



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל

הפקולטה להנדסת מכונות

מדריך לתארים מתקדמים

שנה"ל תשע"ו

2016 / 2015

Technion - Israel Institute of Technology
Faculty of Mechanical Engineering
Haifa, 32000 Israel

דרכי התקשרות

- 04-8292079/2084 פרופ' יורם הלוי דיקן הפקולטה
- 04-8293260 פרופ' עודד גוטליב סגן דיקן לתארים מתקדמים
- 04-8293189 גב' דנה אלוש מרכזת תארים מתקדמים

תוכן העניינים

4	סוגי תארים ומאפייניהם	.1
5	תחומי פעילות המחקר	.2
6	דרישות קבלה	.3
7	סטודנטים מחו"ל - תנאי קבלה	.4
8	נוהל לימוד	.5
9	הוראות ומידע נוסף למשתלמים לקראת תואר MSc	.6
11	הוראות ומידע נוסף למוסמכים הלומדים בהנדסת מכונות לקראת תואר ME	.7
12	המלצה	.8
13	מקצועות במסגרת המדור ללמודי חוץ לשנה"ל תשע"ו	.9
14	מקצועות לימוד לתואר מגיסטר MSc בכיוונים השונים	.10
18	מקצועות הלימוד לתואר ME (רשימות א' ב' ו-ג')	.11
21	תכנית ביניחידתית M.E. / M.Sc. לתכן וניהול הייצור	.12
22	רשימת המקצועות לתארים מתקדמים בפקולטה	.13
28	פרשיות לימודים	.14
56	רשימת מנחים - חברי סגל הפקולטה - ושטחי התענינותם	.15
57	רשימת המחקרים המוצעים ע"י אנשי סגל הפקולטה להנדסת מכונות	.16
77	מקצועות לימוד לתואר מגיסטר MSc בכיוונים השונים תשע"ו	.17

1. סוגי תארים ומאפייניהם

הפקולטה להנדסת מכונות מציעה מספר תכניות השתלמות לתארים גבוהים:

- מגיסטר למדעים בהנדסת מכונות - MSc in Mechanical Engineering
- מגיסטר למדעים MSc
- מגיסטר להנדסה בהנדסת מכונות- (ME) Master of Engineering in Mechanical Engineering
- מגיסטר להנדסה – (ME) Master of Engineering
- דוקטור לפילוסופיה - PhD

תוכניות אלו פתוחות לבוגרים בעלי תואר ראשון (BSc) בהנדסה ולבוגרי פקולטות מדעיות (כגון: מתמטיקה, פיסיקה ומדעי המחשב) ממוסד אקדמי מוכר.

מגיסטר למדעים בהנדסת מכונות (MSc)

תואר זה מיועד לבוגרי תואר ראשון בהנדסת מכונות במסלול ארבע שנתי או לבוגרים אחרים בהנדסה (כגון: בוגרי מכללות וכו') אשר ישלימו מספר של מקצועות מלימודי תואר ראשון בהנדסת מכונות כפי שיקבע על ידי ועדת הקבלה הפקולטית. ההשתלמות מכינה את הסטודנט לעבודת מחקר ופיתוח ברמה גבוהה ודורשת הגשת תזה.

מגיסטר למדעים (MSc)

תואר זה מיועד לבוגרי תואר ראשון שלא בהנדסת מכונות (פקולטות הנדסיות אחרות או פקולטות מדעיות כגון: מתמטיקה, פיסיקה, מדעי המחשב). ההשתלמות מכינה את הסטודנט לעבודת מחקר ופיתוח. סטודנטים שיתקבלו ללימודי תואר זה יידרשו ללמוד מקצועות נוספים מלימודי הסמכה בהנדסת מכונות רק אם הם נדרשים כמקצועות קדם או שיש להם נגיעה ישירה לתחום המחקרי אותו בחרו. כל מסלולים אלה דורשים הגשת תזה.

מגיסטר להנדסה בהנדסת מכונות או מגיסטר להנדסה (ME)

תואר זה מבוסס על צבירת נקודות לימוד ואינו כולל הגשת חיבור (תיזה). ההשתלמות מכינה את הסטודנט לעבודה מתקדמת בהנדסה יישומית או בפיתוח. התוכנית הראשונה מיועדת לסטודנטים חיצוניים בעלי תואר ראשון בהנדסת מכונות שיש להם ניסיון בעבודה הנדסית. התוכנית השנייה מיועדת לסטודנטים בעלי תואר ראשון בהנדסה אך לא בהנדסת מכונות. המשך לימודים לתואר דוקטור יתאפשר לאחר בצוע השלמות במחקר על פי קביעת ועדת הקבלה הפקולטית ללמודי מוסמכים. לסטודנט במסלול זה לא תינתן המלצה לקבלת מלגת השתלמות ומחקר.

דוקטור לפילוסופיה

ההשתלמות לקראת תואר "דוקטור לפילוסופיה" מיועדת לבעלי תואר שני ממוסד אקדמי מוכר שהשיגיהם הקודמים בלימודים ובמחקר היו טובים מאד. סטודנטים ברמה גבוהה במיוחד, שהתחילו את לימודיהם לקראת תואר מגיסטר למדעים ואשר מצטיינים בלימודיהם ובמחקר, יוכלו לעבור למסלול ישיר לקבלת תואר דוקטור אם נמצאו ראויים לכך ע"י הועדה הפקולטית לתארים מתקדמים. במקרה זה לא תידרש השלמת כל הדרישות לתואר מגיסטר. החל משנת תשנ"ח אושר גם מסלול למוסדות מיוחד לדוקטורט המיועד למצטיינים בוגרי תואר ארבע שנתי בטכניון. פרטים על התכנית מצויים בקטלוג הטכניוני ובמזכירות למודי מוסמכים בפקולטה. מומלץ כי משתלם העומד להירשם לתואר דוקטור ישוחח עם חברי סגל הפקולטה וימצא לעצמו מנחה מיועד **עוד לפני** הגשת בקשת הקבלה. תהליכי הטיפול בבקשה בפקולטה קשור בהמלצת המנחה המיועד. במקרים מיוחדים (למשל, משתלם מחו"ל) יסייע מרכז הועדה הפקולטית ללמודי מוסמכים במציאת מנחה. בכל מקרה, אי מציאת מנחה תעכב את תהליך הקבלה.

2. תחומי פעילות המחקר

אנרגיה, זרימה ותופעות מעבר

קירור עמוק, קריוגניקה, קירור רכיבים אלקטרוניים, קירור ומזג אויר, אנרגיה שמש, טכנולוגיות אנרגיה, התפלת מים, משאבות חום, אנרגיית רוח, טכנולוגיות פחם ופצלי שמן, גזיפיקציה של פחם וביו-מסה, כורים גרעיניים, דלקים חלופיים ומתחדשים, כלי רכב היברידיים וידידותיים לסביבה, מנועי שריפה פנימית, טורבו-מכונות, מאווררים ומפוחים תעשייתיים, מערכות סינון גזים, אוירוסולים תעשייתיים וסביבתיים, זרימות דו פאזיות תעשייתיות וסביבתיות, תרמודינמיקה, יציבות הידרודינמית ותרמודינמית, מכניקת זורמים אנליטית וחישובית, זרימות עם פן חופשי, בקרת זרימה, גלים לא לינאריים, אינטראקציות זורם-מבנה, זרימה ומעבר חום במערכות תעשייתיות ביולוגיות וסביבתיות, מעבר חום ומסה, מדידת תכונות תרמיות של מוצקים, נוחות תרמית, מיקרו-ונו זרימה, אלקטרו-קינטיקה.

בקה

בקה לינארית, לא לינארית, בקרת תהליכי דגימה, בקרה רובסטית, הנחיית טילים, בקרת מבנים גמישים, בקרת מערכות עם זמן מת.

מכטרוניקה

שילוב מערכות מכניות, אלקטרוניות ותוכנה. פתוח חיישנים מפעילים נבונים, עבוד אותות פיזיקאליים ואבחון אוטומטי של תקלות.

רובטיקה

מערכות דמויות אדם, רובוטים רפואיים, נוט רובוטים, רובוטים הולכים, מבנים רובוטים יחודיים, דינמיקה ובקה של רובוטים, ניידות של רובוטים.

מערכות דינמיות

גלי מאמצים, דינמיקה אנליטית, דינמיקה של גופים סובבים. מדידה וזיהוי מערכות דינמיות. מעבר אנרגיה במערכות דינמיות. מערכות דינמיות לא לינאריות וכאטיות. מערכות דינמיות עם פיגורי זמן. רטט לא לינארי. תנודות במבנים. דינמיקה היברידית במערכות מכניות.

מכניקת חומרים ומיקרומערכות

מכניקת חומרים מרוכבים, מכניקת שבר ומנגנוני כשל, העמסות דינמיות, התעיפות, פלסטיות, מכניקת הרצף, מיקרו-מיבנה של החומר, שיטות אלמנטים סופיים, עבוד ועצוב פלסטי של מתכות, קריסה דינמית, טריבולוגיה, בדיקות ללא הרס, הנדסת אניות. מיקרו מכניקה, מיקרו מחליפי חום, מיקרו חיישנים, מיקרו רובוטים, מיקרו מכניזמים. ננו-מכניקה של חומרים, אלקטרומכניקה, מגנטומכניקה, מיקרו-אקטואטורים, מדידות תכונות מכניות ברמת המיקרו והננו, תרמואלסטיות במיקרו מערכות.

ביו הנדסה

ביו מכניקה ודינמיקה של השלד והרקמות, מודלים להתנהגות רקמות ביולוגיות, ביו-מעבר חום ברקמות, נוחות תרמית, זרימה ומעבר מסה בריאות האדם, ביו-רובטיקה ויישומי רובוטים ברפואה, ממשקי מוח-מכונה, בקרת תנועה, ביו טריבולוגיה במפרקי הגוף, הדמיה ועיבוד גיאומטרי של מודלים רפואיים, מכניקה של שרירים, נזק לשרירים עקב פעילות חריגה, מכניקת של תאים, תנועת תאים, מנועים מולקולריים.

תכן ומערכות ייצור

אנליזת תהליכי ייצור, תכן מכני והנדסי, פתוח מוצרים חדשים, תכן אופטו-מכני, עיבודים פלסטיים, שיטות אלמנטים סופיים. פיתוח שיטות לתכן מוצר חדש, כלים בהנדסת מערכות.

תיב"ם

גיאומטריה חישובית, שיטות למידול וייצוג גיאומטרי, שיטות שיחזור הנדסי של גופים, טכנולוגית ייצור אב טיפוס, מערכות הדמיה ואנליזה עבור יישומים הנדסיים ורפואיים. מודל רק-סקאלי לייצוג וחישוב מכני של גופי מיקרו-מקרו. מודלים הקשורים למחזור החיים של המוצר PLM Engineering, אלגוריתמים מבוססי היוריסטיקה למחזור החיים של המוצר. מודלים ובקה של מערכות ייצור והרכבה. שיטות לפתרון מערכות אילוצים גיאומטריים ויישומיהן ההנדסיים. אלגוריתמים מקביליים לפתרון בעיות גיאומטריות.

הנדסה אופטית

מדעי האופטיקה, ננואופטיקה, מערכות אופטיות, אופטיקה לא קוונבנציונלית, לייזרים, עיצוב והמרה של קרינה תרמית.

אמינות

הערכת אמינות ושילובה בתכן. הערכת סיכונים ובקרתם. קבלת החלטות בתנאי אי-וודאות. יישומים בתכן הנדסי, שימור סביבה, כלכלה, רפואה, בטחון לאומי, ניהול פרויקטים ועוד.

הנדסת פני-שטח

סיכה הידרודינמית והידרוסטטית, מודלים למגע אדהזיה וחיכוך בין משטחים, מנגנוני בלאי, מיקרו וננו-טריבולוגיה, ביו-טריבולוגיה.

הנדסת ימית

תכן בסביבה ימית: הידרו-דינאמיקה של גלים ומבנים ימיים, אדריכלות ימית של כלי שיט, הנדסת חקלאות ימית בים פתוח, אנאליזה של מבנים ימיים.

3. דרישות קבלה

לתואר MSc

קבלת סטודנטים לתוכניות "מגיטר למדעים בהנדסת מכונות" או "מגיטר למדעים" תלויה בהישגיהם האקדמיים הקודמים. דרישות הקבלה כפופות לכללי ביה"ס לתארים מתקדמים והפקולטה להנדסת מכונות ועוברות שינויים מדי פעם. בשנה שעברה, למשל, נדרש ממוצע ציוני תואר ראשון לפחות 80-82 ומכתבי המלצה חיוביים. בוגרי תואר ראשון תלת-שנתי בפקולטות המדעיות ידרשו להשלים תחילה מקצועות מלימודי הסמכה. ההגדרה המדויקת של מקצועות ההשלמה תיקבע ע"י ועדת הקבלה הפקולטית לאחר ראיון אישי עם המועמד. מסלולים אלה דורשים הגשת תזה.

לתואר ME (ללא תיזה)

כל בוגר הנדסת מכונות בעל תואר BSc עם ממוצע ציונים של 75 ומעלה זכאי להגיש בקשה להתקבל לתוכנית "מגיטר להנדסה בהנדסת מכונות" (ME). סטודנט בעל תואר ראשון בהנדסה אך לא בהנדסת מכונות זכאי להגיש בקשה להתקבל לתוכנית "מגיטר להנדסה". המעוניינים יפנו לוועדת תארים מתקדמים של הפקולטה להנדסת מכונות בבקשה להתקבל לתוכנית המתאימה. הפניה צריכה לכלול תדפיס ציונים של תואר ראשון ומסלול ההשתלמות המבוקש. ההגדרה המדויקת של מקצועות ההשלמה תיקבע ע"י ועדת הקבלה הפקולטית לאחר ראיון אישי עם המועמד.

לתואר דוקטור לפילוסופיה PhD

המבקש להתקבל לתוכנית חייב להיות בעל הישגים אקדמיים קודמים טובים מאד ובעל יכולת לבצע מחקר עצמאי. ועדת קבלה פקולטית תבחן את הישגי המועמד ותחליט אם עליו לעמוד ב"בחינת קבלה" (שיחה בע"פ/בכתב על שני נושאים שונים מתחום ההתעניינות של המועמד) ו/או תנאי מעבר אחרים (כגון מקצועות השלמה וכו').

4. סטודנטים מחו"ל - תנאי קבלה

מגיסטר

- בוגר B.Sc בהנדסת מכונות מאוניברסיטה הנמצאת בדירוג גבוה
- הישגים אקדמיים (ציונים ומדרג) של המועמד.
- שלוש המלצות מחברי סגל שיעריכו את השגי המועמד. על הממליצים לשלוח את המלצות ישירות לביה"ס לתארים מתקדמים, IntGrad@technion.ac.il.
- תוצאות GRE : כמותי (85, לפחות), כתיבה אנליטית (3.5, לפחות). קוד הטכניון לבחינה 0343.
- ראיון אישי: תת-ועדה של ועדת תארים מתקדמים בפקולטה תראיין את המועמד דרך SKYPE או במפגש אישי. היכולות באנגלית והרקע האקדמי תיבחנה.
- יש להגיש את מסמכי המועמדות של המועמד מחו"ל לביה"ס לתארים מתקדמים ע"פ ההנחיות באתר ביה"ס לתארים מתקדמים.
- על המועמד למצוא מנחה.
- ועדת תארים מתקדמים של הפקולטה להנדסת מכונות תמליץ על קבלתו/אי קבלת המועמד ועל מקצועות השלמה במידת הצורך.
- הועדה תמליץ על קבלתו/אי קבלת של מלגה.
- במידה והמועמד לא סיים תואר ראשון ארבע שנתי במדעים והנדסה יהיה עליו להשלים 20 נקודות נוספות שתקבע הוועדה.

דוקטור

- בוגר M.Sc בהנדסת מכונות מאוניברסיטה הנמצאת בדירוג גבוה.
- הישגים אקדמיים (ציונים ומדרג) של המועמד.
- שלוש המלצות, לפחות, מחברי סגל שיעריכו את השגי המועמד. ההמלצות צריכות לכלול את המנחה ולפחות בוחן אחד של המגיסטר עם כתובת אימייל שלהם. על הממליצים לשלוח את המלצות ישירות לביה"ס לתארים מתקדמים אל IntGrad@technion.ac.il.
- תוצאות GRE : כמותי (85, לפחות), כתיבה אנליטית (3.5, לפחות). קוד הטכניון לבחינה 0343.
- ראיון אישי: תת-ועדה של ועדת תארים מתקדמים בפקולטה תראיין את המועמד דרך SKYPE או במפגש אישי. היכולות באנגלית והרקע האקדמי תיבחנה.
- על המועמד לסיים תואר מגיסטר לפני שהועדה תדון בו.
- על המועמד לשלוח את התיזה (באנגלית) בפורמט pdf לביה"ס לתארים מתקדמים, אל: IntGrad@technion.ac.il.
- יש להגיש את מסמכי המועמדות של מועמד מחו"ל לביה"ס לתארים מתקדמים ע"פ ההנחיות באתר ביה"ס לתארים מתקדמים.
- על המועמד למצוא מנחה.
- ועדת תארים מתקדמים של הפקולטה להנדסת מכונות תמליץ על קבלתו/אי קבלת המועמד ועל מקצועות השלמה במידת הצורך.
- הועדה תמליץ על קבלתו/אי קבלת של מלגה.

מידע נוסף

מזכירות תארים מתקדמים בפקולטה, טל. 04-8293189
[אתר הפקולטה להנדסת מכונות](#)

5. נוהל לימוד

לתוארי MSc

משתלם שהתקבל לתוכנית "מגיסטר למדעים בהנדסת מכונות", או "מגיסטר למדעים" ימונה לו מנחה זמני, תוך הבנה שהמשתלם "ישדרך עצמו" למנחה קבוע מבין חברי סגל הפקולטה. המנחה הקבוע יגדיר את נושא המחקר ואת מקצועות הלימוד. מאחר ולמנחה תפקיד נכבד ביותר בקביעת תכנית הלימודים של המשתלם, מומלץ שבחירת המנחה הקבוע תעשה בהקדם האפשרי. משתלם שאין לו מנחה קבוע לא יוכל לבחור מקצועות שאינם מרשימת החובה בכוון התמחותו. משתלם שנרשם לתואר מגיסטר למדעים בהנדסת מכונות יבחר בד"כ באחד מהכוונים: תופעות מעבר (אנרגיה+מכניקת זורמים), מערכות דינמיות (בקרה, מכטרוניקה, דינמיקה), מכניקת המוצקים, ייצור תיב"ם ורובוטיקה. קיימת גם אפשרות לבחור בכוני ביניים ובכוונים אחרים בהמלצת המנחה ואשור יו"ר הועדה.

תכנית הלימודים כוללת:

- לימוד 20 נקודות ברמה של תארים מתקדמים.
- ידיעה טובה בעברית ובאנגלית ועמידה בבחינות עפ"י הנדרש בביה"ס לתארים מתקדמים.
- מתן סמינר שמועד הרצאתו יתפרסם בקמפוס תוסס בטכניון.
- הגשת חיבור על מחקר או על פרויקט הנדסי בהיקף רחב.
- הגנה על החיבור בפני ועדת בוחנים.

רשימת מקצועות החובה ומקצועות הבחירה בכוני המחקר הראשיים מתפרסמת מדי שנה באתר של הפקולטה להנדסת מכונות.

לתואר ME

בהשתלמותו לקראת תואר ME חייב הסטודנט:

- בלמוד מקצועות בהיקף של 35 נקודות לפחות על פי כללי התוכנית המפורטים בפרק 3.
- בידיעה טובה בעברית ובאנגלית (סעיף 26.06 בתקנון ביה"ס לתארים מתקדמים).
- בבצוע פרויקט או עבודה סמינריונית (מס. מקצוע: 038789) בהיקף של 5 נקודות בהנחיית חבר סגל מהפקולטה. (ניתן לעשות רק לאחר הרישום בביה"ס לתארים מתקדמים וקבלה הפורמלית לתוכנית).

קבלת תואר מגיסטר (כל הסוגים)

קבלת תואר מגיסטר מותנית במילוי כל הדרישות של ביה"ס לתארים מתקדמים בפרק הזמן שהוקצב לכך בתקנון. משתלם לתואר מגיסטר אשר משך לימודיו עולה על 6 שנים יחויב בלמוד מקצוע נוסף בכל סמסטר נוסף של לימודיו (מכונה "חוק ההתיישנות"). ראה סעיף 25.03 בתקנון ביה"ס ללמודי מוסמכים בו פרוט מלא של הדרישה.

נוהל לימוד לתואר דוקטור לפילוסופיה

משתלם שהתקבל לתוכנית חייב ב-

- עמידה בתנאים המיוחדים שהטילה ועדת הקבלה (אם היו כאלה).
- לימוד 8 נקודות ברמה של תארים מתקדמים, או 25 נקודות למוד מוסמכים (לפחות) במסלול המיוחד לדוקטורט.
- ידיעת עברית, אנגלית ושפה נוספת (סעיף 34.03).
- הגשת הצעת מחקר לקראת בחינת המועמדות והגנה עליה בפני ועדת בוחנים.
- הגשת סמינריון שמועד הרצאתו יתפרסם בידיעון הטכניון.
- הגשת חיבור על מחקר והגנה עליו בפני ועדת בוחנים.

לאחר שלב ראשון של לימוד ומחקר סקירתי בנושא עבודתו יגיש הסטודנט "הצעת מחקר" ויבחן בבחינת מועמדות (סעיף 37 של התקנות האקדמיות ללמודי מוסמכים). בתום הבחינה רשאית ועדת הבוחנים לדרוש מהמועמד ללמוד מקצועות מסוימים כחלק ממכסת הלימודים (8 נקודות לפחות) שהזכרה לעיל, או בנוסף לה. אם יעמוד המועמד בבחינה, עליו לבצע את המחקר ולהשלים את כל יתר הדרישות - כולל כתיבת חיבור מסכם ועמידה בבחינת הגמר (סעיף 38).

6. הוראות ומידע נוסף למשתלמים לקראת תואר MSc

מטרת מידע זה להדריך את המשתלם לקראת השלבים השונים בהשתלמותו וכן להביא לידיעתו דרישות מיוחדות של הפקולטה להנדסת מכונות. מדריך זה הינו **תוספת** לקטלוג ביה"ס לתארים מתקדמים ואינו בא במקומו.

6.1 קבלה

סטודנטים המבקשים ללמוד במסגרת תארים מתקדמים יקנו את ערכת ההרשמה ב"מכלול" ויגישו את מועמדותם באמצעות מדור רישום בביה"ס ללמודי מוסמכים (בבנין צ'רצ'יל). בקשתם תידון בועדה הפקולטית. תנאי הקבלה משתנים מפעם לפעם והקבלה מתבצעת לפי הדרישות המעודכנות.

תנאי לקבלה להשתלמות לתואר מגיסטר יהיה ממוצע ציונים של 80-82 או יותר בלימודי ההסמכה. סטודנט שממוצעו נמוך מ-75 **לא יתקבל**. סטודנט שממוצעו בין 75 ל-82 יש לו ניסיון עשיר כמהנדס ו/או חוקר יוכל לבקש להתקבל והועדה הפקולטית תשקול גורמים נוספים, כפי שיראה לה, ותחליט. סטודנט שלימודי ההסמכה שלו היו בפקולטה אחרת, או במוסד אחר, יחויב לפעמים בהשלמות ללא זכות ניקוד במידה והועדה הפקולטית לתארים מתקדמים סבורה שהרקע שלו אינו מספיק.

מועמד שבקשתו להתקבל ללימודים לקראת תואר מגיסטר נדחתה, רשאי, באישור מרכז תארים מתקדמים, ללמוד מקצועות השייכים לתארים מתקדמים במסגרת "**היחידה ללימודי המשך**". אחרי שסיים מספר מקצועות בלימודים מתקדמים ויקבל ציונים נאותים, הוא יוכל לפנות שנית לביה"ס ולבקש להתקבל לתארים מתקדמים. אם הועדה הפקולטית תמליץ לקבל את הסטודנט, היא תמליץ בדרך כלל גם לזכות אותו בנקודות עבור חלק או כל המקצועות שלמד במסגרת היחידה ללימודי המשך (במידה והציונים בהן גבוהים מ-75).

