**התכנית הרב-תחומית**

**לננו-מדעים**

**וננו-טכנולוגיה**

**התכנית פועלת במסגרת ועדה בין-יחידתית בהשתתפות היחידות הבאות:**

**הנדסת מכונות, הנדסת חשמל, הנדסה כימית, הנדסת ביוטכנולוגיה ומזון, פיסיקה, כימיה, ביולוגיה, רפואה, מדע והנדסה של חומרים, הנדסה ביו-רפואית, חינוך למדע וטכנולוגיה.**

המדע הנוגע למערכות ננומטריות והטכנולוגיה הנגזרת ממנו משלבים ידע מתחומים שונים שבמסגרת האוניברסיטאית נלמדים ונחקרים בפקולטות שונות. בשנים האחרונות חלה תנופה מדעית ובעקבותיה פיתוח טכנולוגי המתבטא ביישום ננוטכנולוגיה בתחומים רבים. קיים שימוש בננוחלקיקים ברפואה - בדיאגנוסטיקה ובטיפול. יש ציפיות רבות לעתיד עם התקדמות הידע על קשרי הגומלין בין מערכות ביולוגיות וסינתטיות ברמה ננומטרית בגוף האדם. טכנולוגיות מתקדמות מיישמות ננוטכנולוגיה בתחומים שונים מהתקנים אופטו-אלקטרוניים ועד לטיפול במים.

הטכניון רואה בפיתוח המחקר וההוראה בננוטכנולוגיה וננומדעים עדיפות גבוהה ומשקיע משאבים ניכרים בקידום נושא זה. הוקם מכון לננוטכנולוגיה ע"ש Russell Berrie ונערכים שיתופי פעולה משמעותיים בין חוקרים מדיסציפלינות שונות בחקר ההיבטים המדעיים של התארגנות ופונקציונליות במערכות טבעיות וסינתטיות בממדים ננומטריים, וביישום עקרונות אלו בפיתוח טכנולוגי. מצאנו לנכון ליצור גרעין מרוכז של מקצועות לימוד ומחקר לתזת מגיסטר ודוקטורט, אשר יאפשר לאחד את הידע בתחומים השונים המרכיבים נושא זה, מדעי הטבע, וההנדסה.

**לימודים לתואר "מגיסטר למדעים בננו-מדעים וננו-טכנולוגיה"**

**תנאי הקבלה**

התוכנית מיועדת לבעלי תואר ראשון באחד התחומים הבאים: הנדסת חומרים, הנדסת חשמל, הנדסה כימית, הנדסת ביוטכנולוגיה ומזון, הנדסה ביו-רפואית, הנדסת מכונות, כימיה, פיסיקה, ביולוגיה, רפואה, וכן בעלי תואר ראשון בתחומים אחרים, לפי החלטת הועדה.

הקבלה למסלול תקבע, בין היתר, לפי סף ציונים גבוה בלימודים קודמים (ציון 89 ומעלה למעט מקרים מיוחדים), המלצות וראיונות עם נציגי הוועדה הבין יחידתית.

לבקשת הקבלה יש לצרף:

* גיליון ציונים מפורט של לימודים אקדמיים קודמים של המועמד
* 2 המלצות לפחות (טופס המלצה מובנה ומכתב המלצה מכל אחד משני הממליצים)
* קורות חיים
* מכתב אישי המסביר "מדוע הנך מעוניין להתקבל לתוכנית?".

**דרישות הלימוד**

בוגרי תואר ראשון ארבע שנתי מחויבים ב-25 נקודות לתארים מתקדמים שהרכבן:

1. 6 קורסי ליבה (ראה טבלה מצורפת).
2. 2 קורסי תת ליבה
3. 2 קורסי בחירה חופשית

במקרה שסטודנט מציג רקע קודם בחלק מן המקצועות הנדרשים תיבדק האפשרות לפטור אותו מקורסי החובה הרלוונטיים באישור מרכז לימודים מתקדמים והמנחה.

בכל מקרה לא יילמד הסטודנט פחות מ-17 נקודות לתארים מתקדמים כתנאי לקבלת התואר השני.

