

Rentgenové lasery a jiné laboratorní zdroje krátkovlnného záření

M. Račko – Gymnázium Jozefa Lettricha Martin
vtcmikos@gmail.com

P. Pokošová – Podkrušnohorské gymnázium Bílina

V. Stránský – Gymnázium Teplice

V. Trličík – Masarykovo gymnázium Vsetín

Abstrakt:

Cílem projektu bylo seznámit s generací rentgenového laseru pomocí ultrakrátkých laserových pulsů na zařízení PALS. Dalším cílem byla optimalizace parametrů pro dosažení co možná nejsilnějšího krátkovlnného záření.

Úvod

Rentgenové lasery nacházejí využití v mnoha oborech, např. ve výzkumu termonukleární fúze. K jejich generaci se využívá laserový impuls zaměřený na sloupec plasmatu. V projektu jsme využili titansafírový laser fokusovaný do cely naplněné argonem. Pomocí spektrometru jsme dále zjišťovali vlastnosti XUV laseru a dále jsme změnou jednotlivých parametrů dosahovali lepších vlastností.

1 Generace laserových pulsů

K vytvoření laserového pulsu o vlnové délce 812nm a délce pulsu 40fs jsme využili 1 Jouleový laser v zařízení PALS (Prague Asterix Laser System), jehož výkon dosahuje 25TW. Pro naše účely jsme však využili slabší svazek s výkonem 25GW. Intenzita v ohnisku dosahovala 10^{14} W/cm².

2 Generace vyšších harmonických frekvencí

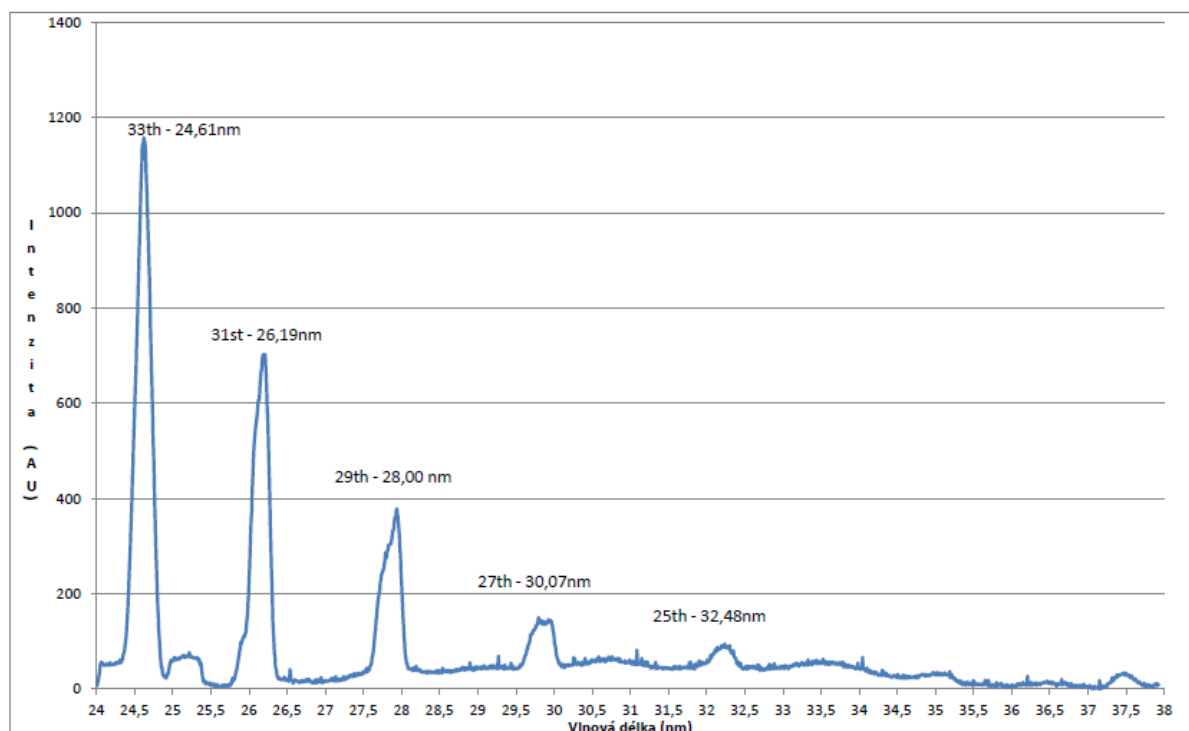
Pro vytvoření elektromagnetického záření s vyšší frekvencí bylo třeba laserové pulsy zaměřit pomocí čočky o ohniskové vzdálenosti 75cm na celu naplněnou argonem o tlaku 20-100 mbar. Tato cela byla umístěna ve vakuové komoře a byla připevněna k motorům, které umožňovaly její pohyb.

3 Optimalizácia parametrov - výsledky

Ďalej sme sa pokúšali dosiahnuť čo najvyššie intenzity vyšších harmonických frekvencií. Menili sme tlak v cele, vzdialenosť cely od ohniska a dĺžku laserového pulzu. Na meranie intenzity sme použili spektrometer s difrakčnou mriežkou, pomocou ktorej sa zobrazilo spektrum na CCD čipe citlivom na mäkké rentgenové žiarenie. Na obr.1 je zobrazená fotka tohto spektra. Porovnaním relatívnych hodnôt intenzít žiarenia na jednotlivých vlnových dĺžkach sme našli najvhodnejšie podmienky pre generáciu vyšších harmonických frekvencií. Postupnými meraniami sme zistili, že najvyššiu účinnosť sme dosiahli pri tlaku v cele 35mbarr, vzdialenosti od ohniska 2mm a vzdialenosťou mriežok v kompresore rovnou 200μm. Merania peakov je zaznačené v grafe číslo 1.



Obrázek č.1



Graf č.1

Záver

V našom miniprojekte sme dokázali vznik vyšších harmonických frekvencií, ktoré sme detekovali spektrometrom citlivým na mäkkú rentgenovú časť spektra. Postupnými meraniami sme určili najvhodnejšie podmienky pre túto generáciu.

Poděkování

V prvné řadě bychom rádi poděkovali naší supervizořce Ing. Michaele Kozlové, PhD., která nám s přehledem odpovídala na všechny naše otázky a provázela nás celým měřením. Dále děkujeme panu Janu Hřebíčkoví, všestrannému technikovi. Seznámení s danou tematikou nám zprostředkoval Fyzikální ústav PALS, ve spolupráci s FJFI ČVUT. Týdnem vědy nás provázela převážně Ing. Vojtěch Svoboda, CSc., kterému tímto také děkujeme za jeho bezproblémový přístup.

Reference:

- [1] Jakubczak Krzysztof: Development and applications of coherent XUV sources driven by ultrashort laser pulses, 2010