סטודנט אשר ילמד בהצלחה מקצועות מלימודי המוסמכים עוד בהיותו סטודנט בלימודי ההסמכה, וזאת **מעבר** לדרישות התואר הראשון, יוכל לבקש מהוועדה שיוכרו לו נקודות אלה בלמודי המוסמכים. לבקשתו יצרף אישור ממזכירות לימודי הסמכה באולמן. מקצועות אלה צריכים להיות בכיוון שבחר, והציון שקבל בהם הוא מ-75 ומעלה.

לא יקבל סטודנט נקודות עבור מקצועות בתארים מתקדמים שלמד ושנספרו לו במסגרת הדרישות לתואר הראשון, וכמובן שלא יוכל ללמדם שנית במסגרת תארים מתקדמים.

6.2 דרישות

א. הסטודנט יבחר באחד מבין הכיוונים המוצעים באישור המנחה:

1. תופעות מעבר (אנרגיה+מכניקת זורמים)
2. מערכות דינמיות (בקרה, מכטרוניקה, דינמיקה)
3. ייצור, תיב"ם ורובוטיקה
4. מכניקת חומרים ומיקרו מערכות
5. הנדסת פני שטח
6. הנדסה אופטית
7. הנדסת ביו-מכניקה
8. כוון אחר, באשור המנחה והוועדה. רשימת המקצועות המוצעים יוגשו לוועדה עם הגשת נושא המחקר.

לכל כיוון של התמחות יש מקצועות חובה מיוחדים, כמפורט בהמשך. הסטודנט ילמד את מקצועות החובה של הכוון שבחר, ומקצועות בחירה מכלל המקצועות הפקולטיים (עמודים 9-1 עד 9-4), לפי הכוונת מנחהו ובאשור הועדה. במקרים מיוחדים ניתן לבחור גם במקצוע מפקולטה אחרת, באשור המנחה והועדה לתארים מתקדמים.

ב. הסטודנט חייב ללמוד 20 נקודות ולקבל ציון 65 או יותר בכל מקצוע על מנת לזכות בנקודות עבור אותו מקצוע. הממוצע של כל הציונים חייב להגיע לפחות ל-75. **בקורסים משותפים עם לימודי הסמכה (036....) קיים מועד ב' על כשולן ושפור ציון - באותו מסטר בלבד.**

ג. על הסטודנט לעמוד בדרישות לידיעת השפות עברית ואנגלית (ראה סעיף 26.06 בתקנון ביה"ס לתארים מתקדמים)

ד. הסטודנט יגיש חבור על עבודת מחקר או על פרויקט הנדסי מקיף, ויעמוד בבחינת ההגנה על החבור בפני ועדת בוחנים.

ה. דרישות אקדמיות ואדמיניסטרטיביות נוספות מפורטות בקטלוג (ראה "תקנות ביה"ס ללימודי מוסמכים").

6.3 רישום למקצועות

סטודנט המתקבל ללימודים לקראת התואר מגיסטר חייב להירשם בתחילת כל סמסטר למקצועות שילמד ולהחתים את המנחה על טופס "הצעת תוכנית לימודים".

טופס "הצעת תוכנית הלימודים" ניתן למצוא באתר ביה"ס ללמודי מוסמכים תחת הקישורית "טפסים". ללא רישום במועד לא יזכה בית הספר את הסטודנט בנקודות, אפילו אם יסיים את המקצועות בהצלחה. בית הספר לא ירשה רישום רטרואקטיבי פרט למקרים של כח עליון. המשתלמים מתבקשים, לטובתם, להקפיד על רישום במועד. (עותק של הצעת תוכנית הלימודים יוגש למזכירות לימודי המוסמכים בפקולטה והעותק השני יישאר אצל הסטודנט).

ניתן לבטל, לשנות ולהוסיף מקצוע בתוכנית הלימודים באישור המנחה במשך החודש הראשון ללימודים (בקירוב). על הוספת וביטול מקצוע יש לדווח על גבי טופס מתאים שניתן להוציא באתר ביה"ס ללמודי מוסמכים תחת הקישורית "טפסים".

לא ניגש סטודנט לבחינה במקצוע בו הוא רשום, בלי סיבה מוצדקת ומבלי להודיע על כך מראש למורה, ירשם לו ציון "0". אין אפשרות לבטל מקצוע רטרואקטיבית אחרי המועד שנקבע ע"י ביה"ס ללמודי מוסמכים לבצוע השנויים.

ניתן לראות תדפיס ציונים עדכני (קליטת מקצועות, ציונים, מלגות וכו') באתר ביה"ס ללמודי מוסמכים באינטרנט www.graduate.technion.ac.il קישורית "מידע אישי"

6.4 עבודת מחקר

עבודת המחקר בפקולטה מוצעות בשתי מתכונות:

א. עבודת מחקר, בה חוקר הסטודנט תופעה חדשה, מוכיח יכולת חשיבה עצמאית ועושה שימוש מושכל בצרופי שיטות מחקר המוליכות לחידושים.

ב. פרויקט הנדסי, שעיקר החידוש המוצג בו הוא בתחום התכנון.

היקף העבודות דומה ותואר המגיסטר הניתן לאחריו דומה.

סטודנט יפנה ביוזמתו לחברי הסגל בפקולטה כדי לשמוע את שיש להם להציע כעבודת מחקר או פרויקט (סטודנט יוכל ביוזמתו להציע נושא מחקר, אך עליו לחפש לו מנחה מבין חברי הסגל בפקולטה). רשימת חברי הסגל המנחים ושטחי התעניינותם מפורטת בהמשך.

בחר הסטודנט בעבודת מחקר או פרויקט וקבל לכך את הסכמת המנחה המיועד, יגיש טופס "הצעת מחקר" בצרף תאור תמציתי קצר ולוח זמנים לבצוע, בחתימת המנחה, לוועדה הפקולטית ללמודי מוסמכים. הסטודנט ומנחה המחקר יקבלו הודעות רשמיות על אישור הנושא והמנחה. עם קבלת המינוי הנדון תפקידו של המנחה הארעי עובר למנחה הקבוע. לפני הגשת נושא המחקר לאשור על הסטודנט לעבור "אתיקה של המחקר" בהתאם להנחיות ביה"ס לתארים מתקדמים.

המנחה ימסור לדיקן ביה"ס בסוף כל סמסטר דו"ח על פעילות הסטודנט ועל התקדמותו במחקר או בפרויקט. כאשר הסטודנט סיים את רוב עבודת המחקר או הפרויקט ומתקרב לשלב של כתיבת החיבור, עליו לפנות ביוזמתו (בתיאום עם מנחה) למזכירות הפקולטה, ולבקש לתאם תאריך להרצאה סמינריונית. מועד ההרצאה יפורסם בידיעון הטכניון ויש לתאם מועד זה בהתאם לכך.

מזכירות תארים מתקדמים בפקולטה תעביר לביה"ס לתארים מתקדמים את ההודעה על ביצוע ההרצאה, בחתימת המנחה. תאריך מתן הסמינר יופיע בתדפיס הציונים.

הנחיות לכתיבת התיזה ניתן למצוא באתר ביה"ס ללמודי מוסמכים:

www.graduate.technion.ac.il - מסיימים.

6.5 משך ההשתלמות

תקופת ההשתלמות היא לא יותר מ-8 סמסטרים. הועדה הפקולטית תדון בכל בקשה להארכת השתלמות או בקשה לחופשת לימודים, באישור המנחה. במידה ואין באפשרות הסטודנט להשתתף בלימודים באופן סדיר עליו להקפיד לבקש חופשת לימודים בתאריכים המאושרים. ביה"ס ללמודי מוסמכים אינו מאשר חופשות רטרואקטיביות.

תקנה 25.03 של ביה"ס (חוק ההתישנות) קובעות: "כדי לשמור על רמת-לימודים נאותה ולעמוד בשינויים המהירים המתרחשים בכל שטחי המדע והטכנולוגיה, יחוייב, בהמלצת הועדה הפקולטית, סטודנט, אשר עברו 6 שנים מהתחלת לימודיו, לצבור 2 נקודות נוספות לכל סמסטר נוסף של השתלמותו. תקופת 6 השנים (השווה ל-12 סמסטרים) היא הזמן ברוטו לרבות חופשות, הפסקות לימודים ומשך פעילות במסגרת לימודים מתקדמים"

7. הוראות ומידע נוסף למוסמכים הלומדים בהנדסת מכונות לקראת תואר ME

מטרת מידע זה להדריך את המשתלם לקראת השלבים השונים בהשתלמותו לקראת תואר "מגיסטר להנדסה" (ME) וכן להביא לידיעתו את הדרישות המיוחדות של הפקולטה להנדסת מכונות. מידע זה הינו תוספת לקטלוג ביה"ס לתארים מתקדמים ואינו בא במקומו.

7.1 קבלה

סטודנטים המבקשים ללמוד במסגרת תארים מתקדמים יקנו את ערכת ההרשמה ב"מכלול", ניתן גם להוציא את הערכה באתר ביה"ס ללמודי מוסמכים תחת קישורית "רישום וקבלה" ויגישו את מועמדותם באמצעות מדור רישום בביה"ס לתארים מתקדמים (בבנין צ'רצ'יל). בקשתם תידון בוועדה הפקולטית. תנאי הקבלה משתנים מפעם לפעם והקבלה מתבצעת לפי הדרישות המעודכנות. (ראה עמוד 1-2). סטודנט שלמד במסגרת לימודי חוץ יבקש, במסגרת הרשמתו לביה"ס, להכיר לו במקצועות שלמד (במידה והציונים בהן גבוהים מ- 75). הוועדה מצידה תמליץ לביה"ס לתארים מתקדמים אם לקבלו ולזכות אותו בקורות עבור המקצועות שלמד על פי כללי התוכנית.

7.2 לימוד המקצועות

התנאים שעל הסטודנט למלא בלימוד בהיקף של 35 נקודות צבירה לפחות, הם:

- לימוד 2 מקצועות יסוד לפחות, מרשימה א'. (ראה עמוד 6-1)
- לימוד עד 5 מקצועות ניהול, מרשימה ב'. (ראה עמוד 6-1).
- לימוד יתר המקצועות, באחד מ"כווני ההתמחות" מרשימה ג'
- ראה עמודים 6-1, 6-2, 6-3).

הערות:

- א. קבלת התואר מותנית בכך שהסטודנט הצליח בכל מקצוע שמוצע ציוניו עולה על 75, והוא עומד בכל הדרישות של ביה"ס ללמודי מוסמכים
- ב. כל מקצוע שמופיע בתוכנית ונלמד ע"י הסטודנט במסגרת לימודיו לתואר ראשון, לא יוכר לו לצורך מנין המקצועות לקבלת תואר מגיסטר.
- ג. לימוד מקצועות ברמת תארים מתקדמים מפקולטות אחרות, ושאינם מופיעים בתוכנית, ידרוש אישור ממרכז הוועדה לתארים מתקדמים, למעט במקרה של מקצועות חופפים.

7.3 הפרויקט או העבודה הסמינריונית

ההרשמה לביה"ס ללמודי מוסמכים צריכה להיות למשך סמסטר אחד לפחות. במסגרת סמסטר זה ישלים הסטודנט את לימודי השפות עפ"י כללי ביה"ס לתארים מתקדמים (ראה סעיף 26.06 בתקנון ביה"ס לתארים מתקדמים) וכן יבצע פרויקט או עבודה סמינריונית (038789) בהיקף של 5 יחידות לימוד, בהנחיית חבר סגל מהפקולטה להנדסת מכונות. בחירת המנחה תעשה על ידי הסטודנט ובהסכמתו של המנחה המיועד. במידה והסטודנט יתקשה בבחירת מנחה יפנה הסטודנט למרכז הוועדה לתארים מתקדמים שינסה לעזור לו בכך. רשימת חברי הסגל ושטחי התעניינותם נמצאים בפרק 10 בקטלוג הפקולטי. בחירת נושא הפרויקט או העבודה יכולה להיעשות ע"י הסטודנט ובתנאי שהמנחה המיועד הסכים לו. לאחר בחירת המנחה והנושא יגיש הסטודנט למזכירות הוועדה הפקולטית לתארים מתקדמים טופס "הצעת נושא הפרויקט או הסמינריון" בו יצוין שם הנושא ותמציתו בחתימת המנחה. היקף העבודה יהיה כ-30 עמודים מודפסים. הסטודנט יגן עליה בפני המנחה והציון המשוקלל הסופי על העבודה והבחינה יועבר לביה"ס לתארים מתקדמים.

7.4 משך ההשתלמות

בהתאם לתקנה 25 של תקנון בית ספר לתארים מתקדמים ללימודי מגיסטר -
http://www.graduate.technion.ac.il/Heb/Regulations/Regulations_part2.asp

8. המלצה

כל סטודנט חייב, לטובתו, לקרוא בעיון את התקנות האקדמיות בקטלוג בית-הספר לתארים מתקדמים ואת לוח השנה האקדמי ולדאוג למילוי כל הטפסים וכל הדרישות הפורמליות האחרות בזמן.

הועדה הפקולטית לתארים מתקדמים וחברי סגל הפקולטה מברכים אתכם, המשתלמים, ומאחלים לכם הצלחה בהשתלמותכם. במידה ויש לכם שאלות או שאתם זקוקים לעזרה, הנכם מוזמנים לפנות למזכירות לתארים מתקדמים של הפקולטה, או למרכז הועדה הפקולטית ללמודי מוסמכים בהנדסת מכונות לפי העניין.

9. מקצועות במסגרת המדור ללמודי חוץ לשנה"ל תשע"ו

לקבלת פרטים ניתן להתקשר ליחידה ללמודי המשך בחיפה, טל. 04 - 8294464

או ליחידה ללמודי המשך בתל-אביב, טל. 03 - 6962134

10. מקצועות לימוד לתואר מגיסטר MSc בכיוונים השונים

12.1 כיוון : תופעות מעבר (אנרגיה) + מכניקת זורמים

א. מקצועות חובה	
שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1*	036001
תרמודינמיקה מתקדמת 1	038715
ב. חובה ללמוד מקצוע אחד מהרשימה	
מכניקת זורמים אנליטית	036032
זרימה צמיגה	038504
זרימה דחיסה	036008
מערכות זורם חלקיקים	036061
ג. חובה ללמוד מקצוע אחד מהרשימה	
מעבר חום הסעה	038717
מעבר חום הולכה	038712
מעבר חום קרינה	038731
ד. מקצועות בחירה	
שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 2*	036002
מעבר חום ומסה	036009
שיטות מספריות במכניקת זורמים	038782
מבוא למכניקת הרצף	036003
תורת הסיכה ההידרודינמית	036010
מכניקה ומעבר אוירוסולים	036052
תופעות מעבר בפן ביני	036038
שיטות ניסוי במיקרו זרימה ותופעות	038802
בקרה אקטיבית של זרימה	036074
מערכות זורם חלקיקים	036061
עקרונות מנועי שריפה פנימית	036082
בקרת פליטת מזהמים בכלי רכב	036079
מערכות הנעת רכב מתקדמות	036080
זרימה טורבולנטית – תחת הכותרת נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות	*****
אלקטרוקינטיקה בננו ומיקרו זרימה	036076
כל מקצוע מרשימות ב' ו- ג' שלא נלמד כמקצוע חובה.	*****

* מסמטר א' תשע"ו המקצוע שיטות אנליטיות 1 (036001) יהיה מקצוע חובה בכל כיווני הלימוד. היקף שעות לימוד שבועיות יהיה 3 שעות הרצאה + 2 שעות תרגול. ניקוד יהיה 4 נקודות. (כיוון מע' דינמיות בקרה בחירה חובה מקצוע 1 מקבוצה א').
סטודנטים המתחילים את לימודיהם בסמסטר א' תשע"ו וסטודנטים ותיקים שלא למדו שיטות אנליטיות 1 עד תשע"ד (כולל), מחוייבים בלימוד המקצוע שיטות אנליטיות 1 (החדש). לסטודנטים אלו המקצוע שיטות אנליטיות 2 (036002) הינו מקצוע בחירה.
סטודנטים ותיקים שלמדו את שיטות אנליטיות 1 עד תשע"ד (כולל) מחוייבים בלימוד המקצוע שיטות אנליטיות 2 (036002)

12.2 כיוון: מערכות דינמיות- בקרה, מכטרוניקה, דינמיקה

א. מקצוע חובה אחד מהרשימה

שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1*	036001
תורת המטריצות	106393
יסודות האנליזה המודרנית	108324
אנליזה פונקציונלית	108327

ב. חובה ללמוד ארבעה מקצועות מהרשימה

דינמיקה אנליטית 1	036005
מערכות בקרה לינאריות	036012
בקרת תהליכי דגימה	038709
מערכות בקרה לא לינאריות.	036050
תכן בקרה רובסטית	038781
שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1	036001
רשתות עצביות לבקרה ודיאגנוסטיקה	036049
רטט לא לינארי	036048
בקרת מבנים ומערכות מכניות	036039
דינמיקה של מכונות מסתובבות	036042
אנליזת אמינות של מערכות רוטטות	038788

ג. מקצועות בחירה

שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 2*	036002
בקרת תנועה במערכות ביולוגיות – תחת הכותרת נושאים מתקדמים	036064
דינמיקה של מבנים ימיים	036027
מבוא לדינמיקה כאוטית	038786
שיערוך ובקרה של תהליכים אקראיים	036047
מידול וזיהוי במערכות דינמיות תונדות	036063
כל מקצוע מרשימה א' ו-ב' שלא נלמד כמקצוע חובה	*****

* מסמטר א' תשע"ו המקצוע שיטות אנליטיות 1 (036001) יהיה מקצוע חובה בכל כיווני הלימוד. היקף שעות לימוד שבועיות יהיה 3 שעות הרצאה + 2 שעות תרגול. ניקוד יהיה 4 נקודות. (כיוון מע' דינמיות בקרה בחירה חובה מקצוע 1 מקבוצה א') סטודנטים המתחילים את לימודיהם בסמסטר א' תשע"ו וסטודנטים ותיקים שלא למדו שיטות אנליטיות 1 עד תשע"ד (כולל), מחוייבים בלימוד המקצוע שיטות אנליטיות 1 (החדש). לסטודנטים אלו המקצוע שיטות אנליטיות 2 (036002) הינו מקצוע בחירה. סטודנטים ותיקים שלמדו את שיטות אנליטיות 1 עד תשע"ד (כולל) מחוייבים בלימוד המקצוע שיטות אנליטיות 2 (036002)

12.3 כיוון: תכן, ייצור, תיב"ם ורובוטיקה

א. חובה	
שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1*	036001
ב. חובה ללמוד שלושה מקצועות מהרשימה:	
קינמטיקה, דינמיקה ובקרה של רובוטים	036026
גיאומטריה חישובית ומודלים לתיב"ם 1	036020
שיטות אלמנטים סופיים בהנדסה 1	036015
תכן הנדסי מתקדם 1	036041
ג. מקצוע בחירה	
שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 2*	036002
נושאים מתקדמים ברובוטיקה	038785
תכן ואנליזה של ניסויים	038703
קינמטיקה, ביומכניקה ורובוטיקה	036072
ניווט רובוטים	036044
עיבודים פלסטיים	036014
מידול זיהוי במערכות דינמיות תונדות	036063
כל מקצוע מרשימה ב' שלא נלמד כמקצוע חובה	*****

12.4 כיוון: מכניקת מוצקים ומיקרומערכות

א. חובה	
שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1*	036001
דינמיקה אנליטית 1	036005
שיטות אלמנטים סופיים 1	036015
מבוא למכניקת רצף	036003
ב. מקצועות בחירה	
שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 2*	036002
תכונות מכניות של חומרים	038746
אלקטרו ומגנטו מכניקה	036065
מיקרו מכניקה חישובית של חומרים מרוכבים	038805
אנליזה ומידול מיקרו מערכות	038800
ביו-מכניקה של תאים ומולקולות	036071
תאוריות קוסרה	038792
גלי מאמצים	036006
מכניקת השבירה	036004
מיקרו מכניקה של מוצקים	036058
מידול זיהוי במערכות דינמיות תונדות	036063
פלסטיות	038742

* מסמטר א' תשע"ו המקצוע שיטות אנליטיות 1 (036001) יהיה מקצוע חובה בכל כיווני הלימוד. היקף שעות לימוד שבועיות יהיה 3 שעות הרצאה + 2 שעות תרגול. ניקוד יהיה 4 נקודות. (כיוון מע' דינמיות בקרה בחירה חובה מקצוע 1 מקבוצה א').
סטודנטים המתחילים את לימודיהם בסמסטר א' תשע"ו וסטודנטים ותיקים שלא למדו שיטות אנליטיות 1 עד תשע"ד (כולל), מחוייבים בלימוד המקצוע שיטות אנליטיות 1 (החדש). לסטודנטים אלו המקצוע שיטות אנליטיות 2 (036002) הינו מקצוע בחירה.
סטודנטים ותיקים שלמדו את שיטות אנליטיות 1 עד תשע"ד (כולל) מחוייבים בלימוד המקצוע שיטות אנליטיות 2 (036002)

12.5 כיוון : ביו-מכניקה

השלמות (בתיאום עם המנחה):

נושאים בביו-מכניקה למהנדסים	134127
מבוא לאנטומיה מיקרוסקופית ומאקרוסקופית	274001

א. חובה:

שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות *1	036001
שיטות אלמנטים סופיים 1	036015

ב. לפחות שלושה מן הרשימה:

ביומכניקה של תאים ומולקולות	036071
קינמטיקה של מערכות ביומכניות	036072
אלקטרוקינטיקה בנגו ומיקרו זרימה	036076
בקרת תנועה במערכות ביולוגיות – נושאים מתקדמים (זקסנהויז)	*****
בקרת הטמפרטורה ומעבר חם ברקמה חיה	038374

ג. בחירה:

שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות *2	036002
---------------------------------	--------

לאור אופיו המיוחד של המסלול, בחירת קורסים מתחום המכניקה תיעשה בהתאם לנושא המחקר ובתיאום עם המנחה.

12.6 כיוון : רב-תחומי

א. חובה:

שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות *1	036001
---------------------------------	--------

ב. חובה:

ללימוד לפחות 3 קורסי חובה מהכיוונים הראשיים (אנרגיה, בקרה, רובוטיקה, מוצקים וביומכניקה), או על פי המלצת מנחה ואישור ועדת תארים מתקדמים.

11. מקצועות הלימוד לתואר ME (רשימות א' ב' ו-ג')

מידע על המקצועות שיינתנו בכל סמסטר במסגרת "היחידה ללימודי המשך" הן בת"א והן בחיפה ניתן לקבל בטלפון: 8294464 - 04, 6962134 - 03.