בוגרי תואר ראשון תלת שנתי מחויבים ב- 30 נקודות אשר יכללו בתוכן:

1. 6 קורסי ליבה (ראה טבלה מצורפת).
2. 2 קורסי תת ליבה
3. 2 קורסי בחירה חופשית

במקרה שסטודנט מציג רקע קודם בחלק מן המקצועות הנדרשים תיבדק האפשרות לפטור אותו מקורסי החובה הרלוונטיים באישור מרכז לימודים מתקדמים והמנחה.

בכל מקרה לא יילמד הסטודנט פחות מ-30 נקודות, מתוכן לפחות 20 נקודות לתארים מתקדמים כתנאי לקבלת התואר השני.

בנוסף למקצועות כל תלמיד יבצע מחקר בהיקף של 20 נקודות.

הדרישות לשפות הן בהתאם לתקנות בי"ס ללמודי תארים מתקדמים.

**המחקר**

תוכנית הלימודים תאפשר השתלמות לתואר גבוה בהנחיית כל חבר/ת סגל מהפקולטות המשתתפות בתוכנית גם אם הסטודנט בעל תואר בוגר בפקולטה אחרת. הוועדה הבין יחידתית האחראית לתוכנית תעודד תוכניות מחקר בין תחומיות והנחייה משותפת של אנשי סגל מפקולטות שונות.

עבודת מחקר תבוצע בהיקף של **20** נק'.

נושא המחקר יאושר ע"י וועדת התוכנית בהתאם לתקנון בי"ס ללימודי תארים מתקדמים.

לימודים לתואר דוקטור

תנאי הקבלה

למסלול זה יוכל להגיש מועמדות בעל תואר מגיסטר למדעים של הטכניון (או תואר שקול של מוסד אקדמי מוכר אחר) עם רקע מתאים וממוצע ציונים של בדרך כלל 92 לפחות הן במקצועות והן בחיבור הגמר (תזה).

מועמד שסיים את התואר הראשון בממוצע של בדרך כלל 90 לפחות יוכל להגיש מועמדות למסלול המיוחד (סעיף 32.05).

סטודנט לתואר מגיסטר למדעים בעל הישגים מעולים (בדרך כלל 90 לפחות) והצטיינות במחקר יוכל לעבור למסלול הישיר לקראת התואר דוקטור (סעיפים 24.07, 32.06 בתקנות).

לבקשת הקבלה יש לצרף:

* גיליון ציונים מפורט של לימודים אקדמיים קודמים של המועמד
* 2 המלצות לפחות (טופס המלצה מובנה ומכתב המלצה מכל אחד משני הממליצים)
* קורות חיים
* מכתב אישי המסביר "מדוע הנך מעוניין להתקבל לתוכנית?".
* תקציר בן עמוד אחד של נושא המחקר המיועד לדוקטורט.

המועמד יעבור ראיונות קבלה עם נציגי הוועדה הבין יחידתית.

המועמד יתבקש למצוא מנחה למחקר, כתנאי לקבלה ללימודים.

תכנית ההשתלמות נקבעת לאור הרקע של המועמד.

**דרישות הלימוד**

10 נקודות מוסמכים לפחות, שהם 2 קורסי ליבה ו-2 קורסי בחירה חופשית. (ראה טבלה מצורפת).

**מידע נוסף**

מזכירות תארים מתקדמים בתוכנית לננו מדעים וננו טכנולוגיה טל. 04-8295047, [nanoprog@tx.technion.ac.il](mailto:nanoprog@tx.technion.ac.il)

**פירוט המקצועות בתכנית**

**מקצועות ליבה / חובה:**

תוכנית הלימודים בננו תתחלק לשלושה אשכולות/ תחומים:

**ננו ביו, ננו כימיה פיזיקה וחומרים וננו אלקטרוניקה מכניקה ופוטוניקה.**

**לאחר 6 מקצועות החובה** יהיה על הסטודנט לבחור מתוך אשכולות אלו 2 קורסים החופפים עם תחומים מרקע **שונה** מהרקע ממנו בא ,

בנוסף יהיה עליו לבחור 2 קורסי בחירה (בהתייעצות עם המנחה ובאישור מרכז התוכנית) אשר ישלימו ל- 25 נקודות לימוד סה"כ.

