

 **Projekt: Inovace oboru Mechatronik pro Zlínský kraj Registrační číslo:**

 **CZ.1.07/1.1.08/03.0009**

 **Elektromagnetická záření**

Světlo je elektromagnetické vlnění a jeho zdrojem jsou přeměny energie v atomech a molekulách svítícího tělesa. Získá-li atom větší energii (např. přivyšší teplotě), může tuto energii vyzářit v podobě elektromagnetického vlnění. Elektromagnetické vlnění je charakterizované vlnovou délkou, která určuje jeho fyzikální vlastnosti. Pro elektromagnetické vlnění se často používá také termín **elektromagnetické záření**.

Podle vlnové délky (respektive frekvence) elektromagnetického vlnění lze rozlišit několik druhů elektromagnetického záření. Hranice mezi jednotlivými druhy elektromagnetického záření není ostrá, přechody jsou plynulé nebo se oblasti jednotlivých druhů záření i překrývají.

 

Elektromagnetické spektrum je schématické znázornění elektromagnetického záření (vlnění) od nejkratších vlnových délek po nejdelší. Elektromagnetické záření nás obklopuje na každém kroku, využíváme jej, ale rovněž nám může i škodit. Vlny se liší svojí energií, vlnovou délkou a frekvencí.

V další části článku si jednotlivé druhy elektromagnetického záření podrobněji popíšeme. Zdrojem téměř celého spektra elmag. záření je Slunce, a to díky termonukleárním reakcím probíhajícím na jeho povrchu.

**Přehled elektromagnetického záření**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| druh záření | vln. délka /m (řádově) | frekvence / Hz (řádově) |  |  |
| nízkofrekvenční vlny | 104-106 | 102-104 |  |  |
| rádiové vlny (DV,SV,KV) | 101-104 | 104-107 |  |  |
| televizní a rozhlasové vlny (VKV) | 10-1-101 | 107-109 |  |  |
| mikrovlny | 10-4-10-1 | 109-1012 |  |  |
| infračervené záření (IR) | 10-6-10-4 | 1012-1014 |  |  |
| viditelné světlo | 10-7-10-6 | 1014-1015 |  |  |
| ultrafialové záření (UV) | 10-9-10-7 | 1015-1017 |  |  |
| rentgenové záření (RTG) | 10-12-10-9 | 1017-1020 |  |  |
| gama záření | 10-15-10-12 | 1020-1023 |  |  |

**Rádiové vlny**

Nejdelší částí elektromagnetického spektra jsou rádiové vlny s vlnovou délkou v řádu jednoho metru až několika kilometrů. Využívá se v komunikačních technologiích, jako je rádio, internet, bezdrátové telefony a televizní vysílání. Rádiovými vlnami lze zkoumat i vesmírné objekty (radioastronomie). Rádiové vlny se uplatňují i v diagnostické zobrazovací metodě magnetické rezonanci – zde způsobují odchylky v rotaci protonů vodíku.

Radiové vlny se dále dělí na

**Extrémně dlouhé vlny** o frekvencích 300 Hz až 3 kHz.

**Velmi dlouhé vlny (VDV)**  o frekvencích 3 až 30 kHz - námořní a letecká navigace, meteorologické služby.

**Dlouhé vlny (DV)** majífrekvence 30 až 300 kHz. Použití pro rozhlasové dlouhé vlny, radiokomunikace, meteorologické služby.

**Střední vlny (SV)** mají frekvence 0,3 - 3 MHz a běžně se používají k přenosu rozhlasového vysílání (SV), radionavigaci a komunikaci na malé a střední vzdálenosti.

**Krátké vlny (KV)** o frekvencích 3 - 30 MHz - radiokomunikace na střední a velké vzdálenosti, rozhlasové krátké vlny, amatérská pásma.

**Velmi krátké vlny (VKV)** o frekvencích 30 - 300 MHz. Na těchto vlnách se vysílá frekvenčně modulované rozhlasové vysílání a některé televizní kanály (I., II. a III. tel. pásmo).