13.1 רשימה א: מקצועות יסוד (לכל כיווני ההתמחות)

סמינר פרויקט מתקדם	038789
חובה ללמוד 2 מקצועות מהרשימה לפחות	
שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1 - חובה בתוכנית.	036001
שיטות נומריות בהנדסת מכונות	038727
שיטות אלמנטים סופיים בהנדסה 1	036015

13.2 רשימה ב: מקצועות ניהול (לכל כיווני ההתמחות)

(ניתן ללמוד עד 5 מקצועות מהרשימה)	
סטטיסטיקה למהנדסים 1	098430
תכן ואנליזה של ניסויים (אנליזה של נתונים)	038703
סדנה בשיטות כמותיות	
ניהול הייצור לנ"ת	098110
הערכת סיכונים וניתוח אמינות של מערכות (חובה ללמוד כמקצוע קדם לסטודנטים המעוניינים בפרויקט/סמינר בהנחיית פרופ' י. בן-יעקב).	036057

13.3 רשימה ג: רשימת המקצועות עפ"י ארבעה כיווני ההתמחות

(7 מקצועות לפחות באחד מארבעת כיווני ההתמחות)

13.3.1 כיוון: תכן, ייצור, רובוטיקה ותיב"ם

א. חובה ללמוד 2 מקצועות מתוך הרשימה:

תכן הנדסי מתקדם 1	036041
קינמטיקה, דינמיקה ובקרה של רובוטים	036026
עיבודים פלסטיים	036014
טכנולוגיות ייצור מתקדמות	086685
גיאומטריה חישובית ומודלים לתיב"ם	036020

ב. מקצועות מן הרשימה:

שיטות אנליטיות 2 בהנדסת מכונות	036002
שיטות אלמנטים סופיים 1	036015
נושאים מתקדמים ברובוטיקה	038785
נושאים נבחרים במטלורגיה	318123
פרקים נבחרים בהנדסת חומרים פלסטיים.	318621
ניהול הייצור לנ"ת	098110
דינמיקה של מכונות מסתובבות	036042
תנודות במבנים	036007
מכניקת השבירה	036004
תורת הסיכה ההידרודינמית	036010
דינמיקה אנליטית ממוחשבת	036037
מכניקה של חומרים מרוכבים 1 (תחת הכותרת נושאים מתקדמים)	*****
תכונות מכניות של חומרים הנדסיים	038746
מבוא למערכות דינמיות כאוטיות	038786
אנליזת אמינות של מערכות רוטטות	038788
מכניקת מוצקים ניסויית	038791
מידול וזיהוי במערכות דינמיות תנודות	036063

***** כל מקצוע מרשימה א' או מרשימה ג' סעיף 1א' לעיל שלא נלמד כמקצוע חובה.

13.3.2 כיוון: תופעות מעבר (אנרגיה + מכניקת זורמים)

א. מקצועות חובה:

תרמודינמיקה מתקדמת 1	038715
מכניקת זורמים אנליטית	036032
מעבר חום ומסה <u>א</u>	036009
מעבר חום הסעה + 038712 מעבר חום הולכה	038717

ב. מקצועות מן הרשימה:

שיטות אנליטיות 2 בהנדסת מכונות	036002
זרימה צמיגה	038504
זרימה דחיסה	036008
שיטות מספריות במכניקת זורמים	038782
מבוא למכניקת הרצף	036003
מעבר חום - הולכה	038712
מעבר חום - הסעה	038717
מעבר חום - קרינה	038731
תורת הסיכה ההידרודינמית	036010
מכניקה ומעבר של אירוסולים	036052
מערכות זורם חלקיקים	036061
עקרונות מנועי שריפה פנימית	036082
בקרת פליטת מזהמים בכלי רכב	36079
מערכות הנעת רכב מתקדמות	036080
כל מקצוע מרשימה א' (מקצועות יסוד) או מרשימה ג' סעיף 2א' לעיל שלא נלמד כמקצוע חובה.	*****

13.3.3 כיוון: מכניקת מוצקים

א) חובה ללמוד 2 מקצועות מתוך הרשימה:

פלסטיות	038742
דינמיקה אנליטית 1	036005
מבוא למכניקת הרצף	036003

ב) מקצועות מהרשימה:

שיטות אנליטיות 2 בהנדסת מכונות	036002
דינמיקה אנליטית 1	036005
שיטות אלמנטים סופיים 1	036015
שיטות אלמנטים סופיים 2	036016
תכונות מכניות של חומרים הנדסיים	038746
עיבודים פלסטיים	036014
אלמנטים סופיים לאנליזה לא ליניארית	038770
מכניקת של חומרים מרוכבים 1 (תחת הכותרת נושאים מתקדמים)	*****
מכניקת השבירה	036004
גלי מאמצים במוצקים	036006
תנודות במבנים	036007
נושאים נבחרים במטלורגיה	318123
פרקים נבחרים בהנדסת חומרים פלסטיים	318621
יסודות מכניקת הרצף	038302
טריבולוגיה עיונית	036031
ויסקואלסטיות	038743
מבוא למיקרומכניקה של מוצקים	038780
מכניקת מוצקים ניסויית	038791
מיקרומכניקה של מוצקים 1	036058
מידול וזיהוי במערכות דינמיות תנודות	036063

***** כל מקצוע מרשימה א' (מקצועות יסוד) או מרשימה ג' לעיל שלא נלמד כמקצוע חובה.

13.3.4 כוון: בקרה

א) חובה ללמוד 2 מקצועות מתוך הרשימה:

מערכות בקרה ליניאריות	036012
בקרת תהליכי דגימה	038709
מערכות בקרה לא-ליניאריות	036050
אופטימיזציה של תהליכים	036013

ב. מקצועות מהרשימה:

שיטות אנליטיות 2 בהנדסת מכונות	036002
תורת המטריצות	106393
מערכות מחשב בבקרה	036024
דינמיקה אנליטית 1	036005
קינמטיקה, דינמיקה ובקרה של רובוטים	036026
בקרת מבנים ומערכות מכניות	036039
אבחון תקלות בשיטות מרחב המצב	036030
דינמיקה ובקרה של תהליכים תעשייתיים	038758
תכן בקרה רובסטית בגישת המינימקס	038781
תנודות במבנים	036007
שערוך תהליכים אקראיים	036047
מידול זיהוי במערכות דינמיות תונדות	036063

כל מקצוע מרשימה א' (מקצועות יסוד) או מרשימה ג' לעיל שלא נלמד כמקצוע חובה.

13.3.5 כוון אחר עפ"י אישור ועדת תארים מתקדמים.

12. תכנית ביניחידתית M.E. / M.Sc. לתכן וניהול הייצור

ביה"ס לתארים מתקדמים מציע תכנית לימודים לקראת התואר M.E./M.Sc. "הנדסת תכן וניהול הייצור". התכנית מנוהלת על ידי ועדה בין יחידתית ל"הנדסת תכן וניהול הייצור".

להלן רשימת הפקולטות השותפות לתוכנית ונציגיהן בועדה:

1. הפקולטה להנדסת מכונות	-	פרופ' ח ראובן כץ	-	יו"ר התוכנית
2. הפקולטה להנדסת חומרים	-	פרופ' מירון אמויאל		
3. הפקולטה להנדסת תעשייה וניהול	-	פרופ' מלירון ידידציון		
4. הפקולטה להנדסת אוירונאוטיקה וחלל	-	פרופ' ח גיל יודלביץ'		

תנאי קבלה:

1. תנאי הקבלה לתכנית זהים לתנאים הנהוגים בביה"ס לתארים מתקדמים (ממוצע 75 ל-M.E. וממוצע 80 ל-M.Sc.).
2. תנאי נוסף לקבלה הוא התאמה לתוכנית עפ"י ראיון אישי. לפרטים נוספים ניתן לפנות למרכזת תארים מתקדמים, דנה אלוש, טל. 04-8293189 danaal@me.technion.ac.il

תוכנית הלימודים:

1. **לימודים לקראת תואר M.E.** יכללו מקצועות חובה ובחירה בהיקף של 35 נקודות מתוך הרשימה המצורפת בהמשך, פרויקט גמר/עבודה סמינריונית בהיקף של 5 נקודות ועמידה במבחני האנגלית, לפי כללי ביה"ס לתארים מתקדמים. סה"כ 40 נקודות לקבלת התואר. מעבר לרשימת מקצועות הבחירה המופיע בתוכנית ניתן, באישור המנחה, לקחת 2 מקצועות בחירה חלופיים מתוך תוכנית הלימודים של תארים מתקדמים בפקולטה לתעשייה וניהול.
2. **לימודים לקראת תואר M.Sc.** יכללו 20 נקודות של מקצועות חובה ובחירה מתוך הרשימה המצורפת בהמשך, הגשת נושא מחקר (תנאי לאשור נושא מחקר הוא עמידה במבחן "אתיקה של המחקר" – רשום בתדפיס הציונים). ועמידה במבחני האנגלית, לפי כללי ביה"ס לתארים מתקדמים. על הסטודנט להגיש נושא מחקר תוך שנתיים מתחילת הלימודים ולצבור 12 נקודות מתוך מקצועות חובה/בחירה.

מעבר למסלול עם תיזה (M.Sc.):

למשתתפי התכנית שצברו ממוצע של 80 לפחות וסיימו את כל קורסי החובה תינתן האפשרות לעבור למסלול לקראת תואר M.Sc. מעבר ממסלול מותנה באישור ועדת הקבלה של התוכנית ומציאת מנחה אקדמי מסגל מורי הפקולטות.

רשימת מקצועות החובה

הרשימה תקפה למסלול M.E. - M.Sc. כאחת להשלמת מקצועות החובה יש לבחור מקצוע אחד לפחות מכל קבוצה (א'-ד').		
קבוצה א	4.0	שיטות אנליטיות 1 036001
	3.5	ניהול שרשראות אספקה מתקדם 097139
קבוצה ב	2.5	שיטות אופטימיזציה 097324
	3.5	תכנון מיקום ומערך של מתקנים 097151
	2.5	תיכון לייצוריות ולהרכבה 096124
קבוצה ג	2.5	גיאומטריה חישובית ומודלים בתיב"ם 1 036020
	3.0	תכן הנדסי מתקדם 1 036041
	3.5	הנדסת איכות 096120
	3.5	הנדסת אמינות 096121
קבוצה ד	2.0	חומרים מרוכבים מתקדמים – חדש 318422
	2.0	תכונות מכניות של חומרים הנדסיים 038746
	2.0	פרקים נבחרים בהנדסת חומרים פלסטיים 318621

מקצועות בחירה

3.0	שיטות אנליטיות 2 בהנדסת מכונות 036002
3.0	מכניקת השבירה 036004
3.0	עיבודים פלסטיים של מתכות 036014
3.0	שיטות אלמנטים סופיים בהנדסה 1 036015
2.5	מערכות אופטיות 2 036019
2.5	מבוא למערכות ייצור 2 036029
2.5	גיאומטריה חישובית ומודלים בתיב"ם 2 036045
3.0	הערכת סיכונים וניתוח אמינות של מערכות 036057
3.0	מידול זיהוי במערכות דינמיות תונדות 036063
2.0	תכן ואנליזה של ניסויים 038703
2.5	מבחני משך חיים של מערכות מכניות 038794
3.0	שיטות נומריות 038727
2.0	נושאים מתקדמים ברובוטיקה 038785
3.0	תכן הנדסי מתקדם 2 038796
3.5	תיכון לייצוריות 096124
2.5	אבטחת איכות יישומית 096125
3.5	חווית משתמש 096266
2.5	תהליכים אקראיים ושימושיהם 096310
3.5	הנדסת מערכות שירות 096324
3.5	מבוא לתורת השיבוץ 096326
2.5	תכנון ניסויים וניתוחם 096475
2.5	מימון חברות 096502
3.5	תאוריה מיקרו כלכלית 1 096520
3.5	תאוריה מיקרו כלכלית 2 096530
2.0	תולדות המחשבה הכלכלית 096577
3.5	נושאים מתקדמים בכלכלה 096582
3.5	אקונומטריקה 096586
3.5	אקונומטריקה מתקדמת 096589
3.5	מבוא לניהול סיכונים תפעוליים 096912
2.5	נושאים נבחרים בהנדסת תעשיה 097120
3.5	נושאים מתקדמים בהנדסת תעשיה 097121
3.5	ניהול אמינות 097122
3.5	תיכון ארגונומי 097131
3.5	בדיקת שימושיות במערכות אינטראקטיביות 097136

3.5	שיטות מתקדמות בניהול פרויקטים	097140
2.5	תכנון ותכנות עבודות רובוטים	097163
3.0	מערכות אדם-מכונה: היבטים ביו מכניים	098142
2.0	התמצקות וטכנולוגית היציקה	316424
2.0	תכנות חומרים מוצקים יוניים	317000
2.0	תורת הדפורמציה הפלסטית	318235
2.0	תורת השבר	318236
2.0	מטלורגית אבקות ותאורית הסינטור	318322
2.0	הנדסת חומרים לאלקטרוניקה אורגנית	318520
2.0	חומרים דיאלקטריים: מבנה, תכנות ויישומים	318600
2.0	מערכות אלקטרוכימיות עתירות אנרגיה	318820
2.0	תורת החומרים הקרמיים	318822
3.0	מבוא למבנים נבונים	086901

רשימת המקצועות לתארים מתקדמים בפקולטה

4.0 נק'	שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1	036001
3.0 נק'	שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 2	036002
3.0 נק'	מבוא למכניקת הרצף	036003
3.0 נק'	מכניקת השבירה	036004
3.0 נק'	דינמיקה אנליטית 1	036005
2.5 נק'	גלי מאמצים במוצקים	036006
3.0 נק'	תנודות במבנים	036007
2.5 נק'	זרימה דחיסה	036008
3.0 נק'	מעבר חום ומסה	036009
3.0 נק'	תורת הסיכה ההידרודינמית	036010
3.0 נק'	מערכות בקרה לינאריות	036012
3.0 נק'	אופטימיזציה של תהליכים	036013
3.0 נק'	עבודים פלסטיים של מתכות	036014
3.0 נק'	שיטות אלמנטים סופיים בהנדסה 1	036015
3.0 נק'	שיטות אלמנטים סופיים בהנדסה 2	036016
2.5 נק'	מערכות אופטיות 2	036019
2.5 נק'	גיאומטריה חישובית ומודלים לתיב"ם 1	036020
2.5 נק'	תכן בעזרת מחשב	036023
2.5 נק'	מערכות מחשב בבקרה	036024
2.5 נק'	קינמטיקה, דינמיקה ובקרה של רובוטים	036026
3.0 נק'	דינמיקה של מבנים ימיים	036027
2.5 נק'	מבוא למערכות ייצור 2	036029
2.5 נק'	זיהוי מערכות מכניות (לשעבר אבחון תקלות)	036030
3.0 נק'	טריבולוגיה עיונית (חיכוך, שימון ובלאי של חומרים)	036031
3.0 נק'	מכניקת זורמים אנליטית	036032
2.5 נק'	זרימה דו-פאזית	036033
2.5 נק'	מודל דימוי של מערכות דינמיות	036034
3.0 נק'	מבוא להנדסת שריפה	036035
2.5 נק'	מודלים ותיב"ם בזרימה ותהליכי מעבר	036036
2.5 נק'	דינמיקה אנליטית ממוחשבת	036037
3.0 נק'	תהליכי מעבר בפן ביני	036038
3.0 נק'	בקרת מבנים ומערכות מכניות	036039
2.5 נק'	טכנולוגיה של בניית אוניות	036040
3.0 נק'	תכן הנדסי מתקדם 1	036041
3.0 נק'	דינמיקה של מכונות מסתובבות	036042
3.0 נק'	תכן תנועות רובוטים וניווט ע"י חיישנים	036044
2.5 נק'	גיאומטריה חישובית ומודלים לתיב"ם 2	036045
2.5 נק'	מחליפי חום תעשייתיים	036046
3.0 נק'	שערוך ובקרה של תהליכים אקראיים	036047
3.0 נק'	רטט לא לינארי	036048
2.5 נק'	רשתות עצביות לבקרה ודיאגנוסטיקה	036049
3.0 נק'	מערכות בקרה לא לינאריות	036050

036051	יסודות של בעירה בזרימות דו-פזיות	2.5 נק'
036052	מכניקה ומעבר אוירוסולים	2.5 נק'
036053	אמינות ובדיקות	3.0 נק'
036054	מעבדה מתקדמת לבקרת זיהום אויר מחלקיקים	2.5 נק'
036055	אופטיקה לינארית ויישומים 2	2.5 נק'
036056	בקרת מערכות הנדסיות	3.0 נק"
036057	שיטות פער-ידע להערכת סיכון ואמינות	3.0 נק'
036058	מיקרומכניקה של מוצקים 1	3.0 נק'
036060	מידול מרובה סקאלות של חומרים	3.0 נק'
036061	מערכות זורם-חלקיקים	3.0 נק'
036062	מכניקת מגע	3.0 נק'
036063	מידול, זיהוי וניסוי במערכות תונדות	3.0 נק'
036064	נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות 4	3.0 נק'
036065	אלקטרו ומגנטו מכניקה לשפעול וחישה	3.0 נק'
036066	נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות 5	2.5 נק'
036067	נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות 6	2.0 נק'
036068	תכן תרמוהידראולי של כורים גרעיניים	3.0 נק'
036069	תרמואלסטיות	3.0 נק'
036070	ננואופטיקה ומבנים אופטיים מחזוריים	2.5 נק'
036071	ביומכניקה של תאים ומולקולות	3.0 נק'
036072	קינמטיקה בביומכניקה ורובוטיקה	3.0 נק'
036073	נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות 8	3.0 נק'
036074	בקרה אקטיבית ופסיבית של זרימה	3.0 נק'
036075	נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות 9	3.0 נק'
036076	אלקטרוקינטיקה בננו-ומיקרו-זרימה	3.0 נק'
036078	מעבדה למערכות הנעת רכב מתקדמות	2.0 נק'
036079	בקרת פליטות מזהמים מכלי רכב	2.5 נק'
036080	מערכות הנעת רכב מתקדמות	2.5 נק'
036081	עקרונות תכן ויצור מיקרו-מערכות	2.0 נק'
036082	עקרונות מנועי שריפה פנימית	3.0 נק'
036083	החלטות: אתגרים והשלכות	2.0 נק'
036084	טריבולוגיה בביולוגיה וביוניקה	3.0 נק'
036085	טריבולוגיה	3.5 נק'
036086	זרימה ותופעות מעבר בהתקנים מיקרוניים	3.0 נק'
036087	דינמיקה היברידית במערכות מכניות	3.0 נק'
036088	ננומכניקה חישובית של מוצקים	3.0 נק'
036089	נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות 10	2.0 נק'
036090	חישה מכנית ע"י תאים ביולוגיים	3.0 נק'
038302	יסודות מכניקת הרצף	3.0 נק'
038304	סיבולות תלת-מימדיות לאבטחת איכות בעזרת מחשב	2.5 נק'
038308	מערכות ייצור תעשיתיות	2.5 נק'
038317	מכניקה של זורמים בשדה מגנטי	2.5 נק'
038504	זרימה צמיגה	2.0 נק'
038703	תכן ואנליזה של ניסויים	2.0 נק'

038704	מדידות דינמיות	2.0 נק'
038709	בקרת תהליכי דגימה	3.0 נק'
038712	מעבר חום-הולכה	2.0 נק'
038715	תרמודינמיקה מתקדמת 1	2.5 נק'
038716	תרמודינמיקה מתקדמת 2	2.5 נק'
038717	מעבר חום - הסעה	2.0 נק'
038718	אורות תרמודינמיקה של טורבו מכונות	3.0 נק'
038721	מעבר מסה	3.0 נק'
038724	דינמיקה אנליטית 2	2.0 נק'
038727	שיטות נומריות בהנדסת מכונות	3.0 נק'
038731	מעבר חום - קרינה	3.0 נק'
038734	בקרת הטמפרטורה ומעבר חום ברקמה חיה	2.0 נק'
038739	מכניקת חומרים מרוכבים 1	2.0 נק'
038740	מכניקת חומרים מרוכבים 2	2.0 נק'
038742	פלסטיות	2.0 נק'
038743	ויסקואלסטיות	2.0 נק'
038744	גלים פלסטיים 1	2.0 נק'
038745	גלים פלסטיים 2	2.0 נק'
038746	תכונות מכניות של חומרים הנדסיים	2.0 נק'
038747	שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 3	3.0 נק'
038749	תורת האלסטיות המתקדמת	2.0 נק'
038758	דינמיקה ובקרה של תהליכים תעשייתיים	3.0 נק'
038761	מכניקת השבירה המתקדמת	2.5 נק'
038770	אלמנטים סופיים לאנליזה לא לינארית במכניקת זורמים ומוצקים	3.0 נק'
038780	מבוא למיקרומכניקה של מוצקים	2.0 נק'
038781	בקרה והנחיה רובסטית בגישת המינימקס	3.0 נק'
038782	שיטות מספריות במכניקת זורמים-CFD	3.0 נק'
038785	נושאים מתקדמים ברובוטיקה	2.0 נק'
038786	מבוא למערכות דינמיות כאוטיות	3.0 נק'
038787	נושאים מתקדמים בדינמיקה וריאולוגיה של זורמים	3.0 נק'
038788	אנליזת אמינות של מערכות רוטטות	2.5 נק'
038789	סמינריון/פרויקט מתקדם בהנדסת מכונות	5.0 נק'
038791	מכניקת מוצקים ניסויית	2.0 נק'
038792	תאוריות קוסרה: קליפות, קורות ונקודות -	3.0 נק'
038793	נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות 1	2.5 נק'
038794	מבחי משך חיים של מערכות מכניות	2.5 נק'
038795	בניית מודלים ותאוריות בהנדסה	2.0 נק'
038796	תכן הנדסי מתקדם 2	3.0 נק'
038797	נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות 2	3.0 נק'
038798	נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות 3	3.0 נק'
038800	שיטות אנליזה ומידול במיקרו-מערכות	3.0 נק'
038801	רעיונות ומודלים של דינמיקה לא לינארית	3.0 נק'
038802	שיטות ניסוי במיקרו-זרימה	3.0 נק'
038803	שיטות גיאומטריות בבקרה לא לינארית	3.0 נק'

1.5 נק' (מיני סמסטר)	נושאים מתקדמים בהנד. מכונות 7	038804
3.0 נק'	מיקרומכניקה חישובית של חומרים מרוכבים	038805
3.0 נק'	השהיות בבקרה ובשערון	038806

13. פרשיות לימודים

036001 שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1 3 ה' - ת2' - 4 נק'

פונקציות אנליטיות של משתנה מרוכב. התמרות קונפורמיות ופתרון של משוואת לפלס. משפט שאריות, עקרון ארגומנט. משפט רושה, חישוב של אינטגרלים מסוימים. פתרון של מד"ח בשיטת הפרדת משתנים, בעיית שטורם-ליוביל. פתרון של מד"ר בשיטת טורים. פולינומי לז'נדר. פונקציות בסל.

מקצועות קדם: 104131, 104228 njkh; את 104218, 104213, 104216

מקורות:

1. E. Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, Wiley, 2011.
2. C.R. Wylie, Advanced Engineering Mathematics, McGraw-Hill, 1995.

036002 שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 2 3 ה' - 3 נק'

פונקציות מיוחדות ופתרון של משוואת מעבר חום ומשוואת גלים. התמרות אינטגרליות, התמרת לפלס, התמרה פוריה. שיטות וריאציוניות, כפלי לגרנג'. בעיות עם תנאי שפה משתנים ותנאי שפה טבעיים. שיטת ריילי-ריץ.

מקצוע קדם: 036001

מקורות:

1. E. Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, Wiley, 2011.
2. C.R. Wylie, Advanced Engineering Mathematics, McGraw-Hill, 1995.

036003 מבוא למכניקת הרצף 3 ה' - 3 נק'

קינמטיקה של הרצף. מושג המאמץ. שמור מסה. חוקי מאזן לתנע קווי, לתנע זוויתי ולאנרגיה. אנווריאנטיות בהוספת תנועת גוף קשיח. משוואות קונסטיטויביות של מוצקים אלסטיים, נוזלים צמיגים, מוצקים אלסטו-פלסטיים. לינאריות.

מקצועות קדם: 104213 או 104131 ו- 104216

מקצוע חופף: 019004

מקורות:

1. Mase, G.E., Continuum Mechanics, Schaum, Outline Series, McGraw-Hill Book Company.
2. Eringen, A.C., Mechanics of Continuum, John Wiley & Sons Inc., 1967.

036004 מכניקת השבירה 3 ה' - 3 נק'

משוואות יסוד באלסטיות ופלסטיות (חזרה בלבד). שדה מאמצים אלסטו-פלסטי סביב סדקים בבעיות מישוריות. מנגנון שבר פריך (brittle) ושבר משיך (ductile) מקדם עצמת המאמץ כקריטריון לשבר. שיטת "האינטגרל הבלתי תלוי" למציאת רכוזי מאמצים. השפעת האזור הפלסטי על התקדמות השבר. שיטות נומריות רב-שימושיות לפתרון בעיות מעשיות במכניקת השבר. הצגת בעיות חיוניות שטרם נמצא להן פתרון כאתגר מחקרי.

