

האוניברסיטה העברית בירושלים

הפקולטה למדעי הטבע

המחלקה לפיסיקה יישומית

**Low jitter plasma channel in 3D
printed gas filled capillary discharges**

**ריצוד נמוך של התפרקויות קפילריות בתעלות
פלסמה מודפסות תלת ממד מוזרקות גז**

**Thesis submitted for the degree
of Master of Science**

by Ehud Behar

חיבור לשם קבלת תואר מוסמך מחקרי

מאת אהוד בכר

Supervisors: Dr. Amir Capua and Prof. Arie Zigler

בהדרכתם של ד"ר אמיר קפואה ופרופ. אריה ציגלר

סיוון ה'תשפ"א

May 2021

Abstract

Research of plasma parameters obtained by controlled discharge in 3D printed gas filled capillaries are presented. The obtained results have implications to the laser wake-field acceleration (LWFA) scheme. We demonstrate a synchronization capability in the scale of 1 ns using straight and curved capillaries. This high precision opens a hatch into the possibility of sufficient synchronization between three systems – synchronization between the plasma generation, the incident ultra-short high intensity laser and the injection of the electrons. We also demonstrate the formation of a plasma channel in the capillary, resulting in optical guiding, with an 84 MHz Ti:Sa oscillator laser, for the purpose of extending the propagation distances of intense laser pulses over many Rayleigh lengths in a "fish-bone" scheme. The verification of a preformed plasma channel with a parabolic plasma density profile using a temporally resolved plasma spectroscopy measurement is also presented.

תקציר

מוצג מחקר על פרמטרים בפלסמה המתקבלת מהתפרקות חשמלית המוצתת על ידי לייזר בתוך צינורית קפילרית המודפסת בהדפסה תלת ממדית. לתוצאות המתקבלות יש השלכות על סכמת האצת לייזר באמצעות שדות שובל פלסמה (LWFA).

מוצג סנכרון עם אפשרות לדיוק בזמני ריצוד של 1 ננו-שנייה, הן בקפילרות ישירות והן בקפילרות מכופפות.

דיוק גבוה זה פותח אפשרות לסינכרון מספק בין שלוש מערכות - סינכרון בין יצירת הפלסמה, הלייזר רב העוצמה, אולטרא-קצר הפוגע והזרקת האלקטרונים.

מוצגת בנוסף היווצרות תעלת פלסמה בקפילרה, המביאה לידי הובלה אופטית של לייזר טיטניום-ספיר בקצב הישנות של 84 MHz, במטרה להאריך את מרחקי ההתקדמות של פולסי לייזר חזקים על פני מספר גדול של מרחקי ריילי, בסכמת "אדרת הדג" (fish-bone scheme).

בנוסף מוצגות מדידות ספקטרוסקופיות מופרדות זמנית לאמות היווצרות תעלת פלסמה בעלת פרופיל צפיפות פרבולי.