

נושאים לעבודות מחקר לתלמידי MSc ו-PhD במעבדה למחשוב אופטואלקטרוני של פרופ' אגרנט

קבוצת המחקר של פרופ' אגרנט (<https://scholars.huji.ac.il/agranatgroup/home>) במחלקה לפיסיקה יישומית מציעה נושאים לעבודות PhD ו-MSc במספר תחומים. העבודות מתאימות לתלמידים בעלי תואר בוגר בפיסיקה, בהנדסת חשמל ומחשבים, ובמדעים מדויקים, המעוניינים ללמוד לקראת תואר מוסמך ו/או דוקטור בפיסיקה יישומית או בפיסיקה, כולל כאלה המעוניינים להתמחות בננומדע וננו-טכנולוגיה. נושאי המחקר יכולים להיות מותאמים גם לפרויקטי סיום בתכנית אמירים, ובהנדסת חשמל ומחשבים. לתלמידים שיתקבלו לביצוע המחקר יוענקו מלגות קיום.

נושאי המחקר המוצעים כוללים:

1. ננופוטוניקה בהשראת עקרונות היחסות הכללית.
2. מערכות לייזר אלקטרו הולוגרפיות.
3. חקירת התהוותן ושימושן של "מחילות ננופוטוניות" הנוצרות בקרבת מעבר הפאזה הפרואלקטרי.
4. תכנון, יצור, וחקירה של מבנים ננופוטוניים-אלקטרואופטיים ע"י "פיסול" בתלת מימד של התווך הגבישי.

תיאור מפורט של נושאי המחקר:

1. ננופוטוניקה בהשראת עקרונות היחסות הכללית:

ליבת המחקר המוצע היא הצעה לפרדיגמה חדשה לחלוטין בתחום הננופוטוניקה: ננופוטוניקה במרחבים עקומים, המבוססת על עקרונות תורת היחסות הכללית ומיושמת באמצעות מערכת ה-Nanoscribe המאפשרת יצור מבנים תלת ממדיים עם פרטים בסקאלה ננומטרית. במסגרת המחקר המוצע אנחנו מפתחים ומייצרים משפחה חדשה של התקנים ננופוטוניים עם מבנה תלת ממדי מורכב. רכיבים חדשניים אלה יהיו מבוססים על העקרונות של התפשטות גלים אלקטרומגנטיים במרחבים עקומים (כדוגמת המרחב בו מתפשטים הגלים בקרבת חור שחור). הרכיבים ייוצרו במערכת ה-nanoscribe שהיא מערכת להדפסה תלת ממדית של מבנים זעירים שהותקנה לאחרונה במעבדת ברידא שבאוניברסיטה העברית והיא היחידה מסוגה בישראל.

פרטים נוספים: <https://scholars.huji.ac.il/agranatgroup/nanophotonic-structures-3d-curved-spaces>

המחקר מיועד לתלמידים בעלי הבנה ועניין בעקרונות הבסיסיים של הפיסיקה, והמעוניינים לרתום אותם לבניית מערכות חישוב וחישה בסקאלה הקוואנטית.

המחקר מתאים גם לתלמידים המעוניינים בעבודת מעבדה הכוללת תכנון בנייה ואפיון של ההתקנים, וגם לתלמידים המעוניינים בעבודה תיאורטית המבוססת על ביצוע סימולציות של התפשטות גלים אלקטרומגנטיים במרחבים עקומים.

2. מערכות לייזר אלקטרוהולוגרפיות:

יעד המחקר המוצע הוא פיתוח מערכות לייזר חדשניות לתחום אורכי הגל שבין $1.8 \mu\text{m}$ ל- $3 \mu\text{m}$, בעלות ביצועים ייחודיים המבוססים על עקרונות האלקטרוהולוגרפיה, הכוללים כוונן חשמלי רחב סרט של אורכי הגל, ויכולת לייצר פולסים קצרים רבי אנרגיה.

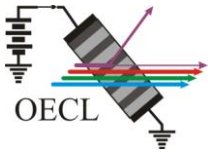
בשלב הראשון של הפרויקט, עיקרון האלקטרוהולוגרפיה יותאם למימוש בתחום ה- $2 \mu\text{m}$, ועל בסיסו יפותחו מאפני אלקטרוהולוגרפי חדשני להפקת פולסים קצרים מאד לביצוע מיתוג Q, והתקן המפיק דיספרסיה נשלטת חשמלית שישולבו במערכות לייזר לתחום ה- $2 \mu\text{m}$. בשלב השני של הפרויקט, מערכות הלייזר ישולבו יחד עם התקנים אלקטרואופטיים ומבנים ננופוטוניים נוספים במעגלים פוטוניים משולבים שייבנו בשיטת "הנדסת גורם השבירה באמצעות השתלת יונים באנרגיות גבוהות".

