

Mikrovlny

T. Nohavová*, T. Ježková**, T. Marková***

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 11519 Praha 1

* proverejnost@seznam.cz ** tereza.jez@seznam.cz

*** Markova.T@seznam.cz

Abstrakt

Nejprve si připomeneme některé důležité vlastnosti elektromagnetického vlnění, především tedy mikrovln. Zaměříme se na praktické využití mikrovln v každodenním životě. Dále ukážeme vliv mikrovln na průběh chemických reakcí.

1 Objev mikrovln

Mikrovlny byly objeveny nejdříve teoreticky. Učinil tak James Clerk Maxwell ve svých rovnicích roku 1886. Jejich existenci demonstroval až Heinrich Hertz v roce 1888 pomocí přístroje na produkci a detekci velmi krátkých vln, v jejichž spektru jsou mikrovlny.

O výzkum mikrovln v oblasti využití pro člověka se zasloužil především Percy Spencer, který se zabýval bezdrátovou telegrafií a v průběhu druhé světové války konstruoval magnetrony. Fakt, že mikrovlny jsou schopny ohřívat molekuly vody, učinil Spencer omylem, když stál před spuštěným magnetronem a v kapse se mu rozpustila tabulka čokolády. Stalo se to roku 1945 a položil tak základy k sestrojení mikrovlnné trouby.

2 Vlastnosti mikrovln

Mikrovlny jsou elektromagnetické vlnění o vlnové délce 1mm - 1m a frekvenci mezi 300MHz - 300GHz. Elektromagnetické je příčné vlnění vytvářené elektromagnetickým oscilátorem (LC obvod, kmitající molekula, zrychlující částice atd.). Má různé zajímavé vlastnosti, některé z nich si popíšeme níže. Tyto vlastnosti můžeme dobře pozorovat právě na mikrovlnách, protože mají dostatečně velkou vlnovou délku.

Jedním z důležitých jevů je polarizace. Intenzita vln kmitá vždy kolmo na šíření vlny, ale v různých směrech. Polarizací vznikne paprsek pouze s určitým směrem (i více směry) kmitání intenzity (např. lomem, odrazem, polarizátorem).

Pokud vlna při své cestě narazí na nějakou překážku, odrazí se a vznikne tzv. stojaté vlnění. Pro něj je charakteristické, že všechny body kmitají se stále stejnou amplitudou. Místa s největší amplitudou se nazývají kmitny, s nulovou uzly.

Difrakce je důsledkem Hygensova principu, který říká, že každý bod vlnoplochy je novým zdrojem vlnění. Pokud vlna narazí na štěrbinu nebo jinou překážku rozměrově srovnatelnou s vlnovou délkou, můžeme tento princip pozorovat. Intenzitu vlny totiž nenaměříme pouze přímo za štěrbinou, ale i po stranách.

Vlny můžeme vést různými vlákny nelépe rozměrově srovnatelnými s vlnovou délkou (např. optická vlákna). Uvnitř vlákna dochází k opakovaným odrazům a vlna projde až nakonec.

Na rozhraní dvou prostředí, ve kterých se vlna šíří s jinou rychlostí, dochází k odrazu, je-li překročen mezní úhel také k lomu.

3 Ověření základních vlastností pokusy

Všechny tyto vlastnosti (vyjma lomu a odrazu) jsme pozorovaly při pokusech s mikrovlnami. Použili jsme k tomu Gunnův oscilátor (vysílá lineárně polarizované vlny), sondu elektrického pole (princip antény) a zesilovač. Intenzita elektromagnetické vlny se sice skládá z magnetické i elektrické intenzity, magnetická je ovšem elektrickou jednoznačně určena, proto jsme se zabývaly právě pouze elektrickou. Při pokusech jsme využívaly toho, že kmitá-li intenzita rovnoběžně se sondou, je signál největší. Tím jsme si mohly například ověřit směr polarizace pole před vysílačem, dále klesání intenzity se vzdáleností, uzly a kmitny při stojatém vlnění, difrakci a vedení vln.

4 Využití mikrovln v každodenním životě

S mikrovlnnými přístroji se můžeme setkat téměř v každé domácnosti. K nejčastějším patří mikrovlnná trouba, s jejíž principem se budeme ještě zabírat. Dále to mohou být například vysílače Wi-Fi signálu.

Mikrovlny se mohou též díky vlastnosti, že ohřívají vodu, používat k vysoušení vlhkých knih a tiskovin. Tohoto se také využívá k hubení škůdců v domácnostech, jelikož jejich těla se skládají převážně z vody, kdežto okolní stavbu mikrovlny nepoškodí.

5 Princip mikrovlny

Molekuly vody se vlivem svojí stavby chovají jako dipóly, snaží se uspořádat tak, aby měly co nejmenší energii. Vznikají mezi nimi tzv. coulombické síly (součást Van der Waalsových sil). Pokud chceme látku zahřát, musíme dodat energii jejímu tepelnému pohybu. Vazby pohybu brání, ale mikrovlny ($\lambda=12$ cm) mají žádanou vlnovou délku pro přerušování coulombických vazeb mezi molekulami vody. Pak mohou molekuly přímo přijímat energii, kterou jim mikrovlnami dodáváme.

6 Využití mikrovln v chemii – ovlivňování průběhu chemických reakcí

Další vliv mikrovln na molekulu látky je působení na její rotačně-vibrační moment. Ten je pro každou molekulu specifický, popisuje schopnost molekuly rotovat a vibrovat (závisí na velikosti, tvaru, hmotnosti a rozložení náboje). A právě rotačně-vibrační pásy při spektroskopii molekuly odpovídají mikrovlnným délkám. Tedy el.-mg. vlnění v mikrovlnných délkách může dodat energii rotaci a vibraci molekuly. Pro každou molekuli je třeba jiná vlnová délka. V anorganické chemii je známá a používaná metoda sledování průběhu reakce. Tento princip je obecně velice komplikovaný a následující popis je dosti zjednodušený. Rotačně-vibrační moment molekuly se v průběhu reakce mění vlivem vazeb, které vznikají/zanikají. Působení mikrovln na látku se mění během reakce a dovoluje nám mapovat např. její časový průběh a naopak zvětšením rotace a vibrace molekuly jí můžeme „přimět rychleji reagovat“.

7 Využití mikrovln v biochemii

Pojmy: Enzym je přírodní látka katalizující biochemickou (enzymatickou) reakci nebo „přeměňující“ molekulu. Substrát je molekula, na kterou enzym působí a výsledek reakce je produkt. Reaktanty jsou složky vstupující do reakce. Aktivační energie je energie, kterou musí reaktanty získat, aby reakce mohla proběhnout. Aktivní centrum - část molekuly, na kterou se váže substrát.

Enzymatická reakce probíhá cyklicky, po ukončení jedné reakce se enzym účastní další. Reakci

můžeme mikrovlnami ovlivnit tak, že dodáme pulz energie přesné velikosti a vlnové délky aktivnímu centru (mikrovlnné délky opět odpovídají rotačně-vibračním pásům aktivního centra enzymu). Zvýšením jeho rotačně-vibračního momentu se zvýší jeho aktivační energie a reakce proběhne rychleji. Takto lze ovlivnit jen reakce, které jsou právě v určité fázi (část všech reakcí). Opakováním postupu synchronizujeme reakce tak, že probíhají všechny ve stejný čas.

Co měříme: sledujeme známou reakci. Použijeme do systému pulzy různých intenzit a vlnových délek a sledujeme energii soustavy. Pokud nejsou reakce synchronizovány, probíhá každá v jiný čas a výstupní graf závislosti energie na čase je „vlnovka“, když reakce synchronizujeme, vzniknou na ní peaky (v čase průběhu synchronizované reakce). Měníme vlnové délky a intenzity tak, aby vznikly peaky co největší. Zaznamenáme tvar výstupního signálu, intenzitu a vlnovou délku při největších maximech.

8 Možné využití mikrovln v diagnostice

Pokud popsaným způsobem změříme „tabulky“ dostatečného množství reakcí (desítky tisíc), můžeme pak změřením výstupní energie v závislosti na intenzitě a vlnové délce (synchronizací) zjistit co je to za reakci. Protože boj živého organismu s každou nemocí je doprovázen specifickými (známými) biochemickými reakcemi, můžeme zjistit synchronizací reakcí v části živého objektu jakou nemocí je nakažen a jak na ni reaguje. To je výhodné oproti dnešní empirické diagnostice) na základě znalosti příznaků) v přesnosti (exaktnosti) metody, ta prakticky vylučuje chybnou diagnózu.

Nebylo zjištěno, že by synchronizace reakcí byla tělu škodlivá (testy na myších), ale je třeba pracovat s bezpečnými intenzitami (nevím, zda budou dostatečné pro změření použitelných dat). Problémem je i náročné získávání srovnávacích dat (zdlouhavé a náročné na vybavení). Tato hypotéza zatím není v praxi ověřená (použitelnost této metody), může se časem vyskytnout zatím neznámý nepřekonatelný problém. O využití této metody se neuvažuje před rokem 2050.

Závěr

Většinu základních vlastností mikrovln jsme si prakticky ověřily a shrnuly využití těchto znalostí o mikrovlnách pro praktický život. Dále jsme se zaměřily na výsledky ovlivňování chemických reakcí mikrovlnami.

Poděkování

Panu Ing. Vojtěchu Svobodovi, Csc. za poskytnutí přístrojů. RNDr. Františku Zahradníkovi a Jiřímu Zahradníkovi za konzultaci o využití mikrovln v ovlivňování chemických a biochemických procesů.

Reference

- [1] I. Štoll, *Mechanika*, ČVUT, Praha, 2003
- [2] V. Svoboda, Mikrovlny, <http://praktika.fjfi.cvut.cz/Mikrovlny>
- [3] J. Reichl, M. Všetická, Vznik elektromagnetického vlnění, <http://fyzika.jreichl.com/index.php?page=357&sekce=browse>
- [4] M. Poláček, Vlnění, <http://radek.jandora.sweb.cz/fl1.htm>
- [5] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Mikrovlny>
- [6] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Mikrovluka>
- [7] http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetick%C3%A9_z%C3%A1kladn%C3%AD