

Klórbenzol lebontásának vizsgálata termikus rádiófrekvenciás plazmában

Fazekas Péter

Témavezető: Dr. Szépvölgyi János

Magyar Tudományos Akadémia, Természettudományi
Kutatóközpont, Anyag- és Környezatkémiai Intézet

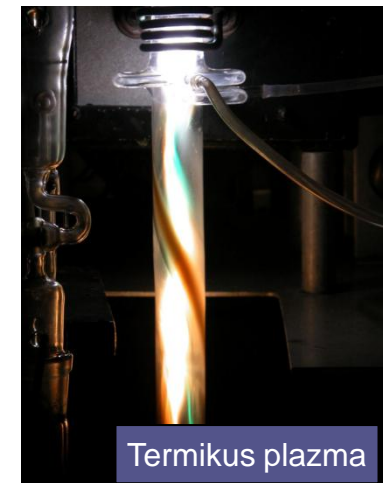
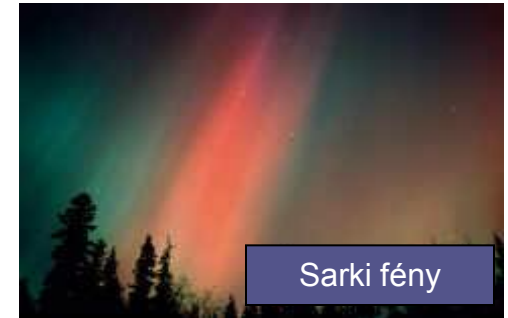
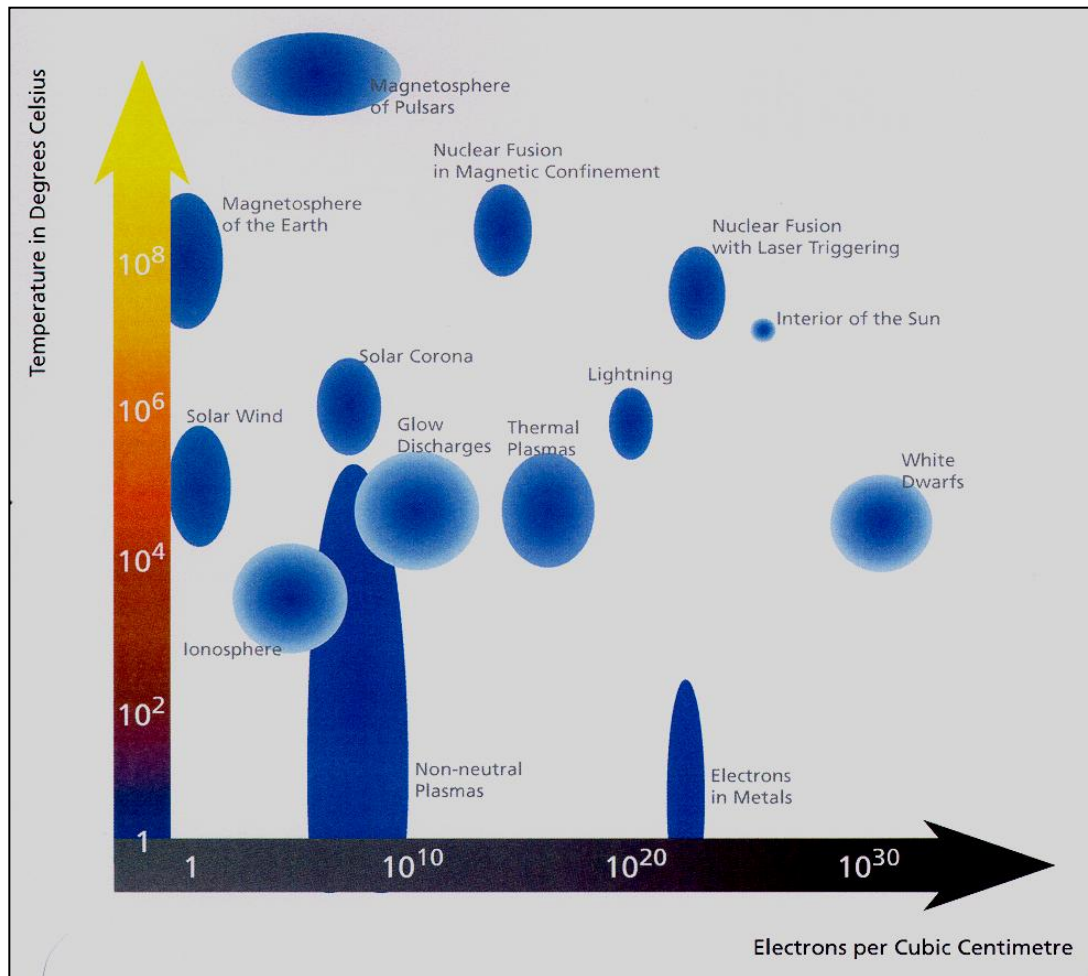
ELTE Környezettudományi Doktori Iskola