* שימו לב: הקורסים נלמדים בפקולטות שונות.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **מס' קורס** | **שם הקורס** | **ניתן בסמסטר** |  |
| 648012 | תרמודינמיקה סטאטיסטית לננו מדעים | א | 2.5 |
| 648013 | תופעות מעבר ננומטריות | ב | 2.5 |
| 648010 | מכניקת קוונטים בננו מדעים וננו טכנולוגיה | א | 2.5 |
| 648011 | יסודות הביוננוטכנולוגיה | א | 3.5 |
| 648001 | סמינר ביישומי ננו מדעים וננו טכנולוגיה |  | 2.0 |
| 648006 | מעבדה בננומדעים וננוטכנולוגיה -  מיועדת רק לסטודנטים שלומדים בתוכנית |  | 3.0 |

**אשכול ננו ביו:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **מספר קורס** | **שם הקורס** | **קורס חופף עם אשכול:** | | |
|  | | **ננו-ביו** | **ננו כימיה, פיסיקה וחומרים** | **ננו אלקטרוניקה- מכניקה ופוטוניקה** |
| 036038 | תהליכי מעבר בפן ביני | X | X | X |
| temp: 036066 No final number | זרימה והסעה בהתקנים ממוזערים | X | X |  |
| 036071 | ביומכניקה של תאים ומולקולות | X |  |  |
| 336021 | ננוחלקיקים בביולוגיה, מכניקה וריאולוגיה | X | X |  |
| 056120 | מיקרוסקופיית אלקטרונים | X | X |  |
| 056140 | מערכות קולואידיות (ננו-מערכות) | X | X |  |
| 056166 | תופעות שטח | X | X |  |
| 056378 | תרמודינמיקה סטטיסטית | X | X |  |
| 056383 | נוזלים מרוכבים | X | X |  |
| 056390 | חומרים מולקולאריים | X | X | X |
| 056391 | חיישנים מבוססי ננו(ביו) חומרים | X | X | X |
| 058129 | מבנה ותכונות של פולימרים | X | X |  |
| 058172 | תרמודינמיקה של פולימרים | X | X |  |
| 058173 | שיטות פיזיקליות לאפיון פולימרים | X | X |  |
| 058181 | קביעת מבנה באמצעות פיזור קרינה | X | X |  |
| 054413 | פולימרים ויישומיהם בביוטכנולוגיה | X | X |  |
| 064238 | מבנה ותכונות חומרים ביולוגיים ומזון | X | X |  |
| 066328 | מיקרו וננו אנקפסולציה במזון | X | X |  |
| 066525 | יזמות בביוטכנולוגיה | X |  |  |
| 066518 | ביוקטליזה שימושית | X | X |  |
| 066329 | אמולסיות במזון ובביוטכנולוגיה | X | X |  |
| 066524 | ביוטכנולוגיה של פפטידים אנטימיקרוביאליים | X | X |  |
| 336528 | שחרור מבוקר של תרופות | X | X |  |
| 336531 | עקרונות של חיישנים ביוכימיים בהנדסה ביו-רפואית | X | X |  |
| 336021 | ננו-חלקיקים בביולוגיה, מכניקה וריאולוגיה | X | X |  |
| 315018 | חומרים בהנדסה ביורפואית | X | X |  |
| 336538 | ביופיסיקה וביוהנדסה של מולקולות | X | X |  |
| 138021 | מכונות ביומולקולאריות | X | X |  |
| 136090 | עקרונות ההכרה המולקולרית בין חלבונים וחומצות גרעין | X |  |  |
| 318243 | עיצוב ננומטרי של חומרים עשויי פחמן | X | X | X |
| 318320 | תרמודינמיקה וקינטיקה של משטחי ביניים | X | X | X |
| 096475 | תכנון ניסויים וניתוחם | X |  |  |
| 324648 | איך נכתוב (כתיבה מדעית) | X |  |  |