מקצוע קדם: 035043

מקורות:

1. Tetelman, A.S., & A.J. McEville, Fracture of Structural Materials, Wiley, 1967.
2. Brook, K., Elementary Engineering Fracture Mechanics, Noordhoff International Publishing, Leyden, 1974.
3. Knott, J.F., Fundamentals of Fracture Mechanics, Wiley, 1973.

036005 דינמיקה אנליטית 1 3 ה' - 3 נק'

עקרונות יסוד; עבודה וירטואלית, עקרון ד'אלמבר משוואות לגרנד', חוקי שימור, שיטת רוט. עקרון המילטון, משוואות המילטון, מערכות בלתי משמרות ובלתי הולונומיות, תנועה במערכות מואצות, דינמיקה של גוף קשיח, משוואות לגרנד' עבור קוואזי-קואורדינטות ויישומים.

מקצוע קדם: 034010 רק לסטודנטים שלא למדו "דינמיקה מתקדמת" או "מערכות דינמיות" בלמודי הסמכה.

מקורות:

1. Goldstein, H., Classical Mechanics, Addison - Wesley, 1959.
2. Meirovitch, L., Methods of Analytical Dynamics, McGraw-Hill, 1970.
3. Landau, L.D. & Lifshits, E.M., Mechanics, Pergamon, 1960.

036006 גלי מאמצים במוצקים **ה'2 - ת'1 - 2.5 נק'**

שם קודם : מבוא לגלים ותנודות

גלים בתווך אינסופי. החזרה והעברה בשפות. גלים בתווך סופי: מוטות, קורות וטבלאות. פתרונות מקורבים ומשוואות פוחמר-קרי. גלים בתווך עם ריסון וסיקואלסטי. שיטות מעבדה לבדיקת תכונות דינמיות של מוצקים.
מקצועות קדם: 104213 או 104131 ו- 104216, 034029 או 036003.

מקורות:

1. Achenbach, J.D., "Wave Propagation in Elastic Solids" North-Holland Pub. Co. (1973) .
2. Kolsky, H., "Stress Waves in Solids", Dover (1963)

036007 תנודות במבנים **ה'3 - 3 נק'**

מערכות דינמיות בעלות ריבוי דרגות חופש (ניסוח ניוטוני והמילטוני, משוואות לגרנז). מערכות דינמיות רציפות (קורות, לוחות, קליפות) והורדת סדרן (מודים משוערים, גלרקין, וריילי-ריץ). תנודות מחזוריות ופעילות קווי-מחזוריות (פתרונות מדוייקים, מקורבים ונמרים). יציבות תנודות וחקירה פרמטרית (קשיחות, ריסון ואילווצים דינמיים). אנליזה ספקטרלית ומבוא לתנודות אקראיות.

מקצוע קדם : 034011

מקצוע צמוד : 036001

מקורות:

1. Nayfeh and Pai, 1995: Linear and Nonlinear Structural Mechanics. Wiley.
2. Preumont, 1995: Random Vibrations and Spectral Analysis, Kluwer.
3. Soedel, 1993: Vibrations of Plates and Shells. Marcel Dekker.

036008 זרימה דחיסה **ה'2-ת'1-2.5 נק'**

חזרה על משוואות וחקי היסוד: רציפות תנע ואנרגיה. תנאי שפה. הפרעות. משפט קרוקו. מהירות קולית. זרימה חד ממדית קבועה בזמן. זרימה בנחירים. עקומי פאנו וריילי. גלי הלם: גלי הלם ניצבים ומשופעים. תנאי שפה. החזרה. דחיסה והתפשטות על ידי סיבוב. תאורית הפתוח בגלי הלם חלשים. פוטנציאל המהירות, כנפיים דקות בזרימה תת-ועל-קולית. גופים דקים דו ממדיים וסבוביים. זרימה קונית. זווית התקפה. דמיות. זרימה חד-ממדית תלויה בזמן. המשוואות האקוסטיות, גלי נפץ, תנאי שפה, השפעה על מבנים, דמיות.

מקצועות קדם : 034013

מקצוע חופף : 086311

מקורות:

1. H.W.Liepmann and A. Roshko : Elements of Gas-Dynamics, J. Wiley & Son.
2. G.F. Kinney: Explosive Shocks in Air, McMillan.

036009 מעבר חום ומסה **ה'3 - 3 נק'**

משוואת הולכת חום. תנאי גבול והתחלה. הולכה תמידית ולא תמידית. פתרונות אנליטיים. דיפוזיה של מסה בתערובות בינאריות. תנאי שפה. דיפוזיה בתווך נייח. מעבר אנרגיה במערכות חומר טהור ותערובת בינאריות. דיסיפציה צמיגה. צימוד בין מעבר חום למעבר מסה בזרימה. שכבות גבול תרמית מסית בהסעה. עיבוי ואידוי על טיפות ופילמים.
מקצוע קדם: 036001, 034041.

מקורות:

1. Chapman, "Heat Transfer", 2nd Edition, MacMillan, 1967 .

מיועד לסטודנטים שאינם במסלול אנרגיה.

סטודנט הלוקח את המקצועות 038712 "מעבר חום הולכה" ו-038717 "מעבר חום הסעה" אינו רשאי לקחת את המקצוע הנ"ל.

036010 תורת הסיכה ההידרודינמית**3ה' - 3 נק'****שם קודם: מיסוב ואטימה הידרודינמיים.**

פיתוח משוואת רינולדס הכללית לסיכה, חישובי כושר נשיאה, ספיקה והפסדי חוכך, פתרונות חד-ממדיים למשוואות רינולדס. מיסבים לעומס רדיאלי ולעומס צירי. מיסוב גז, מיסוב הידרוסטטי, אטמים דינמיים, פתרונות נומריים למשוואות רינולדס הדו-ממדית עבור בעיות מיסוב ואטימה, קונפיגורציות מיסוב מיוחדות.

מקצוע קדם: 034013, 034016

מקורות:

1. Pinkus, O. and Strenlicht, B., "Theory of Hydrodynamic Lubrication, McGraw-Hill, N.Y., 1961.

036012 מערכות בקרה לינאריות**3ה' - 3 נק'****חלק א'** תורת המערכות (MIMO)

הצגת המערכת: הצגה פולינומית. מטריצת תמסורת, מרחב המצב. קטבים ואפסים. ברת בקרה וברת מדידה. מודים חבויים, מינימליות, מימוש.

חלק ב' תורת המשוב (MIMO)

יציבות החוג הסגור. משפט נייקויסט המוכלל. רגישות: הצגת אי ודאויות. מטריצות רגישות. ערכים סינגולריים (SSV, SV) הקשרים בין ביצועים ורגישות. שיטות תכנון: אלכסון דומיננטי, משערך / בקר, בקרת מודל פנימי (INC).

מקצוע קדם: 035188

מקורות:

- 1 Kailath, "Linear Systems", 1980 .

036013 אופטימיזציה של תהליכים**3ה' - 3 נק'**

בעית הבקרה האופטימלית. עקרון המקסימום. משוב מצב אופטימלי (LQ) ותכונותיו. תהליכים אקראיים. שערך אופטימלי-מסנן קלמן, מסנן וינר. בעית ה-LOG - פתרונות במרחב המצב ובציר התדר והקשרים ביניהם. מקרים סינגולריים. שיטת ה-LQG/LTR לשפור תכונות הרגישות. אופטימיזציה לפי H-infinity .

מקצוע קדם: 035188

מקורות:

מאמרים מהספרות המקצועית.

- 1 B. Friedland, "Control System Design", 1986 .

036014 עבודים פלסטיים של מתכות**3ה' - 3 נק'**

משוואות היסוד בפלסטיות, פתרון בעיות של כבישה, שחול וכו' בשיטות מקובלות: שווי משקל וקריטריון כניעה, פתרונות מדויקים (שיטת ה-Slip-lines), שיטות אנרגטיות לפתרונות מקורבים, חסם עליון בשיטת קרוב הנדסית, ישום החסם העליון בתהליכים שכיחים, משיכה עמוקה, שיחול, כבישה וכו'. אפקטים דינמיים וקינמטיים והשפעתם על תכנון של התהליכים, ניתוח תהליכים חדשניים (כגון: שיחול הידרודינמי, הידרופורמינג. הדגשת האופטימיזציה של הפרמטרים לצורך תכנון יעיל של התהליכים. (הערה: תרגילי בית מחייבים עבודה במחשב).

מקצועות קדם: 035124 או 034029

מקורות:

1. Thomsen, Yang amd Kobayashi: Mechanics of Plastic Deformation in Metal Processing. MacMillan Comp., 1965.
2. R. Hill: Mathematical Theory of Plasticity, Oxford University Press, 1964.
3. חוברת הרצאות בעבודים פלסטיים 4 / 1973 : תירוש .

036015 שיטות אלמנטים סופיים בהנדסה 1 3 ה' - 3 נק'

שם קודם: אנליזת מאמצים בשיטות מספריות 1

ניסוחים וריאציוניים, שיטות שקלול, עקרונות וריאציוניים ופתרונות מקורבים (לבעיות תנאי שפה). אלמנטים חד-מימדיים (C^1 , C^0). שיטות לפתרון משוואות אלגבריות. אלמנטים איזופרמטריים רב-מימדיים. מבנה אופיני של תוכניות מחשב ועיבוד ממוחשב של נתונים ותוצאות. הערכות שגיאה. שיטות אלמנטים גבוליים, רצועות סופיות ואלמנטים ספקטרליים.

מקצוע קדם: 234102, 034033, ו-234112 או 234111

מקורות:

1. Cook, R.D.: "Concepts and Applications of Finite Element Analysis", John Wiley, 1981 .
2. Bathe, K.J.: "Finite Element Procedures in Engineering Analysis", Prentice-Hall, 1982.
3. Zienkiewicz, O.C.: "The Finite Element Method", 3rd Edition, McGraw-Hill, 1977 .
4. Iron, B. & Ahmad, S., "Techniques of Finite Elements" Halsted - Press, 1980.

036016 שיטות אלמנטים סופיים בהנדסה 2 3 ה' - 3 נק'

שם קודם: אנליזת מאמצים בשיטות מספריות 2

בעיות תנאי שפה: אנליזת אלמנטים סופיים לבעיות בהן הפתרון סינגולרי, בעיות הכוללות שכבות גבול ואילווצים. ניסוחים מעורבים, היברידיים ומעורבים - היברידיים. בעיות תנאי התחלה - שפה: אלמנטים סופיים במרחב והפרשים סופיים בזמן, אלמנטים סופיים בזמן ובמרחב, אנליזה מודלית. בעיות לא ליניאריות: אי-ליניאריות חומרית וגיאומטרית.

מקצוע קדם: 036015

מקורות:

1. Washisu, K., "Variational Methods in Elasticity and Plasticity", 3rd. Edition, Pergamon Press, 1982.
2. Owen, D.R.J. & Hinton, E., "Finite Element in Plasticity: Theory and Practice", Pineridge Press, 1980.

036019 מערכות אופטיות 2 2 ה'1-ת' - 2.5 נק'

עקרון הפעולה של לייזרים, תנאים ליצירת הגבר, התהוד האופטי, סוגי לייזרים, קרני לייזר ואפניהם, אופטיקה של חמרים לא איזוטרופיים, פוטואלסטיות, שיטות אופטיות לא לינאריות. מדידות בשריפה באמצעות ספקטרוסקופיות ראמן 1-cars, שמושים בלייזרים לעבוד חומרים. מדידות בהנדסת מכונות באמצעות לייזרים: מדידות אינטרפרומטריות, טיב, שטח, מרחק, עובי, שכבות דקות.

מקצוע קדם: 035187

מקורות:

1. Yariv, Optical Electronics, 1976, Holt, Rinehart and Winston.
2. Yariv, Quantum Electronics, 1975, Wiley.
3. M. Born and E. Wolf, Principles of Optics, 1975, Pergamon Press.
4. S.S. Charschan, Lasers Industry, 1972, Van Nostrand.

036020 גיאומטריה חישובית ומודלים לתיב"ם 1 2 ה' - 1 ת' - 2.5 נק'

משוואות מפורשות סתומות ופרמטריות של קווים, עקומות ומשטחים. משוואות חביות, מעטפת לעקומות ועקומות היסט (OFFSET). ניתוח, יצוג ותכנון (שיטת LIMING) של חתכים קוניים. אינטרפולציה ותכנון באמצעות חתכים. יסודות גיאומטריה דיפרנציאליות, משוואות FRENET-SERRET. המטריצות היסודיות: הראשונה והשניה. תכנון של עקומות (3-D) פרמטריות מרוכבות ומשטחים. (ייצוג: SPLINES, FERGUSON, BEZIER וטלאי COON). חתכים קוניים כמשוואות פרמטריות ראינוליות.

מקורות:

1. Faux and Pratt, Computational Geometry for Design and Manufacturing, Ellis Horwood, Limited publishers, 1980.
2. Limited publishers, 1980 .
3. מאמרים מהספרות המקצועית.

036023 תכן בעזרת מחשב 2 ה' – 1 ת' - 2.5 נק'

מודל גיאומטרי לפריט הנדסי. מאגרי אינפורמציה. אנליזה הנדסית של מבנים, שדות זרימה ומעבר חום, קינמטיקה, אופטימיזציה.

מקצוע קדם: 035003

מקורות:

1. Foley, J.D. & Van Dam A. "Fundamentals of interactive graphics", Addison-Wesley, 1983.
2. Desai, C.S. & Abel, J.F. "Introduction to the finite element method", Van Nostrand Reinhold, 1972.
3. Newman, W.M. & Sproull, R.F. "Principles of interactive computer graphics", McGraw-Hill, 1979.
4. Jhonson, R.C., "Optimum design of mechanical elements", John-Wiley, 1980 .

036024 מערכות מחשב בבקרה 3 ה' – 3 נק'

המבנה הבסיסי ודרך הפעולה של מחשבים המשמשים בבקרה, שפת אסמבלי ל - MICRO-PROCESSOR 6502, מבנה כללי של מערכות מחשב בבקרה, רכיביו ההקפיים הקונבנציונאליים והמיוחדים. תקשורת טורית ומקבילה והמרה אנאלוגית/דיגיטלית ודיגיטלית/אנאלוגית. יסודות המבנה של מערכות הפעלה לבקרה ולשימושי זמן-אמת אחרים. מימוש מדיניות בקרה מתקדמת ע"י מחשבים והכרות עם חבילת תוכנה מסחרית מודרנית לבקרת תהליכים (לימוד ותרגול).

מקצוע קדם: 035188

מקצוע צמוד: 034418

מקורות:

1. "Microprocessors for Measurement and Control", M.M. Auslander and P. Sdgues/Osborne/ McGraw-Hill, 1981 .

036026 קינמטיקה, דינמיקה ובקרה של רובוטים 2 ה' – 1 ת' - 2.5 נק'

טרנספורמציות, משוואות קינמטיות ופתרון, היעקוביאן, מבנה סינגולרי, משוואות לגרנז', סימולציה סימבולית, משוואות התנועה והמצב, ליניארציה גלובלית מדייקת, רגישות, בקרה ליניארית, בקרת Min-Max, עקיבה.

מקצוע קדם: 035188, 035001 .

ספרי לימוד: חוברת הרצאות שניתן להשיג במזכירות הפקולטה

036027 דינמיקה של מבנים ימיים 3 ה' – 3 נק'

גלי מים. כוחות על מבנים ימיים קבועים, עגונים וצפים, במים שקטים ובים גלי. תנודות אניה וגופים עגונים בגלים. שיטות דטרמיניסטיות וסטטיסטיות לחישוב תנודות אניה ועומסי גלים, נושאים מתקדמים בהידרודינמיקה לפי התקדמות המחקר בנושא.

מקצועות קדם: 034010 ו- 034013 ו- 034032 ו- 035044

מקורות:

1. J.N. Newman: "Marine Hydrodynamics", The MIT, 1982 .
2. Bishop, R.E.D. and Price, W.B.: "Hydroelasticity of Ships", Cambridge University, 1979.

036029 מבוא למערכות ייצור ב' 2 ה' – 1 ס' - 2.5 נק'

מבוא, מערכות FMS, שינוי במערכות FMS, הרכבות, מערכות מומחות, טכנולוגיות אינטלגנציה מלאכותית, Group technology, בסיסי נתונים.

מקצוע קדם: 035123

036030 זיהוי מערכות מכניות 2 ה' – 1 ת' - 2.5 נק'

שם קודם: אבחון תקלות

שיטות מרחב המצב לקביעת מודל מתמטי למערכת מכנית דינמית. שערך פרמטרים פיזיקליים כגון: מסה, קשיחות, ממדים גאומטריים, כחות חיצוניים וכן אבחון פגמים כגון: סדקים. תורות החלטה ושיטות סינון לזיהוי פרמטרים ולאבחון תקלות. זיהוי אדפטיבי בזמן ובמרחב ההשערות. יציבות הזיהוי וחסיונות בפני רעש.

מקצוע קדם: 034032

מקורות:

1. Sonderstrom & P. Stoica, System Identification. Prentice-Hall, 1989.

036031 טריבולוגיה עיונית 3 ה' - 3 נק'

שם קודם: חיכוך, שימון ובלאי של חומרים
 הקורס מכסה את נושאי המידול התיאורטי של מגע, אדהזיה וחיכוך בין משטחים אמיתיים. הקורס מבוסס על קריאת מאמרים קלאסיים ועדכניים מהספרות הטריבולוגית.
 מקצועות קדם: 094431 או 034029 ו- 034016
מקורות:

E. Rabinowicz, "Friction and Wear of Materials," John Wiley, N.Y., 1965.

ספרי עזר מומלצים:

1. F.D. Bowden and D. Tabor, The Friction and Lubrication of Solids, Clarendon Press, 1, 1954, Pt. 11, 1964.
2. E.R. Braithwette, Solid Lubricants and Surface, Pergamon Press, 1964.
3. F.J. Clauss, Solid Lubricants and Self-Lubricating Solids, Academic Press, 1972

036032 מכניקת זורמים אנליטית 3 ה' - 3 נק'

משואות היסוד במכניקת הזורמים: שמור מסה, משואות ניה-סטוקס, משואת האנרגיה. דוגמאות לפתרונות מדויקים. זרימה פוטנציאלית, שיטות פתרון שונות, זרימות על פני גופים שטוחים.
 מקצוע קדם: 034013
 מקצוע זהה: 038503
מקורות:

1. R.L. Panton, "Incompressible Flow, Wiley 1984.

036033 זרימה דו-פאזית 2 ה'1-ת' - 2.5 נק'

זרימה דו-פזית של נוזל-אד: משטרי זרימה, מפלי לחץ, מעבר חם, משואות יסוד, מידול.
 זרימה דו-פזית של זורם-מוצק: מפלי לחץ, מעבר חם ומשוואות יסוד. פתרונות. דוגמאות הנדסיות.
 מקצועות קדם: 034013
 מקצוע זהה: 038722
מקורות:

1. Hetsroni, G. 1982 Hand book of Multiphase Systems. Fan, L.S. & Zhu, C.
2. 1998 Principles of Gas-Solid Flows.

036034 מודל דימוי של מערכות דינמיות 2 ה'1-ת' - 2.5 נק'

מבוא, מושגי יסוד: משתנים, צמתים וקשרים. הדמיה של אלמנטים ומקורות במערכות מכניות. הדמיה של אלמנטים במערכות הידראוליות. הדמיה של אלמנטים במערכות משולבות אלקטרומכניות. שילוב של מערכות לינאריות ו-Bond Graphs. תכנון מערכות בקרה בעזרת Bond Graphs ומערכות לא לינאריות.
 מקצוע קדם: 034020
מקורות:

1. Rosenberg and Karnopp, "Introduction to physical system dynamics", McGraw- Hill, 1983.
2. Rosenberg and Karnopp, "System dynamics: A unified approach", Jhon Wiley Inc. 1974.

036035 מבוא להנדסת שריפה**ה'3 – 3 נק'**

מושגים ומשוואות בסיסיים. התפוצצות חמה התלויה בזמן. הצתה וכבוי. התפוצצות חמה יציבה בזמן. הצתה על ידי משטח חם. התקדמות להבה חמה למינרית באזור פתוח. התקדמות להבה באזור מסוגר. יציבות תרמית-דיפוזיבית של להבה למינרית. יציבות אוירודינמית של להבה. שריפה דיפוזיבית של גז. ריסוס נוזלים. שריפת טיפה. ניתוק להבה מפני נוזל על ידי זרם אויר.

מקצועות קדם: 034013 ו 034041 -

מקורות:

1. Ya. B. Zeldovich, G.I. Barenblatt et al. "The mathematical theory of combustion and explosions. "Consultants Bureau, New-York", 1985.
2. F.A. Williams. Combustion Theory. Addison - Wesley, London, 1965 and 1983.
3. D.A. Frank - Kamenetskii. Diffusion and heat transfer in chemical kinetics. Plenum Press, New-York, 1969.
4. D.B. Spalding. Combustion and mass transfer. Pergamon Press, Oxford, 1979

036036 מודלים ותיב"ם בזרימה ותהליכי מעבר**ה'2-1-ת' - 2.5 נק'**

הבעיה הישירה והבעיה ההפוכה, דוגמאות: צינור בזרימה טורבולנטית בלתי דחיסה, נחיר בזרימה דחיסה. פתרון בעיה מורכבת על ידי פרוק למספר בעיות פשוטות. דוגמא: צנרת בזרימה בלתי דחיסה, מערכת נחירים בטור. בעיות מורכבות: זרימה דחיסה בצנרת, מחליף חום, עומס תרמי במקלט, זרימה דחיסה חד-ממדית כללית.

מקצוע קדם: 034013

מקצוע צמוד: 034014

מקורות:

1. Pnueli and Gutfinger, "Basic Fluid Mechanics"
2. J.P. Holman , "Heat Transfer", McGraw-Hill, 1986.

036037 דינמיקה אנליטית ממוחשבת**ה'2 – 1ת' - 2.5 נק'**

גזירת וקטורים, קואורדינטות מוכללות ומהירויות מוכללות. קינמטיקה. מהירויות חלקיות ומהירויות זוויתיות חלקיות. תכונות אנרציאליות, כוחות מוכללים. פונקציות אנרגיה. כתיבת משוואות תנועה למערכות הולונומיות. פתרון משוואות תנועה. הפעלת "אוטולב" לפתרון נומרי של משוואות תנועה. אנטגרלים של משוואות תנועה.

מקצוע קדם: 034010

מקורות:

1. T.R, Kane, D.A. Levinson , Dynamics: Theory and Application, McGraw-Hill, 1985.
2. T.R. Kane, P.W. Likins, Spacecraft Dynamics, McGraw-Hill, 1983.

036038 תהליכי מעבר בפן ביני**ה'3 – 3 נק'**

מבוא. מתח פנים, משוואת לפלס-יאנג. תנאי שפה על פן ביני. זרימות קפילריות: בעית המניסקוס, בעית ציפוי, גלי שטח. זרימה תרמוקפילרית. מושגי יסוד ביציבות הידרודינמית. תורת היציבות הליניארית. יציבות של פן ביני. אי יציבות מרנגוני. זרימה ויציבות של קרום נוזלי דק.

מקצוע קדם: 034013

מקורות:

1. D. A. Edwards, H. Brenner, D. T. Wasan, Interfacial Transport Processes and Rheology, Butterworths, 1991.
2. S. Chandrasekhar, Hydrodynamic and Hydromagnetic Stability, Clarendon Press, 1961.
3. L. E. Johns and R. Narayanan, Interfacial Instability, Springer, 2002.