Bevezetés

- Nagy mennyiségű felhalmozott szerves toxikus vagy karcinogén vegyület vár megsemmisítésre
- A hagyományos - magas hőmérsékletű - lebontás után, rekombináció eredményeként stabil toxikus melléktermékek képződhetnek
- Termikus plazmában történő kezelés környezetbarát alternatívát jelenthet

Plazmák a természetben



A kutatás menete

- Faktoriális kísérleti terv elkészítése
- Modellvegyületek lebontása termikus RF plazmában
- Plazma vizsgálata emissziós spektroszkópiával
 - Gerjesztési hőmérsékletek meghatározása
 - Plazmában történő folyamatok azonosítása
- Keletkező vegyületek azonosítása
 - Plazmaparaméterek hatásainak felderítése

Mérési módszerek

- Optikai emissziós spektroszkópia
 - Jobin Yvon Triax 550
 - 55 cm-es fókusztávolság
 - 1200 vonal/mm-es rács
- Gázkromatográfia-tömegspektroszkópia
 - Agilent Technologies Int. 6890 GC / 5973 MSD
 - DB1701 kapilláris oszlop
 - Hőmérsékletprogram: 50°C + 10°C/perc 250°C-ig (10 perc)
 - 50 mg korom extrakciója 5,00 cm³ toluolban
 - 1,0 µl mintaoldat splitless injektálással

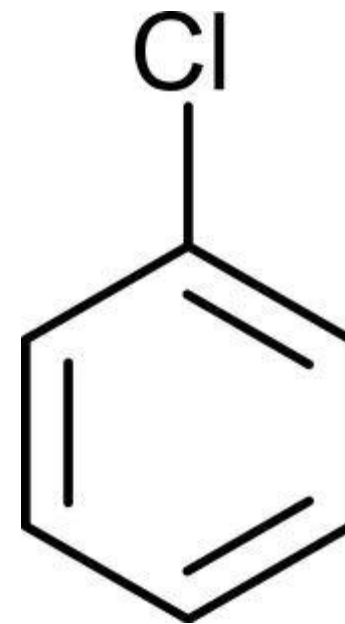
A plazmareaktor

- 120 cm hosszú, 20 cm belső átmérőjű, 2 cm falvastagságú rozsdamentes acél reaktor
- 4-5 MHz-es rádiófrekvenciás (RF) generátor



