



# Mikrobølgeovnsplasma

Fusion og Plasma Road Show  
Filip Anselm Rasmussen, Risø, 10. oktober 2007

## Introduktion

Normalt forbinder man plasma med meget høje temperaturer og energier, som dem, der eksisterer i Solen. Men dette forsøg illustrerer hvordan man med en mikrobølgeovn og simple redskaber kan fremstille en flot plasmasky, der minder om det mystiske naturfænomen kuglelyn.

**Emner:** Plasma, ionisering, elektromagnetiske bølger, spektralanalyse.

## Materialer

- Mikrobølgeovn
- Tændstik eller tandstik
- Karton/pap eller korkprop
- Glas, helst rundbundet kolbe af Pyrex-glas
- 3 Plastiklåg, papstykker eller andet, der kan bruges til at hæve glasset

**Bemærk!** Hvis der anvendes andre materialer end de foreslåede, skal man sikre sig at de kan tåle at komme i mikrobølgeovnen, man skal derfor helst ikke bruge metalgenstande, visse plastikprodukter, samt ting der indeholder vand.

## Forsøgsbeskrivelse

Tændstikken stikkes ned i korkproppen eller igennem toppen af et bukket stykke karton så den står lodret op. Korkproppen placeres mellem nogle plastiklåg, således at glasset kan stå med bunden i vejret ovenpå disse, sådan at der stadig kan komme luft ind til tændstikken, se figur 1. Hele anordningen



**Figur 1:** Tændstikken stikkes i korkproppen, der der placeres under et glas, der står på nogle "fødder", her plastikskruelåg.

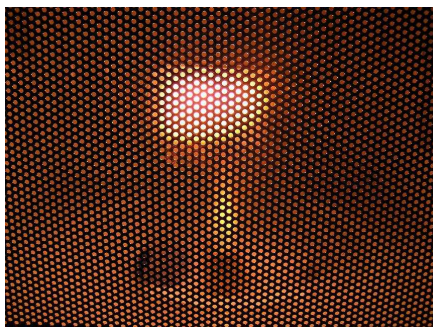


**Figur 2:** Tændstikken tændes og glasset sættes over.

placeres midt i mikrobølgeovnen og tændstikken antændes, se figur 2, og mikrobølgeovnen kan nu tændes og eksperimentet begyndes.

Med tændstikken tændt og glasset over denne tændes mikrobølgeovnen med fuld effekt (700 W-900 W). Forhåbentligt vil tændstikken så begynde at sprudle lidt eller slå gnister, hvorefter der pludselig dannes en lysende sky af plasma, se figur 3. Skyen vil straks søge til vejrs og ende i toppen af glasset, hvor den typisk vil bevæge sig kaotisk rundt, samtidig med at man kan høre en højlydt summen. Glasset beskytter både mikrobølgeovnens loft mod at blive sodet til samtidig med at det holder på plasmaskyen, der ellers ville bevæge sig i toppen af ovnen, der derved kan blive beskadiget. Man kan yderligere bemærke at tændstikken typisk slukkes under forsøget, hvilket tyder på at det kun er mikrobølgerne der holder gang i processen. Man bør stoppe mikrobølgeovnen efter maksimalt 10 sek, da glasset hurtigt bliver varmt og kan risikere at sprænge eller splintre.

Hvis det ikke lykkes at få plasmaskyen til at opstå skyldes det som regel at tændstikken er placeret forkert i ovnen. Mikrobølgerne reflekteres nemlig på ovnens indersider og der vil derfor dannes et tredimensionelt interferensmønster. Man kan altså være uheldig at have placeret tændstikken så den netop står et sted, hvor der er destruktiv interferens, hvorved effekten af bølgerne er utrolig lav. Man kan derfor forsøge sig med forskellige positioner i ovnen, men man bør fjerne den roterende glastallerken hvis man placerer tændstikken andre steder end i midten, da tændstikken ellers blot vil blive udsat for en variende effekt.



**Figur 3:** Når mikrobølgeovnen kører vil en lysende plasmasky opstå.



**Figur 4:** Når mikrobølgeovnen stopper forsvinder plasmaskyen og efterlader bl.a. giftige gasser.

## Sikkerhed

Udover plasmaet dannes der de giftige gasser  $O_3$  og nitrogenoxiderne  $NO$  og  $NO_2$ , derfor er det vigtigt at udføre forsøget et sted med god ventilation. Gasserne vil fylde glasset, hvilket bl.a. kan ses ved at det fyldes af en brunlig gas ( $NO_2$ ), hvilket man også svagt kan ane på figur 4, og bør derfor ikke tømmes i umiddelbar nærhed af personer.

Plasmaet tilføres en utrolig stor energi gennem mikrobølgerne og vil derfor blive utroligt varmt. Afhængigt af hvor stor en del af glassets overflade, der er i direkte kontakt med plasmaet, vil en del af varmen blive overført til glasset, der ligeledes vil opvarmes drastisk. Hvis mikrobølgeovnen kører for længe ( $> 10$  sek) kan glasset blive så varmt at det sprænges eller splintres, hvilket kan ødelægge mikrobølgeovnen, eller i værste fald kan sprængningen ske efter at ovnen åbnes med personskaade til følge.

Da plasmaskyen ikke kan absorbere alle mikrobølgerne, vil en vis del af disse blive reflekteret og blive absorberet af magnetronen, hvorved dennes antenne kan overophedes, hvilket reducerer mikrobølgeovnens levetid. Man kan dog stille et glas vand ind i mikrobølgeovnen sammen med tændstiksopstillingen, hvilket vil absorbere den tilbageværende effekt og derved forlænge ovnens levetid betydeligt. Dette vil dog desværre også sænke effekten plasmaet optager og vanskeliggøre udførelsen af eksperimentet.

## Teori

I eksperimentet ser vi hvordan en brændende tændstik der placeres i en mikrobølge skaber noget der kunne ligne en ildkugle. Ildkuglen er en såkaldt plasmasky, dvs en sky af ioniserede gasser. Når tændstikken brænder dannes der bl.a. forskellige former for sod-partikler af kulstof og disse fordamper på grund af varmen fra forbrændingen. Når mikrobølgeovnen tændes vil sodpartiklerne absorbere mikrobølgerne og en elektron kan exciteres fuldstændigt,

hvorved kulstofpartiklerne ioniseres. Efterhånden som flere og flere sodpartikler rammes af mikrobølger dannes en hel sky af ioner og frie elektroner og plasmaet er derved opstået. Plasmaskylen udstråler et kraftigt gult-orange lys, der skyldes at en ionerne hele tiden vil optage nogle af de frie elektroner, hvorved en foton med energien svarende til forskellen i de to energiniveauer vil emitteres. Så længe mikrobølgeovnen kører vil sodpartiklerne dog blive ved med at ioniseres, hvorved lysudstrålingen er stort set konstant.

## Yderligere information

<http://jlnlabs.online.fr/plasma/gmrtst/>

Fransk fritidseksperimentariker, der har lavet en gennemgang af eksperimentet.

<http://www.powerlabs.org/uvavexp.htm>

Amerikansk ingeniørstuderendes rapport for hans egne eksperimenter med mikrobølgeovne. Han har desuden lavet andre forsøg med plasma.

[http://www.dmi.dk/dmi/index/viden/temaer/lyn\\_og\\_torden-2/lyn\\_og\\_torden8.htm](http://www.dmi.dk/dmi/index/viden/temaer/lyn_og_torden-2/lyn_og_torden8.htm)  
DMI's side om kuglelyn.