036039 בקרת מבנים ומערכות מכניות**ה'3 - 3 נק'**

אפיון מערכות מיכניות לתכנון בקרה: תאור בעזרת משוואות לגרנז' והמילטון, אפיון גמישות בעזרת מודלים רציפים ודיסקרטיים, סינטזה מודלית. הרחבת תורת היציבות של ליאפונוב. שמושים בבקרה אדפטיבית ו-VSS לבקרה של מערכות גמישות וקשיחות. שיטות המבוססות על תורת הפסביות. תכנון במרחב התדירות. H₀₀. יישומים: תכנון מערכות בקרה לרובוטים קשיחים וגמישים, למבנים אלסטיים. בקרת תנועה בזווית גדולה של מבנים גמישים.

מקצוע קדם: 035188.

036040 טכנולוגיה של בנית אוניות**ה'2-ת' - 2.5 נק'**

טכניקות מודרניות בבנית אוניות: מערכות מספנה. התכנון של תהליכי בניה. השימוש במיחשוב. חומרים - בחירה וטיפול. תרשימי זרימה. טכניקות הרכבה. ריתוך. חישובי השקה.

מקצוע קדם: 035060

מקצוע צמוד: 034027

036041 תכן הנדסי מתקדם 1**ה'2 - ת'1 - 1 פרויקט - 3 נק'**

שלבי התכן הקונספטואלי השיטתי של מוצר חדש, כולל: ניתוח צרכים וניהול הערך ללקוח. טכניקות בית האיכות. הפשטה וניתוח פונקציונלי. חיפוש ויצירת פתרונות בשיטות אינטואיטיביות ודיסקורסיביות. שילוב לפתרונות מלאים בתהליך הנדסה משולבת. תכן לייצוריות. הנדסת ערך והנדסת איכות.

מקצועות קדם: 034015

מקורות:

1. G. Pahl & W. Beitz, Engineering Design 2^{ed}. Springer, 1996.
2. K.T. Vlrch & S.D. Eppinger, Product Design & Development, McGraw-Hill, 1995.

036042 דינמיקה של מכונות מסתובבות**ה'3 - 3 נק'**

חזרה על תורת התנודות, תנודות חופשיות, אופני תנודה ופירוק מודלי. משוואות LAGRANGE. מודל JEF COTT, מרכז עצמי, ייצוג קומפלכסי של תנודות רוטורים, קורדינטות אינרציאליות וסובבות. תנודה חופשית, פרסציה קדמית ואחורית, חוסר איזון, תגובה מאולצת, מיסבים בעלי קשיחות אסימטרית. דיאגרמת CAMOBELL, מפגש סדרי סיבוב שונים בתדר טבעי. ריסון פנימי לעומת חיצוני, יציבות. מעבר מהירויות קריטיות. מודל GREEN-STODOLA. מודל אלמנטים סופיים לציר סובב, תנודות כפיפה ופיתול. מערכות מחוברות. מהירויות קריטיות, אפקטים ג'ירוסקופים. מדידות, עיבוד אותות. הדגמות מעבדה.

מקצועות קדם: 034032 ו- 034010

מקורות:

1. Giancarlo Gents, Dynamics of rotating systems, Volume 1, 2005, Springer.

036043 פרקים בתורת האלסטיות**ה'3 - 3 נק'**

מבוא לטנזורים. הטרחות וטנזור המאמץ. משוואות שווי משקל. טנזור העיבור. משוואת ההתאמה. חוקים קונסטיטטיביים. הניסוח הכללי של הבעיה האלסטית. הגישה הכללית לפתרון הבעיה המישורית. בעיות דו-מימדיות בקואורדינטות קרטזיות ופולריות. אנרגיית העיבורים. פתול. הבעיה התרמואלסטית. מבוא לתורת הלוחים. בעיות מגע.

דרישות קדם: 104213

מקצוע חופף: 084513

מקורות:

1. S'okolnikoff, I.S. Mathematical Theory of Elasticity, McGraw-Hill, 1956.
2. Timoshenko S.P. and Goodier J.N., Theory of Elasticity. McGraw-Hill, 1970

036044 תכן תנועת רובוטים וניווט ע"י חיישנים**ה'3 - 3 נק'**

הצגת מרחב הקונפיגורציה כבסיס עיקרי לאלגוריתמי תכנון ברובוטיקה. סקירת השיטות החשובות לתכנון מסלולים. תכנון תנועה מונחית חיישנים עבור סביבות דו-מימדיות. תכנון תנועת רובוטים כלליים מרובי מפרקים המנווטים בעזרת חיישני מרחק תוך איסוף אינפורמציה בזמן אמת. יישום השיטות עבור רכבים רובוטים.

דרישות קדם: 035001 או 035003

מקורות:

1. J.C. Latombe, Robot Motion Planning, Kluwer, 1991.
2. J.F. Canny, The Complexity of Robot Motion Planning, MIT Press, 1988.

036045 גיאומטריה חישובית ומודלים לתיב"ם 2 ה' - ת' - 3 נק'

תכנון לייצור של עקומות ומשטחים המבוססים על ייצוג פולינומיאלי ופרמטרי: B-Splines, NURBS. שיטות אינטרפולציה לעקומות ומשטחים. התאמת משטחים מרוכבים. שיטות להעלאת והורדת דרגה של משטח. בניית משטחים ע"י פעולות משיכה ועירבול. אלגוריתמי חיתוך בין משטחים פרמטריים. משטחים מהוקצעים. פעולות בוליאניות על משטחים פרמטריים.

דרישות קדם: 036020.

מקצוע חופף: 236716.

מקורות:

1. R.H. Bartels, J.C. Beatty, B.A. Barsky, An Introduction to SPLINES for use in Computer Graphics & Geometric Modeling, Morgan Kaufman Publishen, 1987.
2. G. Farin, Curves and Surfaces for CAGD, Academic Press, Inc, 1993.

036046 מחליפי חום תעשייתיים ה' - ת' - 2.5 נק'

הקדמה. תאור של מחליפי חום תעשייתיים. זרימה ומעבר חום (חזרה). זרימה דו פאזית במחליפי חום. רתיחה. פתרונות נומריים ושימוש בטבלאות וגרפים לחישוב. מחליפי חום פשוטים. עקרונות קורוזיה ובחירת חומרים. תנודות צנורות בזרימה. תכנון מכני של מחליפי חום. מחליפי חום מסוג: צנור כפול; צנורות ומעטפת; מאיידים; לוחות; מחליפי חום קומפקטיים. תנורים ומחוללי קיטור.

מקצוע קדם: 034014

מקורות:

1. G.F. Hewitt, Handbook of Heat Exchangers Design, Hemisphere, 1990.

036047 שערון ובקרה של תהליכים אקראיים ה' - 3 נק'

מערכות סטטיות: משתנים אקראיים, בעיית הריבועים הפחותים, שערון סטטי. מערכות בדידות: סדרות אקראיות, שערון מצב-מסנן קלמן, החלקה וחזוי, בקרה אופטימלית. מערכות רציפות: תהליכים אקראיים, מסנן קלמן, מסנן וינר, מקרים סינגולריים, שערון במימד קבוע, בקרה אופטימלית - בעית ה-LQG.

מקצוע קדם: 035188

מקורות:

1. Bryson and Ha, Applied Optimal Control, John Wiley & Sons, 1975.

036048 רטט לא לינארי ה' - 3 נק'

אנליזה של רטט לא לינארי במערכות מכניות: שיטות אסימפטוטיות (ריבוי סקלות). שיטות נומריות (מפות פואנקרה). פתרונות מחזוריים (אולטרה-ס-הרמוניים). פתרונות קווי-מחזוריים. יציבות לא לינארית. ביפורקציות. מערכות הנדסיות בעלות רבוי דרגות חופש (אינטראקציה מודלית). מערכות בעלות ערוץ עצמי (רטט עקב זרימה). מערכות רציפות (קריסה דינמית).

מקצוע קדם: 034032

מקורות:

1. P. Hagedorn, Nonlinear Oscillations, Oxford, 1988.
2. A.H. Nayfeh, Applied Nonlinear Dynamics, Wiley, 1994

036049 רשתות עצביות לבקרה ודיאגנוסטיקה ה' - ת' - 2.5 נק'

מבנה רשתות עצביות, רשתות שכבתיות ולולאיות. שיטות לימוד כשערון פרמטרים. הקשר לשיטות אדפטיביות בבקרה, עיבוד אותות וסיווג. אופנים ייחודיים לרשתות עצביות. לימוד עם מנחה, לימוד בעזרת חיזוקים ולימוד עצמי. רשתות לבקרה ובעית המנחה המרוחק. רשתות סיווג לדיאגנוסטיקה ובעיית הייצוג.

מקצועות קדם: 035188 או 035039

מקצוע חופף: 097220

מקורות:

1. Simon S. Haykin, Neural Networks: A Comprehensive Foundation, Macmillan College Publishing, Toronto 1994
2. Dan W. Patterson, Artificial Neural Networks Theory and Applications, Prentice Hall, Singapore, 1996.
3. T.W. Miller, III, R.S. Sutton, Neural Networks for Control, The MIT Press, 1991.

036050 מערכות בקרה לא לינאריות**ה'3 - נק'3**

מבוא, מערכת דינמית מוכללת. יציבות לפי ליאפונוב - לינארזיציה במרחב המצב, השיטה הראשונה והשנייה. שיטת פופוב ליציבות אסימפטוטית בציר התדר. הפונקציה המתארת ניתוח קיום ויציבות מחזור גבולי בציר התדר. בקרי Min-Max. יציבות אסימפטוטית בתנאי אי-וודאות ו-VSS. יציבות מערכות בילינאריות. בקרה אדפטיבית.

מקצוע קדם: 035188

מקורות:

דפי הרצאות וספרות מקצועית

036051 יסודות של בעירה בזרימות דו פזיות**ה'1-ת' - 2.5 נק'**

יסודות ומשוואות בסיסיות. תנועה ומעבר חום ומסה של חלקיקים, טיפות ובוועות בתוך זורמים. הצתה של חלקיקי פחם. הצתה ובעירה של טיפות ובוועות. התפשטות הלהבה בזרימות דו-פזיות. שריפה וגזיפיקציה של פחם. אפיון של שריפה של מערכות גז/נוזל. התפשטות הלהבה בנוזל של בוועות. ראקטור עם ערבוב מוחלט. ראקטור עם זרימה אחידה. משטר תרמי בראקטור עם ערבוב מוחלט. אפיון של חומר עם נקבוביות עם תגובות כימיות. קינטיקה של התהליך. שריפה פילטרציונית.

מקצועות קדם: 034013 ו-034014 ו-036033.

מקורות:

1. F.A. Williams, Combustion Theory, The Benjamin/Cumming Publ. 1985.
2. Ya. B. Zeldovich et al, Mathematical Theory of Combustion and Explosion, plenum Press, 1985.

036052 מכניקה ומעבר אירוסולים**ה'1-ת' - 2.5 נק'**

אפיון אירוסולים. גרר במשטר זרימה מולקולרי וברצף. שקיעה. דיפוזיה, התנגשות אינרציאלית. אירוסולים לא כדוריים. עבוי ואדוי חלקיקים. כוחות חשמליים באירוסולים. תנועה תרמופורטית. קואגולציה. מעבר אירוסולים בזרימה. מדידות אירוסולים. דגימה. סינון.

מקצוע קדם: 034013 + 034014

מקורות:

1. S.K. Friedlander, Smoke, Dust and Haze, J. Wiley & Sons, 1977.

036053 אמינות ובדיקות**ה'3 - נק'3**

ניתוח אמינות ש/ל מערכות טכנולוגיות. שילוב שיטות אנליטיות עם מודלים הנדסיים. תכנון ופענוח של ניסויים. מודלים הסתברותיים ומודלים לפער-מידע לתאור אי-וודאות. תכנון והחלטה אסטרטגיים בתנאי אי-וודאות חמורים. מבחני השערה סטטיסטיים לקבלה, מבחני ביצועים ובדיקות סביבתיות. מבחני משך חיים. איבחון כשל. שיטת טגוצ'י. זמינות ותחזוקתיות. תקנים.

מקצועות קדם: 034010 ו-034029 ו-094431.

מקורות:

1. Hoyland, N. Rausand, System Reliability Theory, Wiley 1994.
2. Y. Ben-Haim, Robust Reliability in The Mechanical Sciences, Springer, 1996.

036054 מעבדה מתקדמת לבקרת זיהום אויר מחלקיקים**ה'1- מע 4 - 2.5 נק'**

שיטות ומכשירי מדידה של זיהום אויר. הפרדה אינרציאלית: ציקלונים. ניקוי גזים בעזרת מסננים. משקעים אלקטרוסטטיים. מערכות סינון משולבות. היסתמות מסננים. חדרים נקיים. ניקוי באמצעות גלי הלם. בקרת איכות הסביבה.

מקצועות קדם: 034013 ו-034023 או 034013 ו-035027.

מקורות:

פרופ' ח. גוטפינגר, פרופ' ד. פנואלי (ז"ל), ד"ר מ. פיכמן, מעבדה מתקדמת לבקרת זיהום אויר/חוברת תדריכים, הפקולטה להנדסת מכונות, 1998.

036055 אופטיקה לינארית ויישומים 2**ה' - ת' - 2.5 נק'**

מיקרו-אופטיקה, אופטיקה בינארית, טרנספורמציות אופטיות גאומטריות, עיצוב חזיתות גלים, קישורים אופטיים, אלמנטים אופטיים המבוססים על מבנים תת-אורכי-גל, אלמנטים מקטבים תת-אורכי-גל לא תלויים במרחב ותלויים במרחב, זכרונות אופטיים ומערכות רישום, מהודי לייזר עם אלמנטים אופטיים לא-קונבנציונליים, סינון מודים, הדמאה תרמית, מדעי הצבע.

מקצועות קדם: 035198, 114210.

מקורות:

1. Principles of optics, M. Born and E. Wolf, Pergamon Press 1985.
2. Lasers, E. Sigman, University Science Books Mill Valley California 1986.
3. Micro-Optics: Elements, Systems and Applications, H.P. Herzig, Ed., Taylor & Francis, London 1997.
4. Thermal imaging systems, J.M. Lloyed, New-York Plenum 1982.

036056 בקרת מערכות הנדסיות**ה' - 3 נק'**

תכן מערכות משוב במישור התדר: דרישות ושיקולי תכן, הקשר בין תגובות תדר של החוג הפתוח והחוג הסגור, יציבות, רגישות, רובסטייות, בקרי תיקון, בקרים תעשיתיים – PID, מז"מ. תכן מערכות משוב במרחב המצב: ניתנות לבקרה ולשחזור, מינימליות, יציבות, משוב מצב, משערך, בקר יציאה במבנה משערך + משוב מצב, בקר ממקם קטבים, בקר ליניארי אופטימלי. מערכות לא ליניאריות: תכונות, אלמנטים אופייניים, הפונקציה המתארת, שיטות ליאפונוב, קריטריונים ליציבות.

מקצוע קדם: 034020.

מקצוע מוכל (ללא זיכוי נוסף): 035188

מקורות:

1. G.F. Franklin, J.D. Powel and A. Emami-Naeini, Feedback Control of Dynamic Systems, Addison Wesley, 1994.
2. J.J. D'azzo and C.H. Houpis, Linear Control Systems Analysis and Design, McGraw-Hill, 1988

036057 שיטות פער-ידע להערכת סיכון ואמינות**ה' - 3 נק'**

החלטות אסטרטגיות עם אי-וודאות, בניתוח, תכן ואישור של מערכות מורכבות. הערכה ובקרה של אמינות וסיכונים. אמינות וסיכונים בפרויקטים. פרדיגמות להחלטה בתנאי אי-וודאות מסוג פער ידע. ישומיות עם מידע חלקי. איזון בין חסינות לבין הזדמנות. התפתחות של העדפות בעזרת ניתוח אי-וודאות. תמורות (Trade offs) עם שיפוט ערכי וקריטריונים מרובים. למידה וערך של מידע. החלטות אם אי-וודאות משולבות.

דרישות קדם: 014004 ו-094480 או 014606 ו-094480 או 034032 ו-094480 או 094506 ו-094480

מקורות:

1. Bell D.E., Raiffa, H., Tversky, Decision making, Cambridge Un. Press, 1988.
2. Ben-Haim, Y. Information-Gap Decision Theory: Decisions Under Severe Uncertainty, 2nd edition, Academic Press, London.

036058 מיקרומכניקה של מוצקים 1**ה' - 3 נק'**

יחסי מיקרו-מאקרו, הסתברות, מורפולוגיה, תכונות אפקטיביות. מיקרוקורות הטרוגניות, שקיעות ופיזור סטטיסטי, סקלת אורך מיקרונית, קורלציה דו נקודתית, חסמים. וריאציות, אי לינאריות, קרובים, ריאקציות הסתברותיות. תת מבנה בחתך: חומרים מרוכבים, אפקטים לא-איזוטרופיים, תכונות וסקלות, השפעת המורפולוגיה על שקיעות וריאקציות. מיקרומכניקה וחוזק.

דרישות קדם: 034029 ו-094431.

מקורות:

1. Soille, P. : Morphological Image Analysis Principles and Applications, Springer-Verlag 1999.

036060 מידול מרובה סקאלות של חומרים**ה' - 3 נק'**

מבנה חומרים. עקרונות בסיסיים במכניקה סטטיסטית. דינמיקה מולקולרית. מודלים אטומיסטיים לאנרגית מוצקים. תכונות תרמיות ואלסטיות של גבישים. אנרגית פאזות. פגמי נקודה, קו וקיר. מודלים מרובי סקאלות במרחב (מודל פיירלס, מודל CZ, שיטת קואזירצף). מודלים מרובי סקאלות בזמן (TRANSITION STATE THEORY, מונטה קרלו, שיטות מסלולי מעבר, היפר דינמיקה מולקולרית).

מקצועות קדם: 035029 ו-314533

מקורות:

1. Rob Phillips: Crystals, Defects and Microstructures: Modeling Across Scales, Cambridge Univ. Press, 2001.

036061 מערכות זורם – חלקיקים**3ה' - 3 נק'**

זרימה במספרי ריינולדס נמוכים. תנועת העתקה וסיבוב של חלקיקים. מיקרו הידרודינמיקה. דיפוזיה חלקיקים. זמן רלקסציה. סחף אינרציאל. מסה מוספת. מדידות מהירות בעזרת PIV. חלקיקים בזרימה גזירה. חלקיקים בסילונים. התנגשויות. אימפקטורים. אינטרקציות בזרימה. זרימה במצע מרחף וארוז. עקרונות הפרדת חלקיקים. שקיעה. ציקלונים. השפעת צורה. צוברים פרקטליים. חלקיקים בזרימה טורבולנטית.

מקצועות קדם: 034013 ו- 034041

מקורות:

1. T.G.M. Van de Ven, Colloidal Hydrodynamics, Academic, 1989.
2. L-S. Fan C. Zhu, Principles of Gas-Solid Flows, Cambridge Univ. Press 1998.

036062 מכניקת מגע**3ה' - 3 נק'**

משוואות יסוד באלסטיות. כוח מרכז על שפה מישורית של גוף אלסטי חצי-אינסופי. פתרון Hertz למגע בין גופים אלסטיים. מגע לא הרציני. העמסה ניצבת ומשיקית של אזור המגע. מגע עם החלקה ועם הדבקה. מגע אלסטו-פלסטי ביחסי פואסון שונים. העמסה ושחרור של מגע אלסטו-פלסטי. מגע בין משטחים מחוספסים. דוגמאות מעשיות.

מקצוע קדם: 035043 או 036069 או 014107 או 086576 ו- 034029

מקורות:

1. K.L. Johnson, Contact Mechanics, CambridgeUni
2. T.S. Timoshenko & J.N Goodier, Theory of Elasticity, McGraw Hill, 1970.

036063 מידול זיהוי וניסוי במערכות תונדות**3ה' - 3 נק'**

דימוי מידול זיהוי בניסוי של מערכות רוטטות. תאור מערכות רוטטות באמצעות אופני תנודה, תגובות תדירות וגדלים מדידים. עיבוד אותות של מדידת התגובה הדינמית, תנודות אקראיות, צפיפות ההספק הספקטרלי. בחירה פונקציות עירור, שיטות מדידה. התאמת מודלים נומריים וניסויים. בחינת דוגמאות מעבדתיות.

מקצועות קדם: אחת מקבוצות המקצועות הבאים: 034010 או 034032

מקצוע צמוד: 035027

מקורות:

1. Ewins, D.J., Modal testing: Theory, Practice, and Application, Edition 2nd ed, 2000.
2. Geradin, Michel, Mechanical vibration: theory and application to structural dynamic
3. Theorie des vibrations. Wiley, c1997.
4. Genta, Giancarlo, Vibration of structures and machines: practical aspects, Edition 3^d ed, c1999.

036064 נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות 4**3ה' - 3נק'**

קורס במדעי ההנדסה העוסק בנושאי מחקר מתקדמים מתחום מחקר ומומחיותו של המרצה. הסיבוס יקבע ע"י המרצה באשור הועדה ללמודי מוסמכים לפני תחילת הסמסטר בו ניתן המקצוע.

036065 אלקטרו ומגנטו מכניקה לשפעול וחישה**3ה' - 3 נק'**

סיווג תופעות אלקטרומכניות ומגנטומכניות של פי פרמטרים מאפיינים של התקני שפעול וחישה, אלקטרוסטטיקה ומגנטוסטטיקה בואקום ובתווך, פיזואלקטריות, תגובה אלקטרומכנית של חומרים פרואלקטריים, צימוד מגנטו-אלסטי, סגסוגות פרומגנטיות בעלות זכרון צורה, חומרים פרואלקטריים מסוג "רלקסורס", שיטות ניסוי אופייניות. בכל נושאי הקורס יושם דגש על יישומים ודינמיקה בהתקני שפעול וחישה.

מקצועות קדם: אחת מקבוצות המקצועות הבאות: 034029 + 114052 + 314533 או 314003 + 114075+314008

מקורות:

1. Y. Xu, Ferroelectric materials and their applications, North-Holland, 1991.
2. R.C. O'Handley, Modern Magnetic Materials, John Wiley & Sons, 2000.

036066 נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות 5 2ה'1ת – 2.5 נק'

קורס במדעי ההנדסה העוסק בנושאי מחקר מתקדמים מתחום מחקרו ומומחיותו של המרצה. הסילבוס יקבע ע"י המרצה באישור הועדה ללמודי מוסמכים לפני תחילת הסמסטר בו ניתן המקצוע.

036067 נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות 6 2 ה' – 2 נק'

קורס במדעי ההנדסה העוסק בנושאי מחקר מתקדמים מתחום מחקרו ומומחיותו של המרצה. הסילבוס יקבע ע"י המרצה באישור הועדה ללמודי מוסמכים לפני תחילת הסמסטר בו ניתן המקצוע.

036068 תכן תרמוהידראולי של כורים גרעיניים 3 ה' – 3 נק'

ריאקציות גרעיניות ושחרור אנרגיה ע"י ביקוע והיתוך, משוואת הדיפוזיה החד-ודו-קבוצתית של ניטרונים, מסה קריטית, כפוף חומרי וגיאומטרי, פרוסי שטף חום וטמפרטורה בכורים, פרוס טמפרטורה במוט דלק, מעבר חום ברתיחה, מקדם בטחון לשטף חום קריטי, הסעה ומפל לחץ בזרימה חד-פאזית ודו-פאזית, זרימה דו-פאזית קריטית, בטיחות כורים גרעיניים, תקלת אבוד קרר, הרטבה מחדש של ליבה.

מקצוע קדם: 034041

מקורות:

1. Todres, N.E., and Kazimim M.S., "Nuclear Systems I – Yhermal Hydraulic Fundamental", Hemisphere Publishing Corp (1990).
2. El-Wakil, M.M., "Nuclear Heat Transport", International Textbook Company, (1962).

036069 תרמואלסטיות 3 ה' – 3 נק'

חוקי מאזן של תהליכים תרמומכניים. משוואות קונסטיטויביות של חומרים תרמואלסטיים. תנאי התחלה ותנאי גבול. סופרפוזיציה. משוואות התאמה. ניסוח בעיות מישוריות. בעיות דוגמה נבחרות: גלים אלסטיים בתווך אינוסופי, תנודות במוטות, ריכוז מאמצים, מגע וסדקים.

