

# Posudek

diplomové práce s názvem

## Studium fotoionizace atmosférických plynů pomocí časově rozlišené terahertzové spektroskopie.

vypracované panem **Zoltánem Micsem**

Tato diplomová práce se zabývá časově rozlišenou terahertzovou (THz) spektroskopií a zejména pak její aplikací na studium elektronového plazmatu vzniklého ionizací atmosférických plynů (kyslíku a dusíku) velmi intenzivními femtosekundovými optickými pulzy. Analýza dat umožňuje charakterizovat vysoce nelineární procesy fotoionizace a pravděpodobně i zkoumat produkty návazných chemických reakcí. Jedná se vůbec o první práci využívající pikosekundové THz pulzy k sondování dynamiky plynů bezprostředně po vícefotonové ionizaci. Práce může mít význam z hlediska výzkumu nelineárně optických procesů ve vzduchu ale i z hlediska studia role kyslíku ve vnějších vrstvách atmosféry.

Rešeršní část (kapitola 2) shrnuje základní principy THz spektroskopie v časovém oboru. Popisuje nejprve metody generace a detekce ultrakrátkých THz pulsů pomocí polovodičových fotovodivých spínačů a pomocí nelineárních optických interakcí v necentrosymetrických krystalech. Dále pak diskutuje princip měření THz dielektrických spekter vzorků v rovnováze a podstatu experimentů umožňujících získat časově rozlišená spektra fotoexcitovaných vzorků. Domnívám se, že by bývalo nebylo na škodu popsat zde z obecného hlediska i odezvu látek v THz spektrální oblasti v závislosti na typu excitace s níž THz záření interaguje.

Další část rešerše týkající se aplikace THz spektroskopie na studium ionizovaných plynů na straně jedné a fotoionizace plynů v silném laserovém poli na straně druhé, je uvedena v první části kapitoly 4.

Experimentální uspořádání použité při vlastních měřeních je poměrně pečlivě popsáno v kapitole 3. Druhá část kapitoly 4 pak uvádí popis interakce THz záření s elektronovým plazmatem a vysvětluje protokol zpracování experimentálních dat. Obě tyto části jsou velmi důležité. Je třeba zdůraznit, že v rámci diplomové práce byly provedeny velmi složité experimenty typu „optical pump – THz probe“ v závislosti na několika parametrech: na intenzitě, vlnové délce a polarizaci čerpacího svazku, dále pak na zpoždění mezi optickým a THz pulzem. Experimenty jsou dlouhé a náročné na stabilitu laserového systému i celého experimentálního uspořádání. Z povahy zkoumaných interakcí plyne, že k vyvolání nelineární odezvy vzorku je nutné optický čerpací pulz velmi silně fokusovat. Naproti tomu dlouhovlnný (THz) sondovací pulz principiálně nemůže být koncentrován do submilimetrového ohniska. Sledovaná část vzorku je tedy podstatně větší než jeho fotoexcitovaná část, tj. tranzientní signál je sbírán z nehomogenně excitovaného vzorku. Jedním z velmi důležitých bodů této práce je popis interakce THz záření s nehomogenním plazmatem a úspěšné nalezení modelu pro zpracování naměřených dat, který umožňuje získat kvantitativní výsledky.


Experimentální výsledky spolu s jejich interpretací jsou uvedeny v kapitole 5. Je stanovena závislost hustoty plazmatu a srážkové doby elektronů na intenzitě, vlnové délce a polarizaci čerpacího pulzu. Na základě těchto výsledků jsou diskutovány mechanismy fotoionizace. Kromě charakteristických rysů elektronového plazmatu se při experimentech s kyslíkem ve spektrech též objevují spektrální čáry odpovídající rotačním přechodům molekuly  $O_3$  (jeden z produktů reakcí následujících po fotoexcitaci); při vysoké intenzitě excitace byl navíc detekován tranzientní signál, který může být spojen s fotoionizací molekul  $O_3$ .

Zoltán Mics je prvním autorem článku v J. Chem. Phys., který uvádí a diskutuje výsledky získané při experimentech týkajících se fotoionizace kyslíku. Další článek zahrnující srovnání výsledků získaných pro fotoionizovaný kyslík a dusík je v přípravě. Přístup pana Micsa k vypracování diplomové práce byl velmi seriózní, zejména jsme ocenili jeho samostatnost a péči při provádění experimentů. Diplomovou práci vřele doporučujeme k obhajobě.

V Praze dne 9.5.2006

školitelé

Prof. RNDr. Petr Malý, DrSc.  
KCHF MFF UK



RNDr. Petr Kužel, PhD.  
Fyzikální ústav AVČR