מערכות הלייזר שייבנו במסגרת הפרויקט מתוכננות להיות הבסיס לשלל יישומים לתחום אורכי הגל בסביבת $2 \mu\text{m}$. תחום ספקטראלי זה, המתפתח לאחרונה, מהווה פלטפורמה למימוש מספר רב של יישומים ייחודיים, ביניהם: מערכות LIDAR לביצוע חישה מרחוק של הרכב האטמוספירה, ומיפוי הסביבה התלת מימדית עבור מכונות אוטונומיות; מערכות כירורגיות לייזר; מערכות ספקטרוסקופיות למטרות דיאגנוסטיות; מערכות תקשורת בחלל החופשי; ומערכות לריתוך ואבלציה של פולימרים שקופים.

עבודת המחקר כוללת תכנון, בניה ואפיון של התקנים אלקטרוהולוגרפיים ומערכות לייזר תוך שימוש בשיטות פבריקציה מתקדמות.

לפרטים נוספים על אלקטרוהולוגרפיה: <https://scholars.huji.ac.il/agranatgroup/electroholography>

לפרטים נוספים על "הנדסת גורם השבירה": <https://scholars.huji.ac.il/agranatgroup/refractive-index-engineering>



לפרטים נוספים על: "לייזר אלקטרוהולוגרפי מתכוונן":

<https://scholars.huji.ac.il/agranatgroup/electroholographic-tunable-laser>

המחקר מתאים למעוניינים לשלב המצאות בתחום האלקטרוהולוגרפיה והאופטיקה האינטגרלית עם הנדסת מערכות לייזר.

3. חקירת התהוותן ושימושן של "מחילות ננופוטוניות" הנוצרות ע"י הקפאה של נוזל דיפולרי זכוכיתי המופיע בקרבת מעבר הפאזה הפרואלקטרי של גבישי KNTN ו-KLTN:

המחקר עוסק בתופעה שהתגלתה לאחרונה המכונה: "Scale Free Optics" המופיעה בקרבת מעבר הפאזה הפרואלקטרי בגבישי KLTN ו-KNTN. כפי שנצפה לאחרונה, ניתן לבטל את ההתבדרות של אלומות אור הנעות בגבישים אלה ע"י תהליכי Quenching ו-Annealing של צבירי ננו-דיפולים המופיעים בקרבת מעבר הפאזה. התופעה מיוחסת ליחסי הגומלין שבין הדינאמיקה של נוזל "יוצר זכוכית" העשוי מהצבירים הללו, לבין האפקטים האלקטרואופטי והפוטורפרקטיבי החזקים המאפיינים את הגבישים הללו. כאמור, זוהי תופעה שנתגלתה לאחרונה, אבל כבר עתה ברור שמעבר לעניין שהיא מעוררת בתחום המחקר הבסיסי, גלום בה פוטנציאל אדיר להוות את הבסיס לשלל יישומים ייחודיים בתחום הסופר-רזולוציה, האלקטרוהולוגרפיה, והננופוטוניקה. לפרטים נוספים:

Nature Photonics 5, (1) pp. 39-42, (2011).

Nature Photonics 9 (4), pp. 228-232 (April 2015).

המחקר מתאים לתלמידים המעוניינים לשלב מחקר בסיסי בפיסיקה של מעברי פאזה ודינאמיקה לא לינארית, עם מחקר יישומי בתחום האלקטרואופטיקה.

4. תכנון, יצור, וחקירה של מבנים ננופוטוניים-אלקטרואופטיים ע"י "פיסול" בתלת מימד של התווך הגבישי

זהו מחקר בתחום מדע החומרים המשלב הבנה מעמיקה של הפיסיקה של מעברי פאזה פרו-אלקטריים, ובפרט הדינאמיקה של צבירים של ננו-דיפולים הנוצרים בסמוך לו עם היכולת לגדל גבישים תוך שליטה בהתפלגות המרחבית של הרכבם, וזאת במטרה ליצור מבנים ננופוטוניים-אלקטרואופטיים בעלי ביצועים פונקציונאליים ייחודיים. פעילות המחקר כוללת המצאה ומימוש שיטות ייחודיות לבניית מבנים ננופוטוניים במהלך גידול הגבישים, מיפוי הקשר שבין ההתפלגות המרחבית של הרכב הגביש ותכונותיו האופטיות והאלקטרואופטיות. מחקרים קודמים בנושא:

J. of Non-Cryst. Solids 353, pp. 4405-4410 (2007).

Appl. Phys. Lett. 90, Art. No. 192902 (2007).

Nature Communication 7 Article number: 10674 (2016):

<http://www.nature.com/ncomms/2016/160224/ncomms10674/full/ncomms10674.html>

המחקר מתאים במיוחד לתלמידים בעלי תואר במדעים מדויקים, וגם לתלמידים בפיסיקה יישומית, פיסיקה וכימיה בהתמחות ננו-מדע וננו-טכנולוגיה.

המעוניינים לבחון את האפשרות לעסוק במחקר בתחומים אלה מתבקשים לפנות לקביעת פגישה עם פרופסור רוני אגרנט: agranat@savion.huji.ac.il