מקצוע קדם: 034029

מקצועות ללא זיכוי נוסף: 014107, 036043, 086576.

מקצועות ללא זיכוי נוסף (מכילים): 035029

מקורות:

1. M.B, Rubin, "Thermoelasticity-Lecture Notes", 2007.
2. J.R. Barber., " Elasticity", Kluwer, 1992.

036070 ננואופטיקה ומבנים אופטיים מחזוריים 2ה' + 1ת' – 2.5 נק'

אופטיקה שדה קרוב, מגבלת הרזולוציה וגלים דועכים, מבנים תת-אורך גל, מטה-חומרים אופטיים מבוססים על ננומבנים, גלי שטח, פלזמונים, פונון-פולריטון, מבנים מחזוריים ומבנים תלויים במרחב, פליטה תרמית בשדה הקרוב, אופטיקה וקטורית (פרמטרי סטוק, מטריצות מולר וג'ונס, כדור פואנקרה), מבנים ננומטריים תלויים קיטוב, אופטיקה של שכבות מתכת דקות, פאזות גאומטריות במבנים ננומטריים, שימושים לננופוטוניקה.

מקצוע קדם: 035198 ו-114210

מקורות:

1. S.Kawata, M. Ohtus, M. Irie, Nanooptics, Springer Series in Optical Sciences, 2002.
2. Lukas Novotny and Bert Hecht, Principles of Nano-Optics, Cambridge University, 2006
3. Debbus Goldstein, Polarized Light, Marcel Dekker, 2003.

036071 ביומכניקה של תאים ומולקולות 3ה' - 3 נק'

המוטיב המרכזי של הקורס הוא השימוש בכלים של מכניקה הנדסית וסטטיסטית בכדי להבין כיצד פועלות מערכות ביולוגיות ברמת המיקרו והננו. הקורס יעסוק במכניקה של DNA, מכניקה מבנית של תאים, מכניקה של מנועים ביולוגיים ושרירים. הקורס מיועד למהנדסים בעלי רקע במכניקה ואינו דורש ידע קודם בביולוגיה או מכניקה סטטיסטית.

מקצועות קדם: 034010 ו-034029 ו-104218

מקורות:

1. D. Boal, "Mechanics of the Cell" Cambridge, 2002
2. R. Phillips, J. Kondev and J. Theriot, "Physical Biology of the Cell", Garland Science, 2008.
3. F. Reif, "Fundamentals of Statistical and Thermal Physics", Mcgraw-Hill, 2008

036072 קינמטיקה ביומכניקה ורובוטיקה 3ה' - 3 נק'

הקורס מציג תיאוריות מתקדמות בקינמטיקה, כלים המבוססים על תאוריית הבורג, וגיאומטריה של ישרים. מטרת הקורס הינה להקנות לסטודנט הבנה מעמיקה והבנה פיזיקלית של תופעות ומונחים כגון: טרנספורמציה בורגית, סינגולריות, קשיחות, אחיזות קיבוע, וכדומה. כל זאת עם דגשים ואפליקציות מתחום הביומכניקה של המפרקים הגדולים והרובוטיקה.

מקצועות קדם: 035001 או 035010 או 038785 או 335334

מקורות:

1. Hunt .H.K, "Kinematics Geometry of Mechanisms", Oxford Science Publications, 1978
2. Hunt .H. Davidson and K .K.J, "Robotics and Screw Theory", 2004.
3. M. Zatsiorsky .V, "Kinematics of Human Motion" Human Kinematics, 1998.

036073 נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות 8 3ה' - 3 נק'

קורס במדעי ההנדסה העוסק בנושאי מחקר מתקדמים מתחום מחקר ומומחיותו של המרצה. הסילבוס יקבע ע"י המרצה באישור הועדה ללמודי מוסמכים לפני תחילת הסמסטר בו ניתן המקצוע.

036074 בקרה אקטיבית ופסיבית של זרימה 3ה' - 3 נק'

רקע היסטורי, מושגים בסיסיים באוירודינמיקה, תאורית כנף דק, משוואות שכבת הגבול, זרימות למינריות וטורבולנטיות, מעבר לטורבולנציה. בקרה פסיבית ודוגמאות. בקרה אקטיבית: שיטות תמידיות, אי-יציבות, הפרעות קטנות וגדולות, שכבות ערבוב וסילונים, פרמטרים עיקריים בבקרת שכבות גבול, מרעדים, יישומים בתעשייה וטובינות רוח, גישות תיאורטיות ונומריות.

מקצוע קדם: 034013

מקורות:

1. Joslin, R. and Miller, D.N., Fundamentals and Applications of Modern Flow Control, Progress in Astronautics and Aeronautics Series, 231, Published by AIAA 2009,
2. ISBN-10:1-56347-983-4, ISBN-13:978-156347-983-0.
3. King, Rudibert (Ed.), Active Flow Control, Notes on Numerical Fluid Mechanics and Multidisciplinary Design, Vol. 95, 2007.
4. Lachmann, G. V (Ed). Boundary Layer and Flow Control. Its Principles and Application, Pergamon Press, New-York, 1961.

036075 נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות 9 3ה' - 3 נק'

קורס במדעי ההנדסה העוסק בנושאי מחקר מתקדמים מתחום מחקר ומומחיותו של המרצה. הסילבוס יקבע ע"י המרצה באישור הועדה ללמודי מוסמכים לפני תחילת הסמסטר בו ניתן המקצוע.

036076 אלקטרוניקה בננו-ומיקרו-זרימה**3ה' – 3נק'**

הקדמה ומוטיבציה, התפתחויות טכנולוגיות, חוקי דמיות, הנחת רצף, הידרו-דינמיקה, אלקטרו-סטטיקה ואלקטרו דינמיקה, המשוואות הבסיסיות של הידרודינמיקה פיסיקו-כימית, פילוג פואסון-בולצמן, שכבות חשמליות כפולות וחפיפה שלהן בננו-תעלה, זרימה אלקטרו-אוסמוטית בננו-ומיקרו-תעלות אפקטים אלקטרו-צמיגותיים, הסעה אלקטרו-פורטית והפרדה, קיטוב משדה מושרה, סינון מבוסס ננו-תעלות, דיאלקטרו-פורטיקה ויישומים.

מקצועות קדם: 034013 ו- 034041

מקורות:

1. Hsueh-Chia Changleslie Yeo, *Electrokinetically Driven Microfluidics and Nanofluidics*, Cambridge, 2010
2. B. Kirby, *Micro and Nanoscale Fluid Mechanics*, Cambridge, 2010
3. Ronald F. Probstein, *Physiochemical Hydrodynamics*, John Wiley and Sons, 2003

036078 מעבדה למערכות הנעת רכב מתקדמות**1ה' – 3 מע' – 2נק'**

ניתוח ביצועים אינדיקטוריים ואפקטיביים של מנוע, תהליכי החלפת גזים במנוע והשפעתם על ביצועיו, השפעת קידום הצתה על תופעת הנקישות במנוע SI, השפעת פרמטרי הספקת דלק על ביצועי מנוע דיזל, ניתוח ביצועים של מנוע ואנקל, שיטות מתקדמות של הספקת דלק ושריפה במנוע, שיטות מתקדמות של בקרה על פליטות מזהמים ממנוע, השפעת דלקים חלופיים ומתחדשים על ביצועי מנוע ורמת פליטת מזהמים, השוואת ביצועי מנוע הנמדדים עם תוצאות הסימולציה בעזרת תכנת תכן וניתוח מנועים.

מקורות:

1. John B. Heywood, *Internal Combustion Engine Fundamentals*, McGraw Hill, 1988
2. Lino Guzzella and Antonio Sciarretta, *Vehicle Propulsion Systems*, Springer, 2007

036079 בקרת פליטות מזהמים מכלי רכב**2ה' – 1 תר' – 2.5נק'**

היווצרות מזהמים במנוע שריפה פנימית, מבוא להשפעות בריאותיים של מזהמים, תרמוכימיה של היווצרות מזהמים במנוע, גורמים המשפיעים על היווצרות מזהמים במנוע, קשרי גומלין בין ביצועי מנוע לבין היווצרות מזהמים בו, גזי חממה, שיטות בקרה של פליטות מזהמים במנועי הצתה חשמלית, שיטות בקרה של פליטות מזהמים במנועי דיזל, כימיה, תכן וניתוח ביצועים של מערכות טיפול בגזי פליטה שונות, כלים מתקדמים לסימולציית תכן מערכות טיפול בגזי פליטה וניתוח ביצועיהן.

מקצועות קדם: 035146 או 036075

מקורות:

1. B.P Pundir, *Engine Emissions: Pollutant Formation and Advances in Control Technology* Narosa, 2007
2. John B. Heywood, *Internal Combustion Engine Fundamentals*, McGraw Hill. 1988

036080 מערכות הנעת רכב מתקדמות**2ה' – 1 תר' – 2.5נק'**

מבוא למערכות הנעת רכב מתקדמות, יסודות צריכת אנרגיה של רכב, מערות הנעה המבוססות על מנוע שריפה פנימית, יסודות תכן תיבת הילוכים, קונפיגורציות של מערכות הנעה חשמליות והיברידיות, מאזני אנרגיה והספק, מחזור אנרגיית בלימה, שיטות אגירת אנרגיה וניתוחן ההשוואתי: מצברים, קבלי על, גלגלי תנופה, מצברים הידראוליים, מערכות הנעה עם תאי דלק, דלקים למערכות הנעה מתקדמות, דלקים מתחדשים, שיטות הערכת צריכת אנרגיה ופליטה מזהמים, ניתוח של מערכות הנעה מתקדמות בשיטת "WELL-TOWHEEL", כלים מתקדמים לסימולציית תכן מערכת הנעה וניתוח ביצועיה.

מקצועות קדם: 035146 או 036075

מקורות:

1. Lino Guzzella and Antonio Sciarretta, *Vehicle Propulsion Systems*, Springer, 2007
2. John M. Miller, *Propulsion Systems for Hybrid Vehicles*, Peter Peregrinus Ltd, 2003

036081 עקרונות תכן וייצור מיקרו-מערכות 2 ה' – 2 נק'

מיקרו מערכות: הגדרות, מטרות וחשיבות. המזעור והשלכותיו על ההתנהגות המכנית של התקנים. מבנים מיקרו מכניים ושיטות ייצורם. סקירת תהליכי מיקרו עיבוד והשפעתם על התכן. מבוא לתכן מיקרו מכני. מערכות חישה ועירור משולבות אופטיקה, אלקטרוניקה וחומרים מגיבים. התאמת התכן בעזרת מחשב לתכן תהליכי מיקרו עיבוד. מידול מערכות מיקרו-מכניות ועקרונות זיווד.

מקצועות קדם: 034010 ו-034015 ו-034029

מקצועות צמודים: 034011, 035033

מקצועות זהים: 035021

מקורות:

1. Marc Madou, Fundamentals of Microfabrication and Nanotechnology, Third Edition, Crc Press, 2012
2. Stephen D. Senturia, Microsystem Design' Springer, 2001

036082 עקרונות מנועי שריפה פנימית 3 ה' – 3 נק'

ניתוח ביצועים של מנוע שריפה פנימית ומגמות פיתוח, ניתוח תרמודינמי של מחזורי מנועים, תהליכי החלפת גזים, ניתוח תהליכי הספקת דלק במנוע SI ו- CI, שריפה במנועי SI ו- CI, תופעת הנקישות, היווצרות ובקרת פליטות מזהמים במנועי SI ו- CI, מעבר חום במנועים, דלקים למנועים, מושגים מתקדמים של תהליך השריפה במנוע, שיטות סימולציה.

מקצוע קדם: 035146

מקורות:

1. John B. Heywood, Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw Hill, 1988
2. Willard W. Pulkrabek, Engineering Fundamentals of the Internal, Combustion Engine, Prentice Hall, 2004

036083 החלטות: אתגרים והשלכות 2 ה' – 2 נק'

מהנדסים מקבלים החלטות עם דגש על פונקציונליות, יעילות ואמינות. קורס זה מתמקד בהיבטים פילוסופיים ומגבלות של החלטות תחת אי-ודאות. אנומליות של החלטות. לספק ולמקסם. תכן ללא כשל והתאוששות מאסון. בחירת תאוריה תומכת החלטה. הצורך בריבוי תורות אי-ודאות. רציונליות. הקורס פתוח לסטודנטים בהסמכה שסיימו לפחות 75 נקודות.

מקצוע קדם: הקורס פתוח לסטודנטים בהסמכה שסיימו לפחות 75 נקודות

מקורות:

1. Barry Schwartz, Paradox of Choice, Harper Perennial, 2004
2. Decision Making, David Bell et al, eds., Cambridge, 1988

036084 טריבולוגיה בביולוגיה וביוניקה 3 ה' - 3 נק'

הנדסה של הטבע כמקור ידע לפיתוח טכנולוגיה אנושית. שיטות לימוד של מערכות ביולוגיות. תפקידים, תכונות ומבנה של משטחים ביולוגיים. תפקידים, סוגים ועקרונות פעולה של מערכות חיבור ביולוגיות. עצירה, הכוונה והקלה של תנועה יחסית במגע ביולוגי. התמודדות עם נזק הנגרם למשטחים ביולוגיים. עקרונות של הנדסה ביונית.

מקצוע קדם: 035024 או 036085

מקורות:

1. Matthias Scherge, Biological micro- and nanotribology: nature's solutions, Springer, 2001
2. Stanislav Gorb, Attachment devices of insect cuticle, Kluwer, 2001

036085 טריבולוגיה 3 ה' - 3.5 נק'

משטחים: הספוס, מאמצים שיריים, אנרגיית פני שטח. מגע: סוגים, מגע אמיתי, מכניקת מגע, אדהזיה. חיכוך: חוקים, סוגים ורכיבים, פיזור אנרגיה, השפעת גורמים שונים. סיכה: סוגים, תפקידים ומשטרים. בלאי: חמצוני, אברזיבי, אדהזיבי, התעייפות פני שטח, פרטינג, ארוזיה. שיטת: אבחון בעיות, אמצעי ניסוי, הפחתת חיכוך ובלאי כאמצעי חסכון באנרגיה והגדלת אורך חיים של רכיבים מכניים.

מקצוע ללא זיכוי נוסף (מוכל) - 035024

מקורות:

1. Ian Hutchings, Tribology: Friction and wear of engineering materials, butterworth-heinemann.
2. Horst Czichos, Tribology: a system approach to the science and technology of friction, lubrication and wear, Elsevier, 2000

-ה'3

036086 זרימה ותופעות מעבר בהתקנים מיקרוניים

ה'2 ת'1-פ'3 - נק' זרימה, מעבר מסה ותופעות פיסיקליות-כימיות במיקרוזרימה, ושימושם בהתקני מעבדה-על-שבב. תנועה בראונית, הסעה סקאלרית, דיפוזיית טיילור אריס, מערכות הסעה-דיפוזיה-ריאקציה, תמיסות טעונות ומערכות בופרים, שיטות ריכוז והפרדה על גבי שבב, מתח פנים וזרימה בתווך פורוזיבי. מקצועות קדם: 034013 ו- 034041.

מקורות:

1. Ronald F. Probst, "Physicochemical Hydrodynamics", Wiley 2003.
2. L. Gary Leal, "Advanced transport phenomena, fluid mechanics and convective transport processes", Cambridge University Press, 2007.
3. Brian J. Kirby, "Micro-and nanoscale fluid mechanics: transport in microfluidic devices", Cambridge University Press, 2010.

036087 דינמיקה היברידית במערכות מכניות

ה'3 - נק' ניתוח התנהגות של מערכות מכניות ורובוטיות מרובות מגעים חד-כיוונים תחת אילוצי חיכוך. נושאים: קינמטיקה של מגע וכוחות מגע, חיכוך קולוני, סטטיקה-שיטות גרפיות, ניסוח דינמיקה עם אילוצים עבור מצבי מגע שונים, פרוקס PAINLEVE ותופעות DYNAMIC JAMMING, מודלים של אימפקט, תופעות ZENO, יציבות מסלולים מחזוריים במערכת היברידית, מפת פואנקרה. מודלים של הליכה דינמית רובוטית. מקצוע קדם: 034010 + 034032 + 034040

מקורות:

1. Mason, Matthew T. "Mechanics of robotic manipulation", MIT Press, 2001
2. R.M. Murray, Z. Li, and S. Sastry, "A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation" CRC Press' 1994.
3. Brogliato, Bernard, "Nonsmooth mechanics: models, and control", Springer 1999.
4. E.R. Westervelt, J. W. Grizzle, C. Chevallereau, J.H. Choi, and B. Morris, "Feedback Control of Dynamic Bipedal Robot Locomotion" CRC Press, 2007.

036088 ננומכניקה חישובית של מוצקים

ה'3 - נק' מבוא למכניקה סטטיסטית ותרמודינמיקה במימדים ננומטריים, סימולציות דינמיקה מולקולארית, פוטנציאלים בין-אטומיים, סימולציות סטטיקה מולקולארית, פוטנציאלים בין-אטומיים, סימולציות סטטיקה מולקולארית, תכונות מכניות ותרמיות של מוצקים, סימולציות מונטה-קרלו, פגמים גבישיים, חישוב תכונות מכניות של מוצקים עם פגמים גבישיים, חישוב מרובה סקאלות של חומרים, שיטות חישוב מתקדמות בדינמיקה חלקיקים. מקצוע קדם: 034010 ו- 034035 ו- 314533

מקצועות צמודים: 035022 או 036015

מקורות:

1. Fan J. Multiscale analysis of deformation and failure of materials. New York: Wiley; 2010¹
2. Allen M.P. and Tildesley D.J. Computer simulation of liquids. Oxford: Clarendon Press; 1987²
3. Bulatov V.V. and Cai W. Computer simulations of dislocations. Oxford: Oxford University Press; 2006³
4. Tadmor E.B. and Miller R.E. Modeling materials: continuum, atomistic, and multiscale techniques. Cambridge: Cambridge University Press; 2011.⁴

3ה' - 3נק'**036090 חישה מכנית ע"י תאים ביולוגיים**

מבוא לביומכניקה של תאים ביולוגיים בדגש על הבסיס הפיסיקלי של חישה מכנית ע"י תאים: היכולת של תאים לחוש ולהגיב לגירויים מכניים ולתכונות מכניות של הסביבה.

כלי מדידה ניסיוניים ומידול תיאורטי (המבוסס על מכניקה סטטיסטית ותהליכים סטוכסטיים) של מכניקה ברמה הננומטרית.

מעברי פזה בממברנות ביולוגיות ובשלד התאי המושרים על ידי כוחות, צימוד מכני-כימי המאפשר שינוי קונפורמציה במולקולות בודדות ושבירת קשרים על ידי הפעלת כוחות, שיטות ניסוי למדידת כוחות ודפורמציות ברמה הננומטרית כולל: סקפטרסקופית כוח של מולקולות בודדות, מיקרוסקופית כוח (TFM) וחיישנים מבוססי מעבר אנרגיה על ידי תהודה פלורסנטית.

מקצועות קדם: 034029 ו 034035

מקורות:

1. Rob Phillips, Jan Kondev and Julie Theriot, Physical Biology of the cell, second edition, Garland science, 2012
2. David Boal, Mechanics of the cell, 2012, Cambridge university press
3. Jonathon Howard, mechanics of motor proteins and the cytoskeleton, Sinauer associates, 2001
4. Ken, A. Dill, Molecular driving forces: statistical thermodynamics in chemistry and biology, Garland science, 2002
5. selected journal articles

3ה' - 3נק'**038302 יסודות מכניקת הרצף**

מאזני אנרגיה ואנטרופיה. ניסוחים שונים של החוק השני. אילוצים תרמו-מכניים. תנאי קפיצה וגלי הים. השפעת טמפרטורה על חומר אלסטי-צמיג, חומר אלסטי-פלסטי וחומר אלסטי-ויסקופלסטי.

מקצוע קדם: 036003

מקורות:

1. An Introduction to the Theory of Elasticity, by R.J. Atkin and N. Fax, Longman Group Limited, 1980 .
2. The Nonlinear Field Theories of Mechanics by C. Truesdell and W. Noll, in the Encyclopedia of Physics, Vol. III/3, 1965 .
3. Introduction to the Theory of Continuous Media, by L.E. Malvern, Prentice-Hall Inc., 1969.
4. Selected Journal articles.

2ה' - 1ת' - 2.5 נק' קביעת סיבולות תלת-מימדיים לאבטחת איכות בעזרת מחשב 038304

חזרה על התקנים הבינלאומיים לגבי סיבולות (טולרנסים) גאומטריות. אלגוריתמים להערכת סיבולות של צורה ותנוחה. אופטימיזציה מתן סיבולות (טולרנסים) בייצור. השפעת הקביעה על סיבולות בייצור. שימוש במכונת מדידה תלת מימדיות ממוחשבות וזיהוי שגיאותיהן. יישום שיטות סטטיסטיות בקביעת סיבולות .

מקצוע קדם: 034005

מקורות:

מאמרים מהספרות המקצועית.

2ה' - 1ס' - 2.5 נק'**038308 מערכות ייצור תעשייתיות**

בקרה סידרתית בתהליך אוטומטי. בקרים מתוכנתים. בקרה מספרית (ב"מ). כדאיות של בקרה מספרית וספרתית. מחשבים זעירים בבקרה תעשייתית. בקרת מנוע בעזרת מחשב. בקרה מספרית בעזרת מחשב. בקרה בעזרת Microprocessor. בקרה אדפטיבית למכונות. תכנון מערכת תעשייתית עם רובוט. המחשב כעזר בתכנון הנדסי. סידור הדרגתי של מערכות ייצור קוי הרכבה, אופטימיזציה קוי-ייצור. שפות תכנות לבקרה מספרית. כתיבת תוכנה לפרויקט תעשייתי. CNC וכדאיות הכנסתו למפעל.

מקצועות צמודים: 035188

מקורות:

1. K. Hitomi, Manufacturing Systems Engineering, Taylor and Francis LTD., London, 1979 .
2. G. Halevi, The Role of Computers in Manufacturing Processes, Wiley 1980.
3. Y. Koren, Computer Control of Manufacturing Systems, McGraw-Hill, 1983.
4. מאמרים מהספרות המקצועית.

038317 מכניקה של זורמים בשדה מגנטי**ה'1-ת' – 2.5 נק'**

הקורס ידון בתופעות זרימה הנגרמות על ידי נוכחות שדה מגנטי. זרימה מתמדת. גלי הים ויצירתם. שימוש בשדה מגנטי כמייבב זרימה. השפעת שדה מגנטי על מעבר חום ומסה. הנעה מגנטו-הידרודינמית, גנרטורים מגנטו הידרודינמיים. יישום בכור תרמו גרעיני.

מקצוע קדם: 036008 , 036001 , 034013 ..

מקורות:

1. V.C.A Ferraro and C. Plumpton An Introduction to Magneto-Fluid Mechanics, Oxford University Press, 1966.
2. G.W. Sutton and A. Sherman Engineering Magnetohydrodynamics. McGraw-Hill, 1965

038504 זרימה צמיגה**ה'2 - 2 נק'**

פתרונות מדויקים של משואת נוויה - סטוקס. פתרונות אסימפטוטים עבור מספרי ריינולדס קטנים (סטוקס ואוסין). משוואות שכבת הגבול, פתרונות מדויקים: פלטה ישרה, זרימת סילון, גבול בזרימה דחיסה. זרימה טורבולנטית ושיטות פתרון שונות.

מקצוע קדם: 036032

מקורות:

1. Batchelor, G.K.; An Introduction to Fluid Dynamic, Cambridge, 1967 .
2. Rosenhead, L., Laminar Boundary, Oxford, 1963.
3. Goldstein, S., Modern Developments in Fluid Dynamics, Oxford, 1957, Dover, 1965.