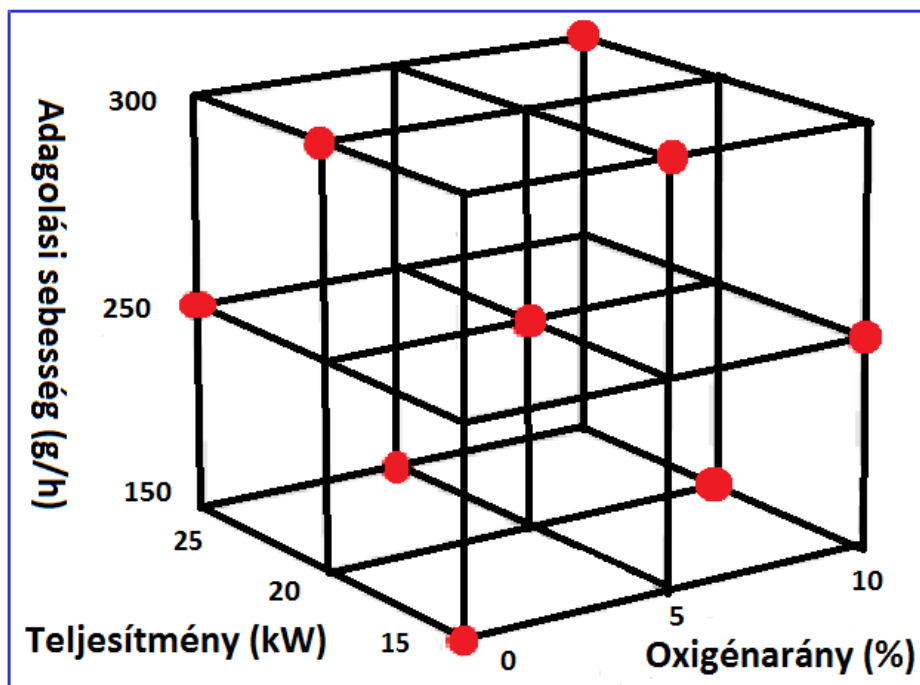
Vizsgált modellvegyület

- Klórbenzol:
 - Peszticidek, herbicidek előállításakor használt intermedier
 - Oldószerként használták
 - Hozzájárul az asztma kialakulásához
 - Természetes vizekben felezési ideje 150 nap
 - Agyagásványokon adszorbeálódik
 - Lipcsében $1\text{-}3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, USA-ban $72,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ –es beltéri koncentrációt mértek



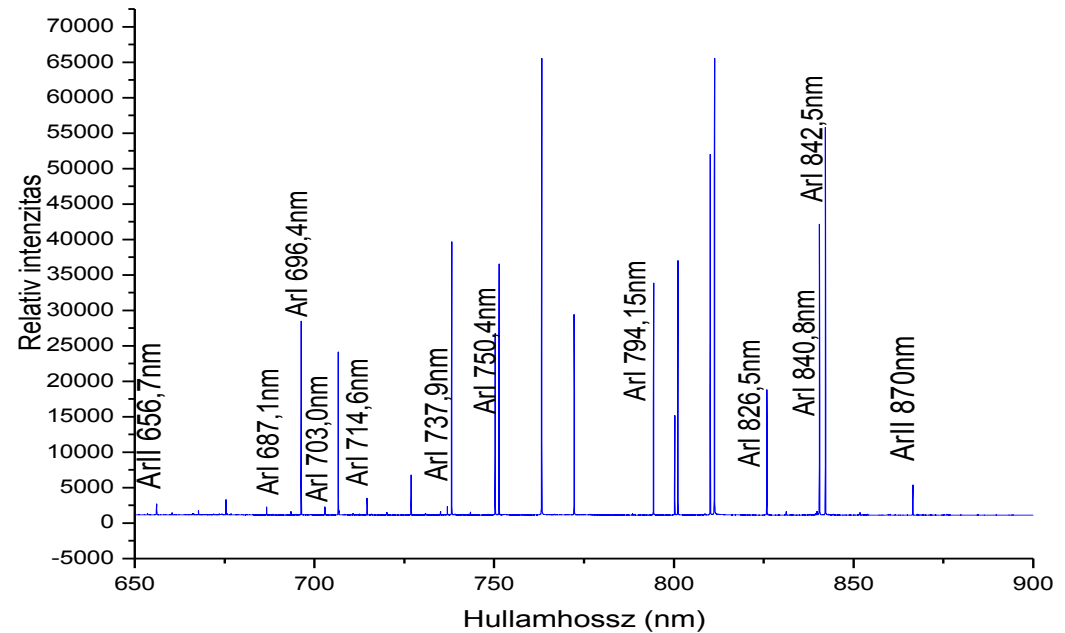
(Sigma-Aldrich *ReagentPlus*[®] 99%< tisztaság)

