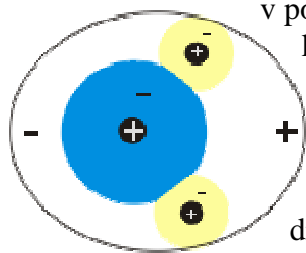


Jak funguje mikrovlnná trouba

Mikrovlnná trouba je obecně konstruována tak, aby ohřívala vodu, která se nachází v potravinách. **Molekula vody** má charakteristický tvar daný atomem kyslíku a dvěma atomy vodíku, které dohromady svírají úhel přibližně 105°.



Toto uspořádání způsobuje, že molekula vody vytváří takzvaný *dipól*. Kladné náboje jader a záporné náboje elektronových obalů nejsou v molekule vody rozmístěny zcela symetricky, což znamená, že molekula se navenek jeví na jedné straně nabitá víc kladně, na druhé záporně. Mikrovlny produkované troubou tvoří elektromagnetické vlnění, které působí na nabitě předměty, v našem případě na molekuly vody. Mikrovlny velmi rychle mění polaritu elektromagnetického pole v daném místě. Takové **oscilující pole působí na dipóly vody**, rozkmitává je a dodává jim tak energii. Tato energie se projeví například rozrušováním chemických vazeb v řetězcích molekul navázaných k sobě a zvyšováním pohybové energie molekul. Navenek potom pozorujeme tento zvýšený pohyb molekul jako růst teploty.

Důležité je, že **frekvence mikrovln** (asi 2,45 GHz) **je stejná jako vlastní frekvence kmitání dipólů vody**. Dochází zde tedy k jevu *rezonance*. Mikrovlny tedy díky rezonanci nejlépe rozkmitají právě molekuly vody, na jiné molekuly pole příliš nepůsobí.

Srdcem mikrovlnné trouby, které vytváří mikrovlny, je takzvaný *magnetron*. Elektromagnetické mikrovlny vytvořené magnetronem jsou potom "plechovým tunelem" vysílány do prostoru trouby, kde ohřívají pokrm. Vnitřní stěny mikrovlnné trouby jsou kovové, což působí, že se od nich mikrovlny odrážejí a nedostanou se ven. Magnetron je zařízení konstruované poprvé ve čtyřicátých letech dvacátého století pro vojenské účely v radiotechnice. **Jedná se o elektronku, která je schopna generovat elektromagnetické vlnění v oblasti mikrovln**, které má v případě mikrovlnné trouby vlnovou délku přibližně 12 cm.



Přemýšleli jste někdy o tom, proč je ve většině mikrovlnných trub otočný talíř?

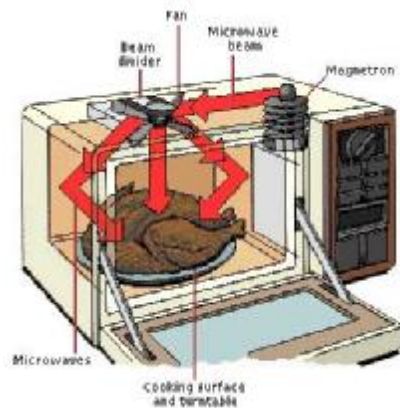
Zkuste z trouby vyndat otočný talíř (nebo pouze otáčecí kroužek), na dno rozložte plátky chleba a troubu na chvíli zapněte. Nejdéle po několika minutách začne chléb černat, ale kupodivu pouze v některých místech.

Jak to, že se nezahřívá rovnoměrně?



Mikrovlny, které se uvnitř trouby odrážejí od stěn, **se spolu skládají** a někde **vytvářejí maxima** (tam kde se setkají se stejnou polaritou) **jinde vytvoří minima** (odečtou se). Protože mají mikrovlny stále stejnou frekvenci, vytvoří se v objemu trouby stabilní systém maxim a minim. V místech maxim se pole mění intenzivněji a uvolňuje se zde více energie. Naopak v místech minim se neuvolňuje téměř žádná energie.

Aby se tedy zamezilo nerovnoměrnému ohřívání potravin pouze v některých místech, nechají se potraviny pomalu otáčet na talíři, nebo se použije například kovový větráček na vstupu mikrovln do prostoru trouby, který odklání mikrovlny různými směry tak, že se maxima tvoří v různých místech. Vytváření maxim mikrovln je pro ohřívání pokrmů nežádoucí. Můžeme je však "pro fyzikální pobavení" využít ke **změření rychlosti světla**, které je také druhem elektromagnetického vlnění a šíří se stejně rychle jako mikrovlny. Vzdálenost dvou nejbližších maxim je vždy rovna polovině vlnové délky vlnění, a pokud si přečteme na štítku trouby frekvenci mikrovln, můžeme z těchto dvou údajů snadno spočítat rychlost, s jakou se mikrovlny šíří, tedy i rychlost světla.



Pokusy:



Pokud například do mikrovlnné trouby vložíme zavázaný nafukovací **balónek s trochou vody** a troubu zapneme, voda se začne brzy vypařovat a tlak vzniklých par nafukuje balónek. Troubu hned vypneme (aby balónek neprasknul) a balónek se začne zmenšovat, jak pára v něm kapalíní. Pokus lze provádět opakovaně.

Proč se do mikrovlnky nemají strkat kovové předměty

Položte na dno mikrovlnné trouby kousek tenkého drátku a na chvíli ji zapněte. Drátek začne za chvíli jiskřit, potom silně zableskne a rozletí se. Stejně jako působí mikrovlny na dipóly vody, působí i na volně pohyblivé elektrony v kovu drátku. Rozkmitání elektronů způsobuje v drátku elektrický proud, který může díky poměrně vysokému výkonu trouby nabývat velkých hodnot. Průchodem takového proudu se drátek rychle zahřeje na vysokou teplotu, takže začne svítit jako vlákno žárovky a brzy se spálí.



Podobně můžete do mikrovlnné trouby vložit malou žárovku (nejlépe s drátěnými přívody - například do vánočních řetězů). Žárovka se po zapnutí rozsvítí a její vlákno se velmi rychle přepálí. Pokud pokus natočíte kamerou nebo fotoaparátem, můžete si snímek po snímku prohlédnout, jak rychle celý proces probíhá.

Měření rychlosti světla

K pokusu budeme kromě mikrovlnné trouby potřebovat toustový chléb, eventuelně plátkový sýr.

Z mikrovlnné trouby vyndáme kolečko pohánějící otočný talíř, na talíř poskládáme vedle sebe krajíčky chleba nebo plátky sýru a zapneme troubu asi na jednu až dvě minuty. Dobu zapnutí volíme tak dlouhou, aby se nám na chlebu vytvořily v některých místech připečené skvrny, nebo spečená místa na sýru.



Nejkratší vzdálenost dvou maxim stojatého vlnění je rovna polovině vlnové délky vlnění. Naše mikrovlny mají vlnovou délku okolo 12 cm, takže bychom měli pozorovat spálená místa ve vzdálenostech rovných přibližně násobkům 6 cm. Proměřením těchto vzdáleností zjistíme vlnovou délku λ a rychlost vlnění c získáme dosazením do vztahu

$$c = \lambda \cdot f,$$

kde $f = 2,45$ GHz je frekvence generovaných mikrovln, kterou najdeme na štítku parametrů trouby.

Při proměřování vzdáleností maxim je třeba si uvědomit, že **stojaté vlny jsou v objemu trouby rozloženy prostorově**. To znamená, že měřením v jednom vodorovném řezu nemusíme dostat přesnou vzdálenost maxim. Proto se vyplatí použít například více vrstev toustového chleba na sobě a zkoumat potom skutečně prostorové rozložení maxim dané připálením chleba v různých místech.



Pro zkoumání prostorového rozložení maxim můžeme použít také několika listů termocitlivého papíru, připnutého k jednoduché papírové konstrukci. V místech maxim se papír zabarví dočerna.

Literatura:

- [1] *WM magazín.cz* [online]. 2009 [cit. 2010-07-23]. Mikrovlnka. Dostupné z WWW:
<http://www.mwm.cz/mwm/image02/003-2.jpg>.
- [2] *Objevy a vynálezy* [online]. [cit. 2010-07-23]. Mikrovlnka. Dostupné z WWW:
<http://www.quido.cz/objevy/toc.asp>
- [3] *Kroužky fyziky na MFF UK* [online]. 19.1.2006 [cit. 2010-07-23]. Jak funguje mikrovlnná trouba. Dostupné z WWW:
<http://fyzweb.cuni.cz/dilna/krouzky/mikrov/mikrov.htm>.