038703 תכן ואנליזה של ניסויים**ה'2 - 2 נק'**

רקע סטטיסטי, שיטות מידול: ריבועים פחותים & קרנל ריגרשון, מידע מוקדם (Bayesian Estimators), התוקנית Regress, בדיקות Goodness-of-fit, מערכות ill-conditioned, orthogonal polynomials, תכן של ניסויים על ידי שיטת Prediction Analysis, שיטות לא פרמטריות לבדיקות, קרנל ריגרשון והתוקנית FKR, אנליזה של נתונים על ידי קרנל ריגרשון.

מקורות:

1. J. R. Wolberg, Data Analysis Using the Method of Least Squares, Springer, 2006
2. J. R. Wolberg, Designing Quantitative Experiments, Springer, 2010
3. J. R. Wolberg, Modeling Financial Markets with Kernel Regression, Wiley, 2000

ה'2 - 2 נק' מדידות דינמיות 038704

סקירה על חיישנים ומערכות מכשור. סוג מכשור לקטגוריות, אפיון ההתנהגות במישור הזמן והתדר. קריטריונים לשגיאה דינמית, קביעת מפרטים למערכות מדידה. דוגמאות מתחום מדידת טמפרטורה, לחצים, כוחות, תנודות וכו'. אסוף נתונים - Data acquisition, אלגוריתמים לתקון ספרתי ותכנון מסננים ספרתיים פשוטים. בעיות רעש ושגיאות במדידות עם חיישנים אלסטיים בעלי רסון נמוך. הקורס כולל הדגמות מעבדה ותרגול עם תוצאות מדידה אמיתיות.

מקורות:

מאמרים מהספרות המקצועית.

038709 בקרת תהליכי דגימה**3ה' - 3 נק'**

שיטות העברת סיגנלים בדידים. מרכיבים עיקריים של מערכות בקרה דיגיטליות. תאור מתמטי של פעולת הדגימה. משפט הדגימה. תופעת האליסינג. שחזור סיגנלים. מחזיקי נתונים. התמרת z (חד ודו צדדיות). קשרים בין משור z למשור s . משפטים. התמרת z משופרת. מערכות עם זמנים מתים. פונקציות ומטריצות תמסורת פולטיות. אפסים וקטבים (אפקט הדגימה). מערכות ברות בקרה וצפיה. תנאים לנ"ל. הקשר למימוש מינימלי. השפעת הדגימה על תכונות אלו. אוסצילציות חבויות. יציבות פנימית וחיצונית. קריטריונים אלגבריים. יציבות לפי ליאפונוב. יציבות אינטגרציות נומריות. אלגברה של מטריצות תמסורת. משוב יציאה. קריטריון ניקויסט למערכות MIMO. רובסטיות. תכנון רובסטי. חוקי בקרה סטנדרטיים. שטות תרגום מחוקים אנלוגיים. בקרי PID. מזמ"ם (DTC). תכנון קונבנציונלי בתחום התדר (משור W). בקרת צעד אחד קדימה. משוב מצב. משערים מסדר מלא ומופחת. עקרון ההפרדה. בקרת זמן אופטימלי. בקרת שכוך בזמן סופי. מיקום קטבים כניסה - יציאה (משור התדר). מערכות רבות קצבי דגימה - אנליזה וסינתזה. נתוח השפעות הקוונטיזציה. בקרת מודל פנימי. מבוא ליציבות מערכות דגימה לא-לינאריות (ציפקין, ג'ורי ולי, פונקציה מתארת).

מקצוע קדם : 035188

מקורות:

1. K.J. Astron & B. Wittenmark, "Computer Controlled Systems", Prentice Hall, 1984.
2. R. Iseman, "Digital Control Systems", Springer-Verlag, 1989.
3. J.F. Franklin, & J.D. Powell, "Digital Control of Dynamic Systems", Prentice-Hall, 1980.
4. B.C.Kuo, "Discrete-Data Control Systems", 1970.
5. E.I. Jury, "Theory and Application of the z Transform Methods", Wiley, 1964.
6. J.R. Ragazzini & G.F. Franklin, "Sampled- Data Control Systems", McGraw-Hill, 1958.

038712 מעבר חום - הולכה**2ה' - 2ת' - 3 נק'**

משוואות השמור למערכת מלוכדת ומפולגת. משוואת האנרגיה הכללית, האנרגיה התרמית ומשוואת קצב יצור האנטרופיה. שדה הטמפרטורה במוצקים. משוואת פוריה ותנאי הגבול השונים. בעית שטורם ליאויל. פתרונות למצב תמידי ולא תמידי. משפט דוהמל. טמפרטורה מרוכבת. שיטות אינטגרליות ופתרונות מקורבים אחרים.

מקצוע קדם : 036001 , 034041

מקורות:

1. Grigull, U., & Senders, H., Heat Conduction, Springer, 1984 .
2. Arpachi, Y.S., Conduction Heat Transfer, Addison-Wesley, 1966.
3. Carslaw, H.S., & Jaeger, W.O., Conduction of Heat Solids, Clarendon Press, Oxford, 1959 .

038715 תרמודינמיקה מתקדמת 1**2ה'1-ת' - 2.5 נק'**

פתוח אכסיומטי של התרמודינמיקה הקלסית תוך הדגשת המבנה ההגיוני של המקצוע. חוקי התרמודינמיקה: חוק ראשון, חוק שני, חוק האפס ועקרון המצב. עבודה וחום, אנרגיה, טמפרטורה, אנטרופיה וזמינות. יחסי מכסוול, משוואות מצב. שימושים למערכות סגורות ופתוחות, חד-מרכיביות ורב מרכיביות. קריטריונים לשווי משקל ויציבות שווי משקל של מערכות הטרונות. תערובות ותמיסות. ריאקציות כימיות ושווי משקל.

מקצוע קדם : 034035

מקורות:

1. Hatsopoulos and Keenan, Principles of General Thermodynamics, Wiley, 1965. Keenan, Principles
2. Lewis Randall, Thermodynamics, McGraw-Hill, 1961
3. Callen, H.B., Thermodynamics, Wiley, N.Y., 1960 .
4. Tribus, M., Thermostatistics and Thermodynamics, Van Nostrand, Priceton, 1961 .
5. Gibbs, J.W., The Collected Works, Yale Univ. Press, New Haven, 2 Vols., 1948

3ה' - 3 נק' תרמודינמיקה מתקדמת 2 038716

תרמודינמיקה של שדה חשמלי, שדה מגנטי, שדה כובד. גזים מיוננים. תרמודינמיקה של מערכת בתנאים מיוחדים. צבר קנוני, מיקרוקנוני וגרנדקנוני. תרמודינמיקה של תהליכים בלתי הפיכים, יחסי אונסגר. מינימום קצב יצירת אנטרופיה. שמושים לתהליכים לינאריים: דיפוזיה, תרמואלקטריות וכו'. הקדמה לתהליכים לא לינאריים.

מקצוע קדם : 038715

מקורות:

1. De Groot, S.P. & Mazur, P., Non-Equilibrium Thermodynamics, North Holland, Amsterdam, 1962.
2. Hatsopoulos, G.N., & Keenan, N.H., Principles of General Thermodynamics, Wiley, N.Y., 1965.
3. Huang, K., Statistical Mechanics, Wiley, 1963 .
4. Donnelly, H., Prigogine, Eds., Non-Equilibrium Thermodynamics, Variational Techniques and Stability, University of Chicago, 1965.
5. Davidson, N., Statistical Mechanics, McGraw-Hill, 1962.

038717 מעבר חום הסעה**ה'2 - 2 נק'**

משוואת האנרגיה. שכבות גבול למינריות. בעית בלסיוס פולהאוזן. שכבות גבול דחיסות. מעבר חום בסילונים. מעבר חום באיזור של נקודת סטגנציה. מודלים של טורבולנציה אמפיריים למחצה. מודל אפסילון - K. שכבת עירוב. הסעה טבעית לאורך לוח ובסילונים. אידי - נוסחת קנודסן. רתיחה - בועות ופילמים. עיבוי על לוח.

מקצוע קדם : 038504 , 034041 , 036001

מקורות:

1. White, Frank, M., 'Viscous fluid flow', third edition, McGraw-Hill International Editions, 2006.
2. Kays, William, Crawford, M., Weigand, B., 'Convective Heat and Mass Transfer' 4th edition, McGraw-Hill International Editions, 2005.
3. Bejan, A., 'Convection Heat Transfer', 3rd edition, John Wiley & Sons, Inc. 2004.
4. Schlichting H., Gersten, K., 'Boundary Layer Theory', 8th revised and enlarged edition, Springer, 2000.

038718 אורותרמודינמיקה של טורבו מכונות**ה'3 - 3 נק'**

תאוריות חד ממדיות, חזוי עקומי פעולה, משוואת שווי המשקל האידיאלי כדוגמה לתאוריות דו-ממדיות, הפתרון התלת ממדי הכללי (משוואות Wo).

מקצוע קדם : 034013 , 034210 או 034211 .

מקורות:

1. Horlock, J.H., Axial Flow Compressors, Butterworths, 1958 .
2. Horlock, J.H., Axial Flow Turbines, Butterworths, 1966.
3. Traupel, W., Thermische Turbomaschinen, Springer, 1958 .
4. Vavrs, H.M., Aero-Thermodynamics & Flow in Turbomachines, Wiley, 1960.
5. Wislicenus, G.F., Fluid Mechanics of Turbomachinery, Dover, 1965 .
6. Wu, C.G., General Theory of Three Dimensional Flow, NASA TN 2604, 1952 .

038721 מעבר מסה**ה'3-3 נק'**

משוואות יסוד במעבר תנע חום ומסה. דיפוזיה במצב מתמיד ולא מתמיד. דיפוזיה עם גבול נע. מעבר מסה עם תגובות כימיות הומוגניות. שכבת גבול במעבר מסה. דיפוזיה בנוכחות שדה חשמלי. קרוור במעבר מסה. אבלציה. בעיות שריפה הנשלטת על ידי דיפוזיה. מעבר מסה במערכת רבת מרכיבים.

מקצוע קדם : 034013 , 034014 , 036001 .

מקורות:

1. Frank Kamenetzki, D.A., Diffusion and Heat Transfer in Chemical Kinetics Plenum, N.Y., 1969.
2. Levich, V.G., Physicochemical Hydrodynamics, Prentice-Hall, 1962.
3. Bird, R.B., Transport Phenomena, Wiley, N.Y., 1960.

ה'2 - 2 נק' דינמיקה אנליטית 2 038724

יציבות של מערכות דינמיות, תאורית פואנקרה, שיטת ליאפונב, מערכות אוטונומיות ובלתי אוטונומיות. משוואת מתייה, שיטות הפרעה, תאורית המילטון - יעקבי, יישומים.

מקצוע קדם : 036005

מקורות:

1. Meirovitch, L., Methods of Analytical Dynamics, McGraw-Hill, 1970.
2. Goldstein, H., Classical Mechanics, Addison-Wesley, 1959 .
3. Bellman, R., Stability Theory of Differential Equations, McGraw-Hill, 1953 .

038727 שיטות נומריות בהנדסת מכונות**ה'2-פרוי-3 נק'**

קרובים לפונקציות. קרובים פולינומיאליים. מערכות של משוואות אלגבריות ליניאריות ולא לינאריות. משוואות דיפרנציאליות רגילות ומערכות של משוואות דיפרנציאליות. משוואות דיפרנציאליות חלקיות (שיטת הפרשים סופיים וסקירה של שיטות אחרות), קונסיסטנטיות, יציבות והתכנסות של משוואות דיפרנציאליות חלקיות. שימושים במעבר חום ומסה, תנע, אלסטיות ותרמודינמיקה.

מקצוע קדם : 234111 או 234112 , 034033

מקורות:

1. Roache, P.J., Computational Fluid Dynamics, Hemosa Publishers, 1972.
2. Sheid, F., Numerical Analysis, Schaum's Outline Series, 1968.

038731 מעבר חום - קרינה**3ה' - 3 נק'**

הגדרת הפרמטרים בקרינה וחוקי השמור לאנרגיית הקרינה. מושגים יסודיים בפיסיקה של קרינה. מעבר חום בקרינה בין גופים קשיחים ובגז. שילוב קרינה, הולכה והסעה לצורותיהן השונות. פתרונות מקורבים לערכים גבוליים של העובי האופטי ושל היחס קרינה - הסעה. תכנית המחשב הבסיסית לחישובי קרינה.

מקצוע קדם: 034041.

מקורות:

1. Sparrow, E.M. & Cess, R.O., Radiation Heat Transfer, Brooks / Cole Publ., Belmont, California, 1966.
2. Vincenti, W.G. & Kruger, O.H., Introduction to Physical Gas Dynamics, Wiley, N.Y., 1965.
3. Hottel, H.C. & Sarofim, A.F., Radiative Transfer, McGraw-Hill, N.Y., 1967.
4. Wiebelt, J.A., Engineering Radiation Heat Transfer, Holt, Rinehart and Winston, N.Y., 1966.
5. Jakob, M., Heat Transfer, Wiley, N.Y., 1957.
6. Pai, Shih, I., Radiation Gas Dynamics, Springer Verlag, N.Y., 1966.
7. R. Siegel and J.R. Howell, Thermal Radiation Heat Transfer, Hemisphere, 2nd ed., 1981.

038734 בקרת הטמפרטורה ומעבר חום ברקמה חיה**2ה' - 2 נק'**

מודלים של בקרת הטמפרטורה בגוף החי תוך המשך קשר עם המערכת הפיסיולוגית. משואת ה"ביו-חום" המתארת מעבר חום ברקמה חיה: חילוף חום בין כלי דם, מקורות חום נקודתיים ברקמה, שימושי מעבר חום ברפואה (כוויות, רפואת שיניים, אילחוש הקפאת רקמות), קציבת שטף זרימת הדם, תרמוגרפיה, חילוף חום עם אלמנטים חיצוניים, מעבר חום בנשימה.

מקצועות קדם: 036001, 038712 או 036009.

מקורות:

1. Seagrav, R.C., Biomedical Applications of Heat and Mass Transfer, The Iowa University Press, AMES, Iowa, 1971.
2. Fanger, P.O., Thermal Comfort-Analysis and Application in Environmental Engineering McGraw-Hill, 1970.

ספרי עזר מומלצים:

1. Newburgh, L.H., Physiology of Heat Regulation and the Science of Colthing. Hafner Publishing Co., 1968.
2. Bligh, J. and Moore: Essays on Temperature Regulation. North-Holland Publishing Co., 1972.

038739 מכניקת חומרים מרוכבים 1**2ה' - 2 נק'**

סוגי חומרים מרוכבים ושימושיהם הטכניים. שיטות אנליטיות וקרוברים בקביעת התכונות האלסטיות. מלנים סיבים וחלקיקים. אנליזת לוחות שכבתיים. תיאוריות חוזק.

038740 מכניקת חומרים מרוכבים 2**2ה' - 2 נק'**

התנהגות ויסקואלסטית, הגרותרמית וחשמלית. תיאוריות חוזק מתקדמות. התנהגות דינמית. אנליזה תרמו-ויסקואלסטית. קריסת טבלות.

מקצוע קדם: 038739

מקורות:

1. R.M. Jones: Mechanics of Composite Materials, McGraw-Hill, Kogakusha, 1975.
2. R.M. Cristensen, Mechanics of Composite Materials, John Wiley, N.Y., 1979.

038742 פלסטיות**2ה' - 2 נק'**

סקירת התנהגות חומרים בלתי אלסטיים. נסוח תנאי כניעה וחוקי זרימה. משפטי גבולות, אנליזה אלסטית - פלסטית של קורות, צילינדרים וכדורים. נושאים בעבוד מתכות, פלסטיות תרמית, קריסה בלתי אלסטית ואפקטים דינמיים.

מקצוע חופף: 085550

מקורות:

1. Hodge, P.G. Jr., Plastic Analysis of Structures, McGraw-hill, N.Y., 1959.
2. Mendelson, A., Plasticity-Theory and Application, MacMillan, 1968.
3. Calladine, O.R., Engineering Plasticity, Pergamon Press, 1969.

038743 ויסקואלסטיות 2ה' - 2 נק'

ויסקואלסטיות לינארית תלת-ממדית. אנליזת המאמצים ועקרונות ההתאמה. תנודות והתקדמות גלים בתחום ויסקואלסטי. טכניקות נסיוניות למדידת תכונות ויסקואלסטיות.

מקורות:

1. Ferry, J.D., Viscoelastic Properties of Polymers, Wiley, N.Y., 1971.
2. Christensen, R.M., Theory of Viscoelasticity, Academic Press, N.Y., 1971 .

038744 גלים פלסטיים 1 2ה' - 2 נק'

תאור איכותי של גלים פלסטיים, סקירה קצרה של גלים אלסטיים, סקירה קצרה של גלי הלם בגזים, גלי הלם במוצקים - עקום יהוגניו של מוצקים, המעבר האלסטופלסטי, פיצול גלים, הגבול האלסטי של עקום יהוגניו, מעבר הלם בין שני חומרים - התאמת אימפדנסים. משוואות הזרימה החד-ממדית, משוואות היפרבוליות וקרקטריסטיקות, פתרון משוואות חד-ממדיות בשיטת הקוים האופייניים.

מקורות:

1. Sokolnikov, I.S., Mathematical Theory of Elasticity, McGraw-Hill, N.Y., 1966.
2. Thomson, Laplace Transforms Theory & Engineering Application, Prentice-Hall, N.Y., 1950.
3. Shapiro, Compressible Fluid Flow , Vol. I, Chap. 5.
4. Courant, R. and Fridrichs, K.O., Supersonic Flow and Shock Waves, Interscience, 1948 .

038745 גלים פלסטיים 2 2ה' - 2 נק'

אנליזת האופייניים של משוואות היפרבוליות - הרחבה והשלמה. פתרון אנליטי של בעיות חד-מימדיות בשיטת האופייניים. נחות גל הלם עם התקדמותו. אימפקט על פלטה מישורית אינסופית. החזרת גל הלם משפה חופשית. התקדמות גל מתיחה פלסטי במוט. פתרון מספרי של בעיות חד מימדיות בשיטת האופייניים . פתרון בעיות היפרבוליות בשיטת הפרשים סופיים, מריחת הלמים בשיטת הצמיגות המלאכותית. מודלים פלסטודינמיים מתקדמים.

מקצוע קדם : 038744

מקורות:

1. Courant, R. & Fridrichs, K.O., Supersonic Flow and Shock Waves, Interscience, 1948.

2ה' - 2 נק' תכונות מכניות של חומרים הנדסיים 038746

בסיס פיסיקלי ונסוח אנליטי לתכונות מכניות של מתכות וחומרים פלסטיים. תכונות : אלסטיות. פלסטיות. כולל השפעת קצב העיבור. ויסקואלסטיות. זחילה. התעיפות. שבר פריך ומשיך. רסון פנימי. טפול במשוואות המתארות תכונות מכניות על בסיס תכונות פיסיקליות מיקרוסקופיות של החומר. שיטות נסיוניות למדידה ונתוח תכונות.

מקצוע קדם : 034029

מקורות:

1. McClintock, F.A. and Argon, A.S., Mechanical Behavior of Materials, Addison-Wesley Pub. Co., 1966.
2. Fung, V.C., Foundations of Solid Mechanics, Prentice Hall, 1965 .

038747 שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 3 2ה' - 2 נק'

טפול אנליטי בבעיות מתקדמות האופייניות להנדסת מכונות, תוך שימוש בשיטות הנלמדות בשיטות אנליטיות 1 ובשיטות אנליטיות 2.

מקצוע קדם : 036001

מקורות:

אין ספר למוד אחיד. הקריאה מתבססת על ספרות שעודכנה שנתי ועל מאמרים המתפרסמים בספרות המקצועית.

038749 תורת האלסטיות המתקדמת 2ה' - 2 ק'

עבור מאמץ ומשוואות תורת האלסטיות. פתרון בעיות מישוריות בעזרת פוטנציאלים מרוכבים. בעיות מגע. שיטות וריאציוניות.

מקצוע קדם : 036043

מקצועות חופפים : 088531, 083588, 083587

מקורות:

1. I.S. Sokolnikov, Mathematical Theory of Elasticity, McGraw-Hill, 1956.
2. N.I. Muskhelishvili, Some Basic Problems of the Mathematical Theory of Elasticity, Groningen Holand, 1953.

038758 דינמיקה ובקרה של תהליכים תעשייתיים**ה'3 - 3 נק'**

גישת הפרמטרים המלוכדים לסימולציה ולבקרה של תהליכים תעשייתיים - ויסות קונווציונלי, אינדקסים של בצוע, איזון קדימה. דינמיקה של מערכות מכניות והידראוליות - חשוב ערכים אפקטיביים של מסה, מקדם הקפיץ ומקדם הריסון. מערכות בעלות פרמטרים מפולגים - מודלים ובקרה של תהליכי זרימה, תהליכי מעבר חום ותהליכי מעבר חומר.

מקצוע קדם: 036012, 035188

מקצועות צמודים: לפחות אחד מן המקצועות הבאים: 038721, 036009.

מקורות:

1. Himmelblau & Bischoff, Process Analysis and Simulation, Wiley, 1968 .
2. Gould, L.A., Chemical Process Control, Addison - Wesley, 1969 .

ספרי עזר מומלצים:

1. Shinskey, F.G., Process Control Systems, McGraw-Hill, 1967.
2. Lloyd and Anderson, Industrial Process Control, Fisher Control Co., 1971.

038761 מכניקת השבירה המתקדמת**ה'2-1-ת' - 2.5 נק'**

רקע היסטורי כללי. גישה אנרגטית והאינטגרל הבלתי תלוי. שיטות לחישוב מקדם עוצמת המאמץ בבעיות משריות: אנליטיות, נומריות ונסויות. שיטות לחישוב מקדם עוצמת המאמץ בתצורות תלת-מימדיות. סריקה אלסטו-פלסטית. סדיקה דינמית ועצירת סדקים. סדיקה בעומסי נגיפה.

מקצועות קדם: 036004

מקורות:

1. "Fracture" Vol. 1-7, Edited by H.Liebowitz, Academic Press, 1968 - 1972.
2. "Methods of Analysis and Solutions of Crack Problems", by G.C. Sih, Noordhoff, 1973.
3. "Experimental Techniques in Fracture Mechanics", Vol. 1-2, Edited by A.S. Kobayashi Published by Iowa State University Press and The Society for Experimental Stress Analysis, 1973.

ה'3 - 3 נק' אלמנטים סופיים לאנליזה לא ליניארית 038770

מבוא לאנליזה לא ליניארית. אי ליניאריות חומרית, שיטות לפתרון משוואות לא ליניאריות. אי-ליניאריות גיאומטרית, טנסורי מאמץ ועיבור, משוואות חוקה, אלמנטים סופיים איזופרמטרים. בעיות נבחרות במעבר גלי הלם, תנודות, הסתעפות ויציבות.

דרישות קדם: 036002, 036003, 036016.

מקצועות צמודים: 038742, 036006, 038302, 036032.

מקורות:

1. K.J. Bathe, Finite Element Procedures in Engineering Analysis. Prentice-Hall, 1982.
2. L.E. Malvern , Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, Prentice-Hall,1969.

038780 מיקרומכניקה של מוצקים**ה'2 - 2 נק'**

הקורס יתרכז בקשירת המיקרומבנה של מוצקים עם תכונותיהם המכניות. הקדמה, תכונות מיקרו ומקרו, מודולים אפקטיביים, המקור המיקרומכני של טנזור המאמץ. נקעים בגבישים ושדות המאמצים סביבם. כניעה כתנועת מישורי החלקה. הצטברות ונדידת נקעים כמקור לדפורמציה פלסטית. מיקרומבנה של פולימרים, מבוא למכניקה סטטיסטית של שרשרות מולקולריות. תאוריה קינטית של דפורמציה. תחום אלסטי הכולל מיקרו מבנה. מיקרומכניקה של התעייפות.

מקצועות קדם: 036003, 036004.

מקורות:

חוברת הרצאות + ספרי עזר

038781 בקרה והנחיה רובסטית בגישת המינימקס**ה'3 - 3 נק'**

בקרה ליניארית: יציבות יחסית והפולינום הקריטי. בקר רובסטי ובעית המינימקס. תנאים הכרחיים למינימקס. אלגוריתם נומר. בקרה לא ליניארית: מערכת דינמית מוכללת. יציבות אסימפטוטית לפי ליאפונוב. בקרת משוואות בתנאי אי וודאות. בקר מינימקס לעקיבה. דוגמאות.

