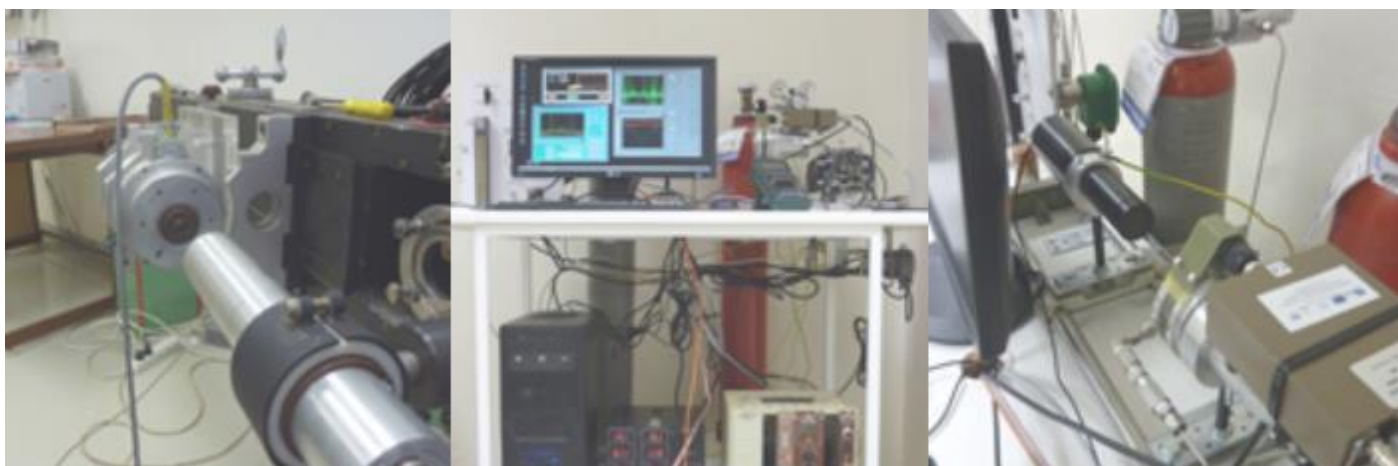
Bližšie informácie o fyzikálnych princípoch ako aj vybraných aplikáciách Mössbauerovej spektrometrie je možné nájsť na webovských stránkach SSS:

<http://www.spektroskopia.sk/spravodaj/Spravodaj28-1.pdf>

<http://www.spektroskopia.sk/spravodaj/Spravodaj28-2.pdf>

<http://www.spektroskopia.sk/spravodaj/Spravodaj29-1.pdf>

<http://www.spektroskopia.sk/spravodaj/Spravodaj29-2.pdf>



Obr. 3 Prístroje a zariadenia v Laboratóriu Mössbauerovej spektrometrie na Fakulte elektrotechniky a informatiky Slovenskej technickej univerzity v Bratislave

Zdroj: https://www.stuba.sk/sk/vyskume/dalsie-laboratoria-a-vyskumne-pracoviska-stu/laboratorium-mossbauerovej-spektrometrie-fei.html?page_id=7762

Na Festivale AMAVET 2023 rekordný počet ocenených

Ing. Ján Nemec, Asociácia pre mládež, vedu a techniku (AMAVET)

Počas uplynulého Týždňa vedy a techniky na Slovensku (TVT) sa konal **26. ročník Festivalu vedy a techniky AMAVET 2023** (FVAT), ktorý je už tradične jedným z hlavných podujatí TVT. V tomto roku padlo niekoľko rekordov. Na „**koncentráte umu**“, ako ho nazvali organizátori, sa stretol rekordný počet účastníkov, a to nielen postupujúcich vedátorov z krajských kôl, ktorých bolo 97 žiakov so 73 projektami. Spoločne so svojimi sprevádzajúcimi učiteľmi, členmi odbornej hodnotiacej komisie, zástupcami významných spoločností, akademickej obce a organizátormi to bolo podujatie veľkého významu, na ktorom sa zúčastnilo takmer 300 účastníkov. Popritom však vrástla aj kvalita projektov, a hodnotitelia „museli“ odovzdať najlepším aj viac cien, ktorými sú postúpenia na prestížne svetové súťaže a prehliadky vedecko-technických projektov. Festival AMAVET 2023 sa uskutočnil 9. – 10. novembra v priestoroch výstavniska Incheba v Bratislave a bol súčasťou veľtrhu Bibliotéka a výstavy Pedagogika, čo umožnilo aj ostatným návštevníkom týchto výstav vidieť najšikovnejších žiakov, budúcich vedcov a technikov z celého Slovenska. Boli to predovšetkým stredoškóľáci, ale okrem nich postúpili z krajských kôl aj niektorí talentovanejší žiaci zo základných škôl, pre ktorých už samotná účasť na celoslovenskom finále bola víťazstvom! K umu najšikovnejších žiakov z celého Slovenska prizval AMAVET aj úspešné, silné spoločnosti a širokú akademickú obec, ktorí tak spoločne vytvorili koncentrát umu!