**אשכול ננו-כימיה פיזיקה וחומרים:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **מספר קורס** | **שם הקורס** | **קורס חופף עם אשכול:** | | |
|  | | **ננו ביו** | **ננו כימיה**  **פיסיקה וחומרים** | **ננו אלקטרוניקה- מכניקה ופוטוניקה** |
| 036038 | תהליכי מעבר בפן ביני | X | X | X |
| 038800 | שיטות אנליזה ומידול במיקרו מערכות |  | X | X |
| 38731 | מעבר חום בקרינה |  | X | X |
| 36048 | רטט לא לינארי |  | X | X |
| temp: 036066 No final number | זרימה והסעה בהתקנים ממוזערים | X | X |  |
| temp: 036066 No final number | שיטות חישוב בננומכניקה של חומרים |  | X |  |
| 056120 | מיקרוסקופיית אלקטרונים | X | X |  |
| 056140 | מערכות קולואידיות (ננו-מערכות) | X | X |  |
| 056166 | תופעות שטח | X | X |  |
| 056378 | תרמודינמיקה סטטיסטית | X | X |  |
| 056383 | נוזלים מרוכבים | X | X |  |
| 056390 | חומרים מולקולאריים | X | X | X |
| 056391 | חיישנים מבוססי ננו(ביו) חומרים | X | X | X |
| 058129 | מבנה ותכונות של פולימרים | X | X |  |
| 058172 | תרמודינמיקה של פולימרים | X | X |  |
| 058173 | שיטות פיזיקליות לאפיון פולימרים | X | X |  |
| 058181 | קביעת מבנה באמצעות פיזור קרינה | X | X |  |
| 054413 | פולימרים ויישומיהם בביוטכנולוגיה | X | X |  |
| 642380 | מבנה ותכונות חומרים ביולוגיים ומזון | X | X |  |
| 066328 | מיקרו וננו אנקפסולציה במזון | X | X |  |
| 066518 | ביוקטליזה שימושית | X | X |  |
| 066329 | אמולסיות במזון ובביוטכנולוגיה | X | X |  |
| 066524 | ביוטכנולוגיה של פפטידים אנטימיקרוביאליים | X | X |  |
| 336528 | שחרור מבוקר של תרופות | X | X |  |
| 336531 | עקרונות של חיישנים ביוכימיים בהנדסה ביו-רפואית | X | X |  |
| 336021 | ננו-חלקיקים בביולוגיה, מכניקה וריאולוגיה | X | X |  |
| 315018 | חומרים בהנדסה ביורפואית | X | X |  |
| 336538 | ביופיסיקה וביוהנדסה של מולקולות | X | X |  |
| 138021 | מכונות ביומולקולאריות | X | X |  |
| 318243 | עיצוב ננומטרי של חומרים עשויי פחמן | X | X | X |
| 318320 | תרמודינמיקה וקינטיקה של משטחי ביניים | X | X | X |
| 126601 | כימיה פיסיקאלית עיונית מתקדמת |  | X | X |
| 126602 | כימיה פיסיקאלית ניסיונית מתקדמת |  | X | X |
| 336021 | ננוחלקיקים בביולוגיה, מכניקה וריאולוגיה | X | X |  |

**אשכול ננו אלקטרוניקה מכניקה ופוטוניקה:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **מספר קורס** | **שם הקורס** | **אשכול** | | |
|  | | **ננו ביו** | **ננו כימיה**  **פיסיקה וחומרים** | **ננו-אלקטרוניקה- מכניקה ופוטוניקה** |
| 036038 | תהליכי מעבר בפן ביני | X | X | X |
| 336534 | שיטות במיקרוסקופיה אופטית ביורפואית | X |  | X |
| 038731 | מעבר חום בקרינה |  | X | X |
| 036070 | ננואופטיקה ומבנים אופטיים מחזוריים |  |  | X |
| 038800 | שיטות אנליזה ומידול במיקרו מערכות |  | X | X |
| 36048 | רטט לא לינארי |  | X | X |
| 036076 | אלקטרוקינמטיקה בננו ומיקרו זרימה |  |  | X |
| 056390 | חומרים מולקולאריים | X | X | X |
| 056391 | חיישנים מבוססי ננו(ביו) חומרים | X | X | X |
| 318243 | עיצוב ננומטרי של חומרים עשויי פחמן | X | X | X |
| 318320 | תרמודינמיקה וקינטיקה של משטחי ביניים | X | X | X |
| 126601 | כימיה פיסיקאלית עיונית מתקדמת |  | X | X |
| 126602 | כימיה פיסיקאלית ניסיונית מתקדמת |  | X | X |
| 49047 | מבוא לאלקטרוניקה מולקולרית |  | X | X |