

Měření rychlosti světla pomocí chleba a mikrovlnky

K. Špeldová, K. Mudruňka

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1

speldova.karolina@gmail.com, mudrukam@fjfi.cvut.cz

Abstrakt

Mikrovlnná trouba, jakožto jeden z největších vynálezů 20. století, se stala nedílnou součástí našeho každodenního života. Mikrovlny používané k ohřevu potravin jsou stejně jako světlo elektromagnetickým zářením. Jejich schopnost ohřívat potraviny jsme využili k jejich vizualizaci a změření rychlosti jejich šíření.

1 Úvod

Princip ohřívání potravin pomocí mikrovln objevil Percy Spencer roku 1945. První komerčně využitelná mikrovlnná trouba se v USA na trhu objevila roku 1947. Srdcem mikrovlnné trouby je magnetron, což je speciální elektronka sloužící ke generování mikrovln. Jedná se v podstatě o diodu umístěnou do silného magnetického pole, u které je anodové napětí (většinou 2,1 kV) nastavené tak, aby elektrony nedopadly na anodu, ale těsně před ní přešly na kruhovou dráhu. Elektrony pak indukují v komoře mikrovlnné záření, které je vlnovodem odváděno pryč. Aby elektrony následně dopadly na anodu, je zapotřebí dodatečného pulzu, který je v současných magnetronech dodáván rezonátory umístěnými přímo v samotné anodě.

2 Teorie

Mikrovlny se uvnitř trouby odrážejí od stěn a odražené vlnění se skládá dohromady, v důsledku čehož uvnitř trouby vznikají oblasti maxim a minim, tj. místa s vysokou a nízkou intenzitou ohřevu. Proto se jídlo v mikrovlnné troubě umisťuje na otočný tácek, aby se jídlo ohřálo rovnoměrně. Využili jsme faktu, že vzdálenost dvou nejbližších maxim či minim je rovna polovině vlnové délky vlnění uvnitř trouby. Pokud změříme tuto vzdálenost a známe frekvenci záření, můžeme snadno dopočítat rychlost vlnění, která je v tomto případě rovna rychlosti světla (ve vzduchu).

3 Provedení experimentu

K experimentu jsme použili toustový chléb značky Albert Quality a mikrovlnnou troubu. Nejprve jsme vyjmuli otočný ták a na dno jsme položili kartonový podklad. Na něj jsme následně vyskládali plátky toustového chleba a vyplnili jím celé dno. Poté jsme zapnuli mikrovlnku a pozorovali ohřev chleba, dokud na něm viditelně nešla pozorovat maxima, ve kterých došlo k jeho spálení. Následně jsme kartonový podklad i s chleby vyjmuli tak, aby nedošlo k jejich posunutí, a změřili vzdálenosti mezi nejbližšími maximy.



Obr. 1: Provedení experimentu.

Následně jsme si z kartónu vytvořili stojánek a původní měření jsme provedli znovu pouze s tím rozdílem, že jsme chleby umístili do půlky výšky mikrovlnky, nikoliv na dno.

Zkusili jsme zobrazit i prostorové rozložení maxim a minim, a to tak, že jsme vyskládali celou mikrovlnku listy papíru, které od sebe byly rovnoměrně vzdálené. To se ovšem nepodařilo, neboť v některých místech docházelo k tak silnému ohřevu, že hrozilo vzplanutí papíru dříve, než se jasně ukázala ostatní maxima, proto jsme experiment raději ukončili.

4 Výsledky

Pro obě polohy chleba jsme provedli celkem 10 měření náhodně vybraných dvojic nejbližších maxim. Frekvence mikrovln byla v našem případě 2450 MHz. Výsledná naměřená rychlost světla činí $(30 \pm 4,5) \cdot 10^7 \text{ ms}^{-1}$, což odpovídá vlnové délce $(12,3 \pm 1,84) \text{ cm}$.



Obr. 2: Maxima na chlebu s přiloženým měřítkem.



Obr. 3: Maxima na chlebu s přiloženým měřítkem.

5 Závěr

Úspěšně se nám podařilo zobrazit si mikrovlnné vlnění uvnitř mikrovlnky a lépe tak porozumět tomuto fyzikálnímu jevu. Naše naměřená hodnota se celkem blíží hodnotě tabulkové.

6 Poděkování

Chtěli bychom poděkovat ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc. za vypůjčení mikrovlnné trouby.

Reference

- [1] kol. autorů, *Mikrovlnná trouba*, https://cs.wikipedia.org/wiki/Mikrovlnn%C3%A1_trouba
- [2] přispěvatelé Wikipedie, *Magnetron*, <https://cs.wikipedia.org/wiki/Magnetron>