מקורות:

חוברת הרצאות בפקולטה להג. מכונות. S. Gutman, Applied Min-Max Control , 1992

038782 שיטות מספריות במכניקת הזורמים 3ה' - 3 נק'

שיטות הפרשים סופיים לפתרון שדות זרימה:
 זרימה צמיגה לא דחיסה במשתנים פרימיטיביים (כולל בעית שפה חופשית).
 זרימה צמיגה לא דחיסה דו-ממדית בעזרת פונקציות זרם וערבול.
 זרימה דחיסה בשיטות מפורשות ובלתי מפורשות. הנחת שכבה דקה.
 מערכות קורדינטות כלליות.
 מודלים טורבולנטים פשוטים.
 פתרון בעיות זרימה על-קולית בשיטת נביה-סטוקס "פרבוליות" (Parabolized Navier-Stokes PNS).
 מקצוע קדם: 035013 (שיטות מספריות בהנדסת מכונות) או 086172 (שיטות נומריות בהנדסה אירונטיקה)
 מקצועות צמודים: 036032 או 038504

מקורות:

1. Anderson, Tannehill and Pletcher., Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer, Hemisphere Publishing co., 1984.
2. Peyret and Taylor., Computational Methods for Fluid Flow, Springer-Verlag, 1983.

038785 נושאים מתקדמים ברובוטיקה 2ה' - 2 נק'

קינמטיקה של רובוטים: שימוש ב-קואטרניון, מספרים דואלים ב-קואטרניון וברגים ברובוטים.
 אחיזה: סוגי מגע עם הגוף, מיסגר כח ומיסגר צורה, אחיזה יציבה, תנועתיות בעזרת יד מרובת אצבעות.
 בקרה של כוחות מגע.
 אנליזה של שימושי רובוטים.
 מקצוע קדם: 036026

מקורות:

1. Bottema and Roth: Theoretical Kinematics. Dover Publishing, 1979.
2. Mason and Salisbury: Robot Hands and the Mechanic of Manipulation. The MIT Press, 1985.

038786 מבוא למערכות דינמיות כאוטיות 3ה' - 3 נק'

ביפורקציות מקומיות (תיאורית פלוקה) וגלובליות (פונקצית מלינקוב). זיהוי פתרונות לא מחזוריים וכאטיים (מפות פואנקרה, מערכי ליאפונוב). יישומים מדינמיקת גופים קשיחים (מטוטלת). מכניקת הרצף (מיתר). בקרה (משוב לא לינארי). גלים ואינטראקציות מבנה וזרם.
 מקצוע קדם: 036001

מקורות:

1. Francis C. Moon, Chaotic and Fractal Dynamics, John Wiley & Sons, INC., 1992.
2. Steve Wiggins, Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos, Springer-Verlag, 1990.

038787 נושאים מתקדמים בדינמיקה ובראולוגיה של זורמים 3ה' - 3 נק'

תכנון ופיתוח של תהליכים טכנולוגיים הקשורים בעיבוד של נוזלים. צמיגות של תרחיפים ותחליבים. ערבוב דיפוזיוני. סילוני נוזל חופשיים. פילמים נוזליים. ריסוס (atomization) ודיספרסיה של מסה נוזלית. ייצור סיבי זכוכית. סיבים אופטיים רב שכבתיים השומרים על קיטוב. תרמופורטיות בזרימות דו-פאזיות. נוזלים מורכבים עם ראולוגיה לא ניוטונית. נוזלים פולימריים. קינמטיקה לא לינארית של רצף. נוזלים פסבדופלסטיים ודילטנטיים (pseudoplastic and dilatant). ראולוגיה מיקרומכנית, משוואות מצב ראולוגיות. סיבים. הערה: מתוך הסילבוס יבחרו מספר נושאים נבחרים מדי שנה, תוך התחשבות במשתתפי הקורס.

מקצועות קדם: 034013 או 054200

מקורות:

1. Bird R.B., Armstrong, R.C., Hassager D., Dynamics of Polymeric Liquids, New-York: Wiley, 1987.
2. Yarin A.L., Free Liquid Jets and Films: Hydrodynamics and Rheology, London: Longman, New-York: Wiley, 1993.

038788 אנליזת אמינות של מערכות רוטטות **ה'2 - ת'1 - 2.5 נק'**

אמינות חסינה של מערכות מכניות דינמיות. אמינות מודלית. אמינות בהתעייפות ועקומות S-N חסינות. אבחון כשל וחסיונות תהליכי החלטה מכניים. תגובות של מערכות מכניות ליניאריות להעמסות אקראיות. מודלים לכשל עם הלמי פויסון. כשל בחריגה ראשונה. חוק Miner התברותי. מקצועות קדם: 035018 או 035030.

מקורות:

1. Y. Ben-Haim, 1996, Robust Reliability in the Mechanical Sciences, Springer-Verlag, Berlin.
2. O. Ditlevsen and H.O. Madsen, 1996, Structural Reliability Methods, John Wiley.

038789 סמינריון/פרויקט מתקדם בהנדסת מכונות **5 נק'**

עבודה סמינריונית או פרויקט בהיקף של 5 נקודות בעלת אופי עיוני, אנליטי, או ניסויי, הקשורה בכון ההתמחות שנבחר בלימודי M.E. התוצאות יוצגו בדו"ח שהיקפו לא יעלה על 30 עמודים ובסיום העבודה יבחן הסטודנט ע"י מנחהו. הערות: המקצוע מיועד לסטודנטים הלומדים לקראת תואר M.E. בלבד. על כל סטודנט שירשם למקצוע למצוא מנחה ולקבוע בתאום עימו נושא לעבודה. הנושא יאושר ע"י מרכז הועדה לתארים מתקדמים על טופס הצעת נושא לפרויקט/סמינריון בתוכנית M.E.

038791 מכניקת מוצקים ניסויית **ה'2 - 2 נק'**

תאור מתקנים וטכניקות ניסוי מודרניות במכניקת מוצקים. דיון בניסויים קלסיים בשטחים הבאים: פלסטיות, גלי מאמצים וקריסת מבנים. דוגמאות להשפעות גומלין בין ניסויים ופיתוחים תאורטיים ממבט היסטורי.

מקורות:

1. James F. Bell, The Experimental Foundations of Solid Mechanics, Springer-Verlag, Pub, 1973. 038792
3ה' - 3נק' תאורית קוסרה: קליפות, קורות ונקודות
- שמוש בטנסורים בקואורדינטות עקומות. קינמטיקה, חוקי מאזן ומשוואות מבנה לחומר אלסטי לא-ליניארי לקליפות, קורות ונקודות. מקצוע קדם: 036003
- מ. רובין, חוברת הרצאות-תאוריות קוסרה, הנדסת מכונות, טכניון, 1996
- Naghdi, P.M., The Theory of Shells and Plates, Encyclopedia of Physics Vol. Via/2, Springer-Verlag, 1972.

038793 נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות 1 **ה'2 - ת'1 - 2.5 נק'**

נושאים נבחרים בהנדסת מכונות שיקבעו ע"י המרצה, באישור הועדה, לפני תחילת הסמסטר בו ניתן המקצוע.

038794 מבחני משך חיים של מערכות מכניות **ה'2 - ת'1 - 2.5 נק'**

סקירה פנומנולוגית של כשל מכני. מודלים סטטיסטיים וקמורים של התעייפות וכשל. מבחני משך חיים עם נתונים מלאים ומצומזרים. נקודות תורפה וחוזק ביישומים מכניים. מבחני משך חיים מואצים עבור מערכות מכניות. מקצוע קדם: 034029

מקורות:

1. Hoyland and M. Rausand., System Reliability Theory & Models and Statistical Methods, Wiley, 1994.
2. Y. Ben-Haim, Robust Reliability in the Mechanical Sciences, Springer 1996

038795 בניית מודלים ותאוריות בהנדסה **ה'1-2- פרו' - 2.0 נק'**

חידושים בהנדסה המדעית מתבטאים לעתים קרובות בפיתוח של מודל חדש או תאוריה חדשה. בסמינר זה אנו נלמד מאמרי מפתח בהנדסה על מנת להבין את התהליך של הופעת מודל חדש או תאוריה חדשה. לאחר 6 שבועות של הרצאות ושיחות, כל סטודנט מכין דו"ח כתוב ובעל פה שבו הוא מנתח את התפנית שבמאמר בתחום הנדסי שבחר.

מקורות:

1. T.S. Kuhn, The Structure of Scientific Revolutions, University of Chicago, 1962.

038796 תכן הנדסי מתקדם 2 3ה' – 3נק'

טכניקות לניתוח והערכה של תכן קונספט, כולל זיהוי פערי ידע מערכתיים ותכנון להסרתם. ניהול סיכונים. הנדסת איכות, תמיכה לוגיסטית במוצר במשך מחזור חייו. מדדים להנדסת מערכת. עקרונות התכן המפורט. תקן קשיח וסדנא לתכן פרמטרי. סקרי תיכון. שקולים בפיתוח טכנולוגיה חדשה. עבודת צוות.
מקצוע קדם: 036041.

מקורות:

1. G. Pahl, W. Beitz, "Engineering Design 2ed", Springer 96.
2. D. Clausing, Total Quality Development, ASME 95.

038797 נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות 2 3ה' – 3נק'

קורס מתקדם במדעי ההנדסה העוסק בנושאי המחקר מתחום מחקרו ומומחיותו של המרצה.

038798 נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות 3 3ה' – 3נק'

קורס מתקדם במדעי ההנדסה העוסק בנושאי המחקר מתחום מחקרו ומומחיותו של המרצה.
3ה' – 3נק' שיטות אנליזה ומידול במיקרו-מערכות 038800

אקטואציה אלקטרוסטטית: עקרונות פעולה, משוואות שדה, כוח אלקטרוסטטי, קציפים מכניים, יציבות, שפעול מתח ומטען. משפעלי לוחות, משפעלי מסרק. שפעול בעזרת מספר מקורות מתח/מטען. שיטות פתרון. אקטואציה תרמואלסטית: עקרונות פעולה, משוואות שדה, יציבות תרמו אלקטרודינאמית, שפעול סטאטי, שפעול דינאמי. אקטואציה פיזרואלקטרית: עקרונות פעולה, משוואות שדה, מודלים מקורבים.

מקצוע קדם: 035021 או 035040 או 035041

מקורות:

1. Lecture notes by Dr. David Elata.
2. Selected journal papers.
3. S.D. Senturia, Microsystem Design Kluwer Academic Publishers, 2000.
4. N. Maluf. Introduction to Microelectromechanical Systems Engineering, Artech House, 1999.

038801 רעיונות ומודלים של דינמיקה לא ליניארית 3ה' – 3נק'

המקצוע כולל מושגים בסיסיים בדינמיקה לא ליניארית ביחס למערכות בדידות (אינטגרביליות, תיאורית KAM, הפרעות המילטוניות ולא – המילטוניות, לכידת תהודה) וביחס למערכות רציפות (סוליטונים, בעיית פיזור הפוכה, תופעות מעבר). ניתוח מתמטי ישולב עם דוגמאות של יישומים שונים מתחומי הנדסה ופיזיקה.

מקצועות קדם: 036001 או 034010

מקורות:

1. E.A.Jacksons, Perspectives of Nonlinear Dynamics, Cambridge University Press, 1991, vv.1,2
2. V.I.Arnold, Mathematical Methods of Classical Mechanics, Springer-Verlag, 1980.

038802 שיטות ניסוי במיקרו-זרימה 2ה' – 3מע' – 3נק'

אפיון תכונות של נוזלים (צמיגות, ויסקו-אלסטיות, מתח פנים). הרטבה של משטחים. עקרונות מיקרו-זרימה. טכנולוגיות ייצור מיקרוני. ייצור אלמנטים לזרימות מיקרוניות. זרימות קאפילאריות.

מקצועות קדם: 034013, 034014, 104216

מקורות:

1. P.DE., Gennes Et Al, Ca[;arotu amd Wetting Phenomena, Springer Verlag, 2004
2. R.F., Probst, Physicochemical Hydrodynamics, Butterworth Heinemann, 1989

038803 שיטות גיאומטריות בבקרה לא לינארית 3 ה' - 3 נק'

רקע מתמטי בגאומטריה דיפרנציאלית. אפיון גאומטרי של דינמיקת מערכות בקרה לא-ליניאריות. קונטרולביליות של מערכות בקרה לא-ליניאריות. שיטת Lie Bracket לבדיקת קונטרולביליות של מערכות לא-לינאריות. דיסטריביוציות ומשפט פרובניוס במערכות לא-ליניאריות. ליניאריות משוב של מערכות לא-ליניאריות. גאומטריה ובקרה של מערכות תת-ממונעות ומערכות לא-הולונומיות.

מקצוע קדם: 035188

מקורות:

1. A. Isidori., Nonlinear Control Systems, 3'rd Ed. Springer Verlag, 1995.
2. H.K. Khalil, Nonlinear Systems 3'rd Ed. Prentice Hall' 2002.
3. F. Bullo and A. Lewis, Geometric Control of Mechanical Systems, Sorubger Verlag, 2004.

038804 נושאים מתקדמים בהנדסת מכונות 7 3 ה' - 3 נק' או 1.5 נק' - מיני סמסטר (7 שבועות)

קורס במדעי ההנדסה העוסק בנושאי מחקר מתקדמים מתחום מחקר ומומחיות של המרצה. הסילבוס יקבע ע"י המרצה באשור הועדה ללמודי מוסמכים לפני תחילת הסמסטר בו ניתן המקצוע.

038805 מיקרו מכניקה חישובית של חומרים מרוכבים 3 ה' - 3 נק'

דפורמציה ומנגנוני נזק בחומרים מרוכבים בסקלת המאקרו ומיקרו. משוואות שולטות הכוללות מיקרומבנה. הטרוגני האופיינית לחומר רב גבישי. חומר רב פאזי רציף. מודלים של נזק. שיטות נומריות ופתרונות לתיאור דפורמציות וכשל.

מקצוע קדם: 035043 או 036003

מקורות:

1. S. Nemat-Nasser and M. Hori, Micromechanics: Over All Properties of Heterogeneous Materials, North Holland, Elsevier, 1999
2. P. Suquet', Cism courses and Lectures no. 377, Continuum Micromechanics, Springer Wien New-York, 1997.
3. T. Zhodi and P. Wriggers, An Introduction to Computational Micromechanics, Lecture Notes in App. And ComputationalMechhani' 2004.

038806 השהיות בבקרה ובשערוך 3 ה' - 3 נק'

מבוא (השהיות במערכות הנדסיות, מושגים מתורת המערכות), תאורים מתמטיים של מערכות עם השהיות, ניתוח יציבות, שיטות ייצוב, פיצוי זמנים מתיים, בקרה ושערוך אופטימליים (אופטימיזציות H2 ו- HINF), טיפול באי-ודאיות בהשהיות, מערכות עם מידע מוקדם, ניצול השהיות בבקרה (קרה חוזרת, עיצוב כניסות, בקרי PIDD)

מקצוע קדם: 035188

מקורות:

1. J.E Marshall, H. Gorechi, A. Korytowski and K. Walton, Time-Delay systems Stability and Performance Criteria with Ajpplications, London Ellis Horwood.
2. K. GU, V.L. Kharitonov and J. Chen, Stability of Time-Delay systems, Boston Birkhauser, 2003
3. R.F. Curtain and H. Zwart an Introduction to infinite-Dimensional Linear systems Theory, New-York Springer-Verlag, 1995

14. רשימת מנחים - חברי סגל הפקולטה - ושטחי התענינותם

מידע ופרטי התקשרות ניתן לראות באתר הפקולטה להנדסת מכונות, [בקישור לדף האישי של חבר הסגל](#).

15. רשימת המחקרים המוצעים ע"י אנשי סגל הפקולטה להנדסת מכונות

להשלמת התמונה - יש לפנות לחברי הסגל, בהתאם לשטחי התענינות

א ב ג ד ה ו ז ח ט י כ ל מ נ ס ע פ צ ק ר ש ת

פרופ' ד. אדלר

זרימה פועמת בדיפוזרים של טורבו מדחסים רדיאליים
חקר הזרימה באיזור הכניסה ובתעלות הפנימיות של דיפוזרים צנטריפוגליים למציאת השפעת אמפליטודה ותדירות הפעילות על איכות הדיפוזר בגיאומטריות שונות. העבודה תהיה תיאורטית בחלקה תוך אימות באמצעות מדידות בלייזר דופלר. מטרת העבודה לשפר את התכונות של טורבו מדחסים כך שאפשר יהיה להקטין את ספיקות הזדקרות המדחס.

מניעת הזדקרות (Sruga) במאיצים צנטריפוגליים של מדחסים
ההזדקרות בתעלות מאיצים צנטריפוגליים נגרמת כנראה על ידי נתוק הזרימה בצד היניקה של הכפות. הזרימה באותו צד תיוצב על ידי הגדלת עצמת הטרבולנציה שם, יחקר כיצד דבר זה משפיע על ההזדקרות. עבודה זו היא בעיקרה ניסיונית.

השפעת כפות הדיפוזר על הזרימה במאיץ צנטריפוגלי של מדחס
תבוצענה מדידות בלייזר דופלר בתוך מאיץ צנטריפוגלי (ביחוד באזור היציאה) לצורך חקירת השפעת גיאומטרית הדיפוזר (הנמצא במורד הזרם) על תכונות הזרימה במאיץ וההזדקרות בתוכו. תוצאות מחקר זה תשמנה לתכנון נכון יותר של מדחסים צנטריפוגליים כך שאפשר יהיה לדחות את התחלת ההזדקרות.

חקירת השפעת תאוצת קוריוליס על הטרבולנציה
תאוצת קוריוליס הקיימת במאיצי טורבו משפיעה על הטרבולנציה. אינפורמציה מספקת על מידת השפעה זו אינה ידועה. תבוצענה מדידות לייזר דופלר ליד דפנות מסתובבות ובתוך שכבת הגבול הסובבת. הקריאות תעובדנה בו-זמנית (real time) במיני מחשב, ותשמנה לפתוח תיאוריות פנומנולוגיות חדשות המתאימות לזרימות סובבות.

זהו איזור הזרימות המנותקות במאיצים צנטריפוגליים
במאיץ צנטריפוגלי בעל כפות משוכות חזק אחורה והנע בסבל"ד נמוך, הזרימה אינה מנותקת. עם הגדלת זווית היציאה מן הכפות ומספר הסובבים תופיע תופעת הנתוק (Flow Jet - Wake). תבוצע עבודה ניסיונית לזהוי איזור החיץ בין סוגי הזרימות השונות, ופרמטרי השפעה עיקריים. העבודה היא ברובה ניסיונית. לתוצאות עבודה זו תהיינה השלכות מעשיות בתכנון טורבו מדחסים, טורבינות גז וטורבו צ'רג'רים.

ערבוב סילון דחיס וחם בזרימה צולבת
ימשך פתוח שיטה אינטגרלית (אשר פותחה למקרה לא דחיס ואיזותרמי) לחשוב שדה הערבוב של סילון טורבולנטי דחיס וחם בזרימה צולבת של גז אחר. לאמות התוצאה ימדד שדה הערבוב בשיטת לייזר-דופלר. הנושא הוא בעל חשיבות הנדסית רבה בתכנון מטוסים ממריאים אנכית בקרור כפות טורבינות גז במניעת זהום אויר מארובות, בבעיות שריפה ותכנון תאי שריפה ומבערים וכו'.

פתוח שיטה לחשוב שדות זרימה תלת מימדיים במאיצי משאבות צנטריפוגליות
שיטת חשוב מספרית קיימת אשר פותחה עבור מאיצי מדחסים מפתחת קשיי התכנסות כאשר היא מופעלת בצפיפות קבועה לצורך פתרון הזרימה במאיצי משאבות. תחקרנה הסיבות לקשיים במטרה להתאים את השיטה לאנליזה של זרימה במשאבות וחזוי קוויטציה. שיטת הפתרון המופעלת היא אלמנטים סופיים.

חקירת הזרימה בקצוות הלהבים של טורבינות מנועי סילון
תבוצע חקירה ניסיונית באמצעות שיטות אופטיות של הזרימה בקצוות הלהבים של טורבינות מנועי סילון. התוצאות ישמשו לפתוח שיטות חישוב מדויקות יותר של מנועי סילון. העבודה מתבצעת בממון תעשיתי מחו"ל במתקן נסוי חדיש.

פיתוח שיטות מספריות לחישוב שדות זרימה במנועי סילון
פתוח שיטות לתאי שדה הזרימה בטורבינות ציריות וטורבו מדחסים בשיטת הנפחים הסופיים.

לחזרה

פרופ/מ.ש. אוסובסקי

בקבוצה מתקיימים מחקרים בעלי אופן ניסוי ונומרי כאחד. (למגיסטר/דוקטור)
 הפרוייקטים המוצעים עוסקים בחקר התהליכים המובילים ליצירת הטרוגניות בחומר, אופן התפתחותה וההשפעה של תהליכים אלו על ההתנהגות המכנית של החומר הנחקר תוך שימוש במודלים מסוג:

- פלסטיות לא לוקאלית
- מודלי נזק מסוג GTN
- Crystal Plasticity
- מודלי נזק עבור Crystal Plasticity

הסימולציות מתבצעות על מחשבים מקביליים באמצעות קודים אשר פותחו בקבוצה כמו גם תוכנות אלמנטים סופיים מסחריות.

לשם פיתוח כלים נומריים וחוקים קונסטרוטיביים יש צורך בביצוע מדידות והבנת הפיסיקה המעורבת. עבור חלק מהמידע אותו אנו מעונינים למדוד יש צורך בפיתוח שיטות מדידה או דגמים חדשים. מערכות הניסוי העיקריות של המעבדה הן:

- מיקרוסקופ אלקטרוני סורק (SEM) עליו קיים גלאי EBSD ומערכת מתיחה In Situ. מערכת זו מאפשרת לעקוב אחר התפתחות המיקרו מבנה (על פני השטח) תוך כדי דפורמציה פלסטית ומהווה כלי חשוב לפיתוח מודלים מסוג Crystal Plasticity וכיולם.
- מערכת למדידת מיקרו קושי
- מערכות מתיחה ולחיצה קואזי סטטיות
- מערכות מסוג kolsky bars

[לחזרה](#)

פרופ/מ.י. אור

דינמיקה ויציבות של שחיינים זעירים ליד דופן (למגיסטר/דוקטור)
 פיתוח מודלים תאורטיים של שחיינים במס' ריינולדס נמוך.
 ניסוח של משוואות התנועה כמערכת בקרה דינמית.
 חקירה אנליטית של הדינמיקה תוך שימוש בשיטות מכניקה גאומטרית ודינמיקה לא-ליניארית.
 ביצוע סימולציות נומריות ובניית מערכת ניסוי עם מודלים מוגדלים של שחיינים רובוטיים.

דינמיקה לא-חלקה של מערכות מכניות עם מגעים משתנים (למגיסטר/דוקטור)
 ניסוח וחקירה של הדינמיקה תחת מודלים שונים של מגע עם חיכוך ואימפקט.
 פיתוח קריטריונים לניהוג וייצוב מערכות מסוג זה.
 חקירה של תופעות ה-Zeno במערכות דינמיות היברידיות.
 בניית מערכת ניסוי מכנית עם מגעים משתנים וביצוע מדידות וניסוי תנועה.

חקירת הדינמיקה של רכבים רובוטיים בשיטות של מכניקה גאומטרית (למגיסטר/דוקטור)
 ניסוח משוואות התנועה של רכב Twistcar וניתוח בעזרת שיטות גאומטריות הקיימות בספרות.
 הכללת התיאוריה למקרים

[לחזרה](#)

פרופ' א. אורון

אי-יציבות של שכבות נוזל עקב מעבר חום ומסה כולל תופעות אידוי/עיבוי