Kísérlettervezés

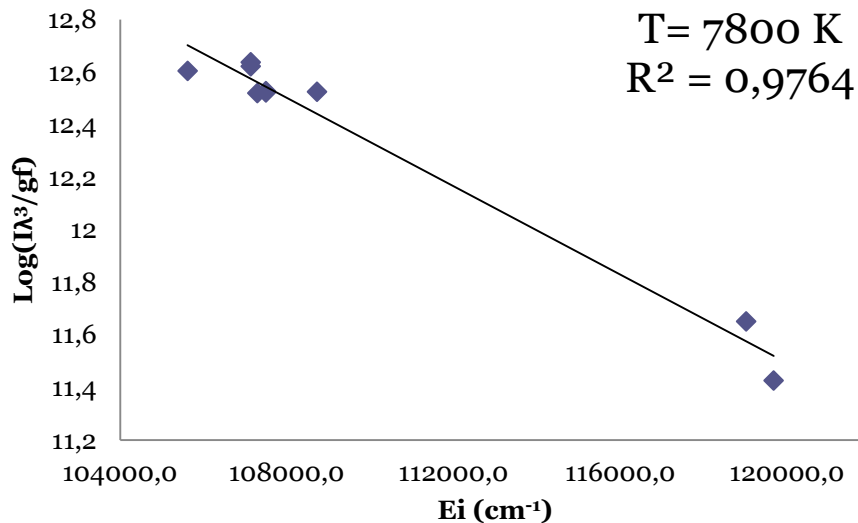


Kísérlet neve	Teljesítmény (kW)	Adagolási sebesség (g/h)	Oxigénarány (V/V%)
CLB1	15	150	0
CLB2	15	250	10
CLB3	15	350	5
CLB4	20	150	10
CLB5	20	250	5
CLB6	20	350	0
CLB7	25	150	5
CLB8	25	250	0
CLB9	25	350	10

Plazma gerjesztési hőmérsékletének meghatározása



Plazma gerjesztési hőmérsékletének meghatározása



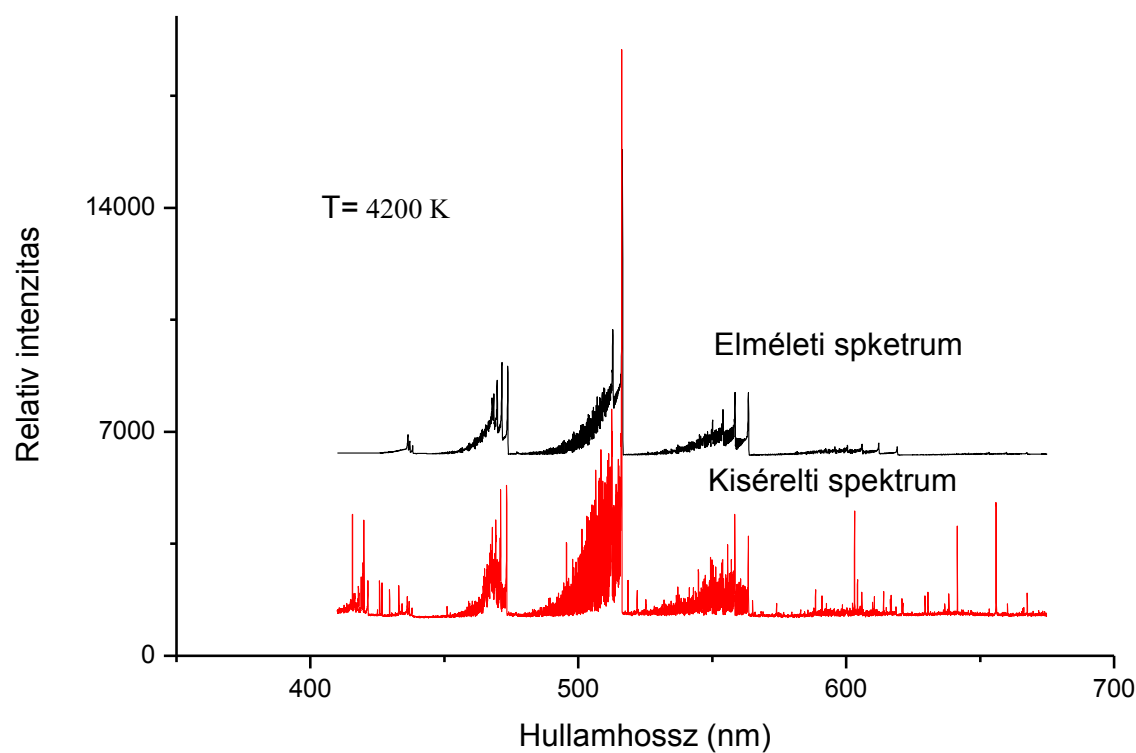
I =intenzitás
 λ =átmenet hullámhossza
 g =átmenet statisztikai súlya
 f =oszcillátor erősség