**Ultra krátké vlny (UKV)** o frekvencích 0,3 - 3 GHz. Vysílají se na nich další televizní kanály (IV. a V. pásmo)a digitální televize. Pracují zde i další radiokomunikační služby (mob.telefony, Wi-Fi)

**Super krátké vlny (SKV)** o frekvenci 3 až 30 GHz - radiolokace, radioreléové spoje, telekomunikace, satelitní spojení,.

**Extrémně krátké vlny (EKV)** o frekvenci 30 až 300 GHz - přistávací a říční radiolokátory, letecké výškoměry, radary.

**Mikrovlny**

Mikrovlny jsou elektromagnetické vlny o délce větší než 1 mm, ale menší než 1 m. Uplatňují se zejména při radiolokaci, produkuje je i magnetron v mikrovlnných troubách. Ty způsobují to, že molekuly obsažené v ohřívaném jídle se absorpcí mikrovln rozkmitají. Dalším využitím mikrovln je například léčba křečových žil.

Mikrovlnami lze prohřát materiál účinněji než pouhým ohřevem povrchu. Proto jsou využívány k vysoušení materiálů, například dřeva.

Faktu, že mikrovlny ohřívají hlavně vodu, se využívá i při sušení starýchknih a listin. Mikrovlny jsou k písemnostem šetrné, vysouší rovnoměrně a ne od okrajů ke středu a navíc rychle. Toho se využívalo např. při povodních v roce 2002.

### Hubení domácích škůdců a vysoušení zdiva - Opět nevyužívá principu, že mikrovlny ohřívají vodu - tělavšech živočichů obsahují významné množství vody, takže působení mikrovln je usmrtí a okolní prostředí (dřevěné trámy, zdi) to nijak nepoškodí.

Mikrovlny mají řadu užití v diagnostice a léčbě pacientů. Mezi terapeutické metody patří mikrovlnná hypertermie, diatermie.

Mikrovlny se používají jako zbraně např. proti demonstrantům. Koncentrované mikrovlny vyvolávají nepříjemné reakce organismu a mohou způsobit i popáleniny.

**Terahertzové záření**, **T-paprsky** i **terahertzové paprsky** , anglicky T-rays je označení pro oblast elektromagnetického spektra ležící mikrovlnným a infračerveným zářením. Frekvence odpovídajícího elektromagnetického vlnění je 300 gigahertz až 3 terahertz, což odpovídá vlnové délce menší než 1000 µm a větší než 100 µm. Terahertzové vlny proniknouoblečením, papírem, dřevem,zdivem, umělou hmotou i keramikou. Škodlivost terahertzového záření nebyla dosud prokázána.

Existence T-paprsků je známáod začátku 20.století. Dlouhou dobu zůstávalo toto záření stranou zájmu, zejména pro technické potíže při jeho generaci a detekci. Rozvoj výzkumu nastal kolem roku 1990, po vynálezu zdrojů a detektorů terahertzového záření. Od počátku 21. Století se jednalo o oblast, kde docházelo poměrně často k novým objevům a očekávalo se, že toto záření nalezne i průmyslové využití, mluvilo se o něm jako o velmi nadějné oblasti pro zobrazovací techniky, s významem sahajícím od medicínské diagnostiky po monitorování znečištění životního prostředí.

Terahertzové záření má značný potenciál v řadě aplikací spektroskopii, nedestruktivní zkoušení , bezpečnostních technologií, biologii a medicíně, astronomii, měření velmi krátkých časových úseků a v telekomunikacích.

Terahertzové záření proniká několik milimetrů do tkání s nízkým obsahem vody. Jeho citlivost na obsah vody jej předurčuje k použití jako sondu některých typů nádorů. Na rozdíl od rentgenových paprsků je terahertzové záření neionizující, což znamená, že jeho energie je příliš nízká než aby mohlo jakkoliv poškodit tkáně.

V roce 2010 se uvažovalo o využití terahertzových skenerů na letištích.

Toto využití v roce 2010 nové technologie budilo kontroverze, jelikož terahertzový skener při kontrole osob vytváří fotografie, které částečně odstraňují oblečení, tím je ale umožněno, že například zbraně, výbušné pásy apod. jsou jasně viditelné, stejně jako další osobní předměty.

**Infračervené záření**

Infračervené záření má delší vlny než viditelné světlo, ale kratší než mikrovlny nebo rádiové vlny. Infračerveným zářením se šíří teplo vakuem např. ve vesmíru od Slunce na Zem. Na základě vyzařovaného infračerveného záření lze pomocí infrakamery stanovit teplotu předmětů. Při pohlcování infračerveného záření probíhá tepelná výměna a ozářené těleso se zahřívá.

Pro infračervené záření platí stejné zákony jako pro světlo, což umožňuje konstrukci optických soustav, v nichž se používají optické prvky (čočky,…) zhotovené ze speciálních materiálů (*NaCl*, …). Díky tomu, že infračervené záření vyzařují prakticky všechna tělesa, lze použít infračervený dalekohled i k pozorování ve tmě. Infračervené záření také snadněji proniká zakaleným prostředím (mlha, atmosféra Země, …) než světlo. Známé jsou např. snímky povrchu Země pořízené meteorologickými družicemi.

Infračervené záření je obdobné tomu záření, které produkuje samo lidské tělo. Je ve své podstatě obdobné slunečnímu záření bez škodlivých UV paprsků a bez frekvencí viditelného světla. Infračervené záření může vznikat z nekovových prvků. Tato forma energie přímo ohřívá okolní předměty sdílením tepla, přičemž nevyužívá pro přenos tepla okolní vzduch.

Již krátce po objevení IR záření byly konány pokusy o jeho zachycení a vizualizaci, tj. jeho převedení na obrazový signál. Snímá se buď vyzařování infračervených paprsků přímo z povrchu samotného sledovaného objektu nebo odražené záření z povrchu objektu, kterému je tepelná energie dodávána z nějakého dalšího vnějšího zdroje (zábleskové lampy, halogenové výbojky, infrazářiče, laser). Převáděním vyzařovaného nebo odraženého infračerveného záření povrchu na obrazový signál nebo záznam se zabývá termografie.

Obrazový signál se zobrazuje na monitoru v řadě barevných odstínů, z nichž každý znamená určitý teplotní rozsah. Na základě vyhodnocování zobrazených teplotních polí lze pak získat řadu cenných informací o nejrůznějších jevech, které nějakým způsobem souvisejí se změnou teploty, případně o jejich průběhu.

Snímací kamery mohou pracovat na principu tepelných snímačů, kde dochází při absorpci fotonů k oteplení citlivé části senzoru a pohlcená energie se vyhodnocuje nepřímo přes senzory teploty nebo v provedení jako kvantové snímače s vyhodnocením infračerveného záření cestou fotoelektrického jevu v polovodičích

Pomocí termografie lze zabránit mnoha závadám, ke kterým by mohlo u různých zařízení v provozu dojít. Termografická technika (termovize) je dnes už nepostradatelná v různých průmyslových odvětvích, ale i v energetice, stavebnictví dopravě a v medicíně.

Infračervené záření obsahuje podstatnou část sluneční energie. Z biologie a klinických pozorování víme, že tato energie je selektivně vstřebávána různými orgány a ústrojími. Infračervená energie přitom mimořádně pozitivně ovlivňuje celou řadu hojivých procesů.

Orgány se díky infračerveným paprskům, pronikajícím do těla, stimulují. Tento děj je při zvýšení teploty v místnosti provázen intenzivním pocením. Vnitřní zvýšení tělesné teploty je důsledkem přímé stimulace svalů a orgánů, a vede ke zvýšení prokrvení svalstva a urychlení krevního oběhu. Současně se z těla odbourávají některé odpadní látky (tuk, těžké kovy, jedovaté látky aj.). Odcházejí z těla spolu s potem. Pocení za účasti infračerveného světelného záření má zejména pozitivní vliv na vylučování těžkých kovů z těla. Tohoto se velmi dobře využívá v infrasaunách.

**Viditelné světlo**

Jak napovídá název, jde o tu část spektra, kterou je schopno naše oko vnímat. Na základě odraženého světla rozlišujeme barvy. Bílá barva odráží všechny barvy světla, černá je všechny pohlcuje. Barvu předmětu charakterizuje odražená barva světelného spektra, tudíž červené předměty odrážejí červenou složku světla, modré modrou atd. Vlnová délka světelného záření se pohybuje od 400 nm do 750 nm. Je důležité pro život na naší planetě – neobejde se bez něj fotosyntéza, složitý biochemický proces, při němž vzniká životně důležitý kyslík. Studiem a popisem vlastností světla se zabývá obor fyziky optika.

**Ultrafialové záření**

Ultrafialové záření se nachází na přechodu elmag. spektra mezi neviditelným a viditelným zářením. Přirozeným zdrojem UV paprsků je Slunce. Zemi však obklopuje (stále se ztenčující) ozónová vrstva, která většinu UV záření odstíní a tím chrání život na Zemi před zhoubnými účinky paprsků. Ultrafialové záření není, narozdíl od gama záření nebo rtg, ionizující. Podle vlnové délky lze rozeznat několik typů:

a) blízké – 400 nm – 200 nm

b) UVA – 400 nm – 320 nm

c) UVB – 320 nm – 280 nm

d) UVC – < 280 nm

e) DUV (hluboké) - < 300 nm

f) FUV / VUV (daleké) – 200 nm – 10 nm

g) EUV / XUV (extrémní/hluboké) – 31 nm – 1 nm

To, že sluneční záření dopadající na Zemi neobsahuje extrémní a částečně i krátkovlnnou složku UV záření, je způsobeno tím, že vodní pára, kyslík a především ozón mají značné pohltivé účinky. Např. paprsky v rozmezí 175 až 290 nm jsou zcela pohlcovány ozónem, jehož obsah v atmosféře se ale během posledních desetiletí značně snížil. Vrstva ozónu se během roku mění, tím se mění i pohlcování energie záření a posouvá se dlouhovlnná hranice pohltivosti. Během roku se podstatně více mění záření v oblasti UV – B než v oblasti UV – A. Při pohlcování energie záření molekulami vzdušných plynů nastává uvolňování elektronů z jejich atomů. Dochází tak k ionizaci, kdy vznikají volné elektrony a kladně nabité lehké ionty, které se shlukují např. kolem kapiček vodních par a vytvářejí těžké ionty.

Dávkám UV záření jsem vystaveni prakticky celý život. Tyto paprsky jsou jak užitečné, tak škodlivé. Jeho užitečnost spočívá v tom, že při opalování se UV záření zachycuje v pigmentových buňkách (melanocytech), kde je důležité pro vznik vitamínu D (kalciferolu), jenž je nezbytný pro metabolizmus vápníku a fosforu. Pozitivní účinky UV světla se také prokázaly u léčby lupénky (psoriázy). Škodlivý vliv UV záření lze pozorovat po spálení kůže – zarudnutí, naskákání pupínků, sloupání. Následuje sice efektní a estetické zhnědnutí (ochranná reakce na UV ozáření), nicméně kožní buňky jsou nadměrným ozářením poškozeny a kůže rychleji stárne. Může navíc dojít k poškození genetické výbavy melanocytů a tak vzniká „rakovina kůže“ (maligní melanom). Ten je pro svůj rychlý, ale nenápadný růst velmi nevyzpytatelný a nebezpečný, proto se také může šířit do jiných tkání a mít fatální důsledky a může se vyskytovat na všech místech kůže, dokonce i v oku. Důležité je proto před vstupem na slunce se důkladně namazat krémem s dostatečným UV filtrem a nevystavovat se slunci po dlouhou dobu.

UV záření je velmi využívaným druhem vlnění pro svou (ne)pronikavost. Najdeme je v lampách na kontrolu pravosti cenin, biochemických analyzátorech, sterilizátorech, obloukových lampách atd…

**Rentgenové záření**

Má o něco kratší vlny než záření gama – 10 nm – 100 pm. Nevzniká při rozpadu jader, ale při srážce rychle letících elektronů např. s kovovou deskou. Je ionizující a má stejné účinky jako gama záření, ale opět závisí na absorbované dávce. Rentgenové záření objevil Wilhelm Rentgen a prvotně jej označil jako „paprsky X“ (v souč. době se tak rtg záření označuje v angličtině, tedy X-rays). Podle toho, jakou rychlostí dopadly elektrony na desku, rozlišujeme tvrdé a měkké rtg záření.

Zdrojem rentgenového záření je obvykle elektronka, nazývaná rentgenka. Z rozžhavené záporné katody vyletují elektrony směrem ke kladné anodě. Mezi katodou a anodou je připojeno vysoké napětí, které uděluje elektronům vysokou rychlost. Při dopadu elektronů na anodu se většina jejich energie mění v teplo. Část energie dopadajících elektronů se mění na energii rentgenového záření, které vystupuje z anody. Rentgenové záření ionizuje vzduch, vyvolává světélkování některých látek, způsobuje zčernání fotografického filmu a působí také na živé organismy. Záření prochází různými látkami, ale je jimi více nebo méně pohlcováno.

Praktické využití je založeno na vlastnostech rentgenového záření:
- schopnost pronikat látkami
- specifický způsob pohlcování v látkách
- působení na fotografickou emulzi
- ionizace látky, kterou záření prochází

Rentgenová diagnostika
- lékařská vyšetření, rentgenové snímky
- léčba zhoubných nádorů

Rentgenové záření může být využito pro zobrazení detailů kostí a zubů, popřípadě za pomoci vhodných technik i ke zkoumání měkké tkáně. Poté co Röntgen objevil využití pro pozorování kostních struktur, se rozvinulo jeho užívání v lékařském snímkování. Radiologie je specializovaný obor lékařství zabývající se radiografií a jinými technikami diagnostického snímkování. Toto je pravděpodobně nejčastější využití rentgenového záření.

Rentgenové záření je ve větším množství škodlivé, a tak by se měla provádět jen vyšetření nezbytně nutná a v nezbytně nutné míře tak, aby efektivně přispěla ke stanovení diagnózy. Záření poškozuje tkáně, kterými prochází, poškozuje DNA v buňkách a ve velkých dávkách může vyvolat nádorové onemocnění.

Dávky, kterým je pacient při RTG snímkování vystaven, jsou relativně zanedbatelné. Roční dávce záření z tzv. radiačního pozadí odpovídá zhruba sedm snímků hrudníku. Jeden snímek končetiny znamená dvacetkrát menší zátěž než snímek hrudníku, naopak např. při snímkování bederní páteře je dávka asi 7krát vyšší než u hrudníku.

O něco vyšší jsou pak dávky při CT vyšetření, kde dávka při jednom vyšetření hrudníku odpovídá asi šedesáti rentgenovým snímkům hrudníku. To již zanedbatelné dávky nejsou a o to pečlivěji je třeba provedení takového vyšetření zvážit. Riziko je ve srovnání s užitkem ovšem stále tak nízké, že se jeho provedení bohatě vyplatí.

Jedinou kontraindikací rentgenového vyšetření (tedy že pacientka toto vyšetření nesmí podstoupit) je těhotenství. Na vyvíjející se zárodek má rentgenové záření mnohem větší účinek než na dospělou tkáň a může jej nezvratně poškodit.

Ačkoli je rentgenové vyšetření nejstarší a nejjednodušší zobrazovací metodou, jeho obliba neklesá. Pro svou jednoduchost, dostupnost a přínos ještě dlouho bude dobře sloužit lékařům všech oborů.

Rentgenová strukturní analýza

- W.H.Brag a jeho syn založili metodu studia spektra rentgenového záření - spektrografie
- naopak při známe vlnové délce dokáže záření zjistit údaje zkoumané krystalické látky

Rentgenová defektoskopie
- zjišťování skrytých vad materiálu, např. svárů potrubí, kde se trhliny ve svárech projeví zčernáním emulze
- na podobném principu je založeno i odbavování zavazadel na letišti
- uplatnění záření při restaurování uměleckých děl, při archeologických vykopávkách
- rentgenová astronomie – studium supernov, černých děr a neutronových hvězd

**Gama záření**

Záření gama je vysoce energetické elektromagnetické záření vznikající při radioaktivních a jiných jaderných a subjaderných dějích.

Je to krátkovlnné elektromagnetické záření o vysoké frekvenci a energii. Vzniká při radioaktivním rozpadu nestabilních nuklidů. Energie fotonu gama záření má více než 10keV, jeho frekvence je asi 2,42 EHz (1018 Hz) a vlnová délka méně než 124 pm. Záření gama je ionizující, to znamená, že má energii dostatečnou pro odtržení elektronu z atomového obalu.

Vzhledem k tomu, že je gama záření vysokoenergetické a ionizující, dokáže vyvolat mutace v buněčné DNA. Tyto mutace mohou být karcinogenní (vyvolávají rakovinu). Prvotní projevy ozáření jsou popáleniny zasažené oblasti, zvracení, dále podle dávky – vznik rakoviny, akutní anémie nebo smrt.

Na pohlcení záření je třeba velké masy materiálu. Vhodnější jsou materiály s vyšším atomovým číslem a s vysokou hustotou. Čím energetičtější je záření, tím tlustší stínění je zapotřebí. Schopnost materiálu pohlcovat záření zpravidla vyjadřujeme polotloušťkou materiálu, tj. tloušťkou, po jejímž průchodu se původní intenzita záření sníží na polovinu. Například záření γ, jehož intenzitu 1cm olova zredukuje na 50 %, bude mít poloviční intenzitu také po průchodu 6 cm betonu.

 Navzdory své potenciální nebezpečnosti lze gama záření využít v lékařství při léčbě rakoviny – rakovinné buňky mají mnohem větší citlovost k záření oproti buňkám zdravým. K léčbě nádorů slouží kobaltové bomby nebo gama nůž (nádory mozku a krku). Gama záření se také uplatňuje při diagnostice a dezinfekci.

 ** **

** **

Čím dál tím víc narůstá v našem prostředí umělé elektromagnetické záření, které zasahuje do buněčných procesů a negativně tak ovlivnuje genetické informace. Člověk se cítí unaven, ztrácí vitalitu, trpí bolestmi, křečemi, nervozitou, poruchami srdečního rytmu, nemůže spát a zažívá chronické potíže všeho druhu.

Vědci na celém světě již několik let ve větší míře zkoumají následky neustále rostoucího zatěžování prostředí elektromagnetickým zářením, pro které se zdá být výraz "elektrosmog" čím dál vhodnějším. Některá nová onemocnění jsou dokonce přímo důsledkem elektromagnetického smogu dramaticky vystupňovaného teprve v posledních letech – zvýšené používání elektrických zařízení.

Např. výzkum ukázal, že užívání mobilu může mít negativní dopady na zdraví v průběhu času. Existují zprávy o bolesti hlavy, migrény, závratě a další podobné problémy.

Proto je vývoj a používání technických přístrojů s nízkou hladinou záření cenným přínosem k ochraně před zvyšujícím se zatěžováním organizmu tzv. elektrickým smogem.