Boltzmann-egyenlet:

$$\log(I\lambda^3/gf) \sim E_i/kT$$

Plazmagázok	Hőmérséklet (K)	Illesztés pontossága (R^2)
Ar	7800	0,85-0,98
Ar, O ₂	10400	0,74

Plazmafolyamatok felderítése



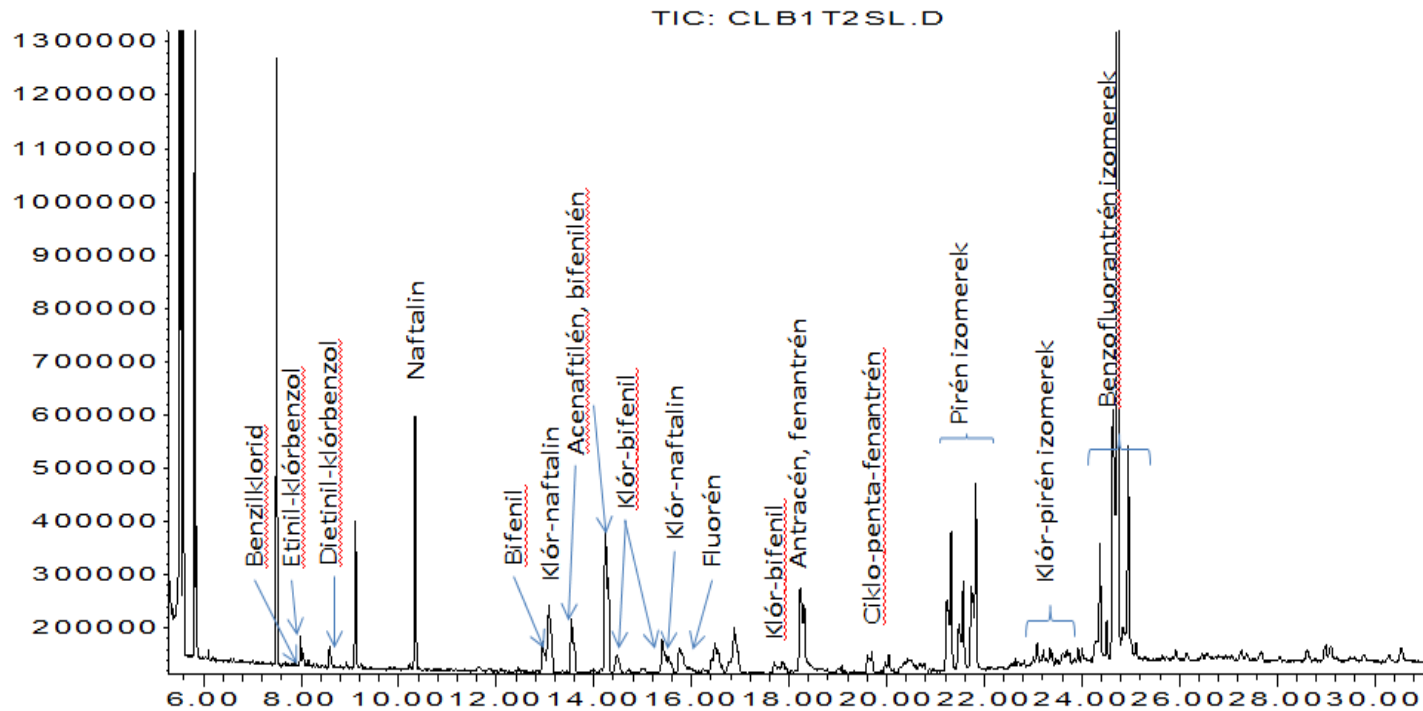
C₂ molekulásávok



PAH molekulák
építőköve

GC-MS eredmények

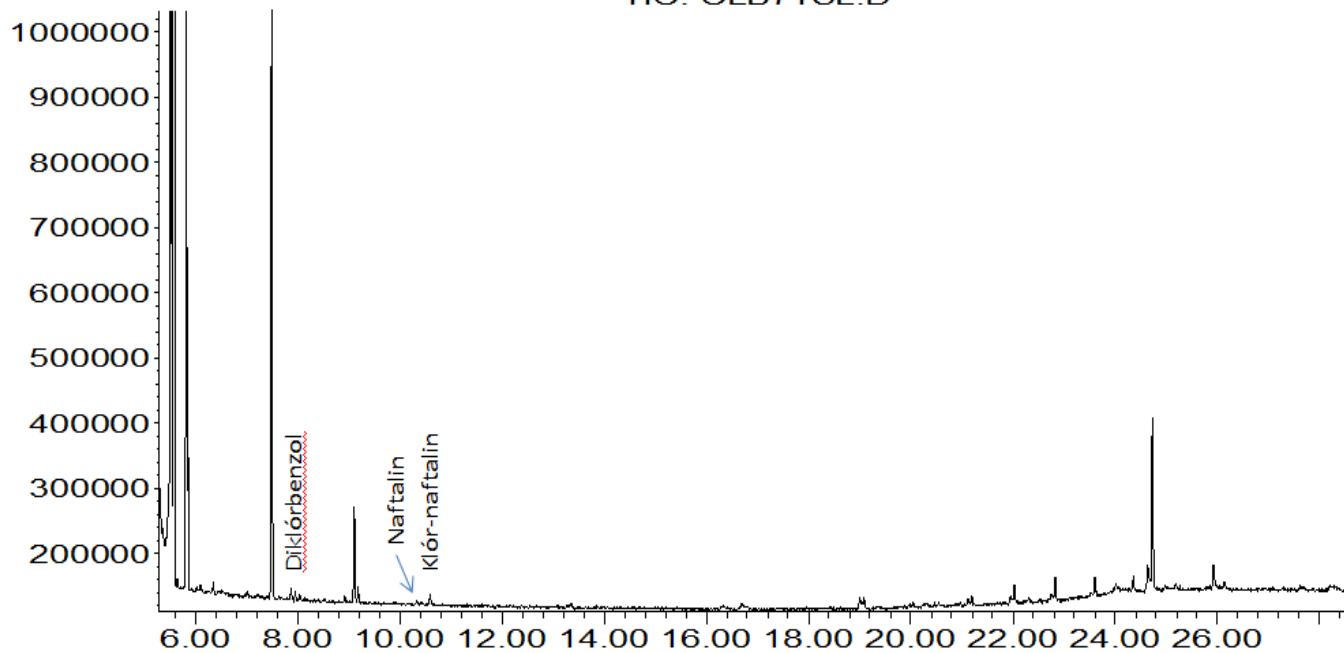
Abundance



GC-MS eredmények

Abundance

TIC: CLB7TSL.D



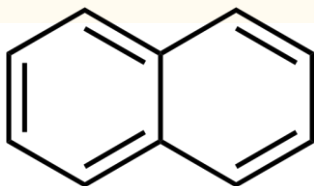
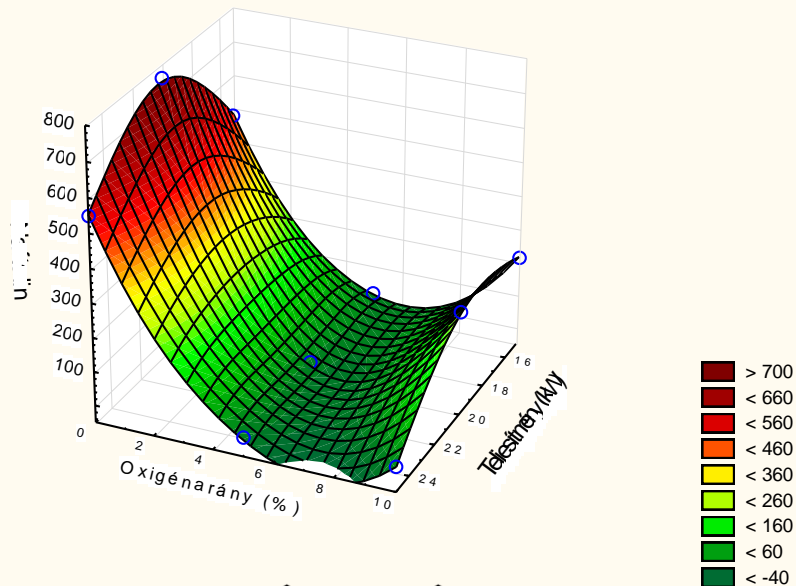
Time-->

Statisztikai értékelés

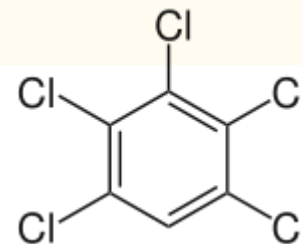
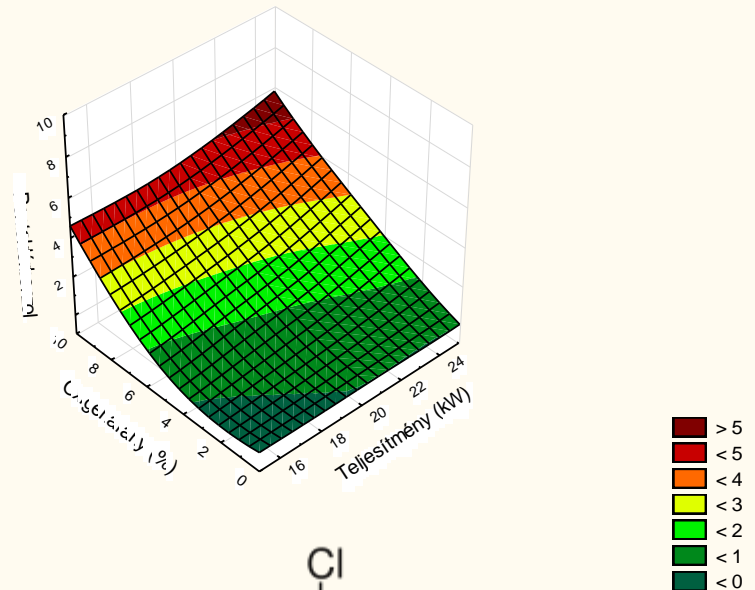
- Korrelációs mátrix alapján:
 - Az oxigén koncentrációja fordítottan arányos a képződő PAH vegyületek mennyiségével
 - Az oxigén mennyisége egyenesen arányos a képződő klórozott benzolszármazékok mennyiségével

Statisztikai értékelés

Naftalin



Pentaklórbenzol



Összefoglalás

- Vizsgáltuk a klórbenzol termikus plazmában történő bomlását
- Emissziós spektrometriával vizsgáltuk a plazmalángot, meghatároztuk a gerjesztési hőmérsékletet és azonosítottuk a közti termékeket
- GC-MS-el vizsgáltuk a képződött kormok extraktumainak összetételét
- A vizsgált modellvegyület számára az ideális lebontási körülményeket az alacsony betáplálási sebesség és 8 V/V% oxigéngáz jelenléte jelentette

Köszönetnyilvánítás

- Bódis Eszter
- Dr. Czégény Zsuzsanna
- Dr. Keszler Anna
- Dr. Klébert Szilvia
- Dr. Károly Zoltán
- Dr. Szépvölgyi János

Köszönöm a figyelmet!

Konferencia részvételek és publikációk

- Hazai konferencia:
 - **Fazekas P.**, Keszler A., Czégény Zs., Mohai I., Szépvölgyi J.: Benzol és klórbenzol RF plazmában történő összehasonlító vizsgálata (Magyar Kémikusok Egyesületének 1. Nemzeti Konferenciája 2011, Sopron)
- Nemzetközi konferencia:
 - **Fazekas P.**, Bódis E., Keszler A., Czégény Zs., Szépvölgyi J.: Decomposition of Chlorobenzene in RF Thermal Plasma (12th European Plasma Conference 2012, Bologna)
 - Károly Z., Klébert Sz., **Fazekas P.**, Szépvölgyi J.: Plasma synthesis and sintering of SiC powder (12th European Plasma Conference 2012, Bologna)
- Publikáció:
 - Saini, A. – Kótai L. – Sajó E. I. – Szilágyi I. M. – Lázár K. – May Z. – **Fazekas P.** – Gács I. – Sharma V. – Banerji K. K. (2012): Solid Phase Sulphatizing of Zinc Ferrite Spinel with Iron Sulphates as an Environmental Friendly Way for Recovering Zinc. European Chemical Bulletin 1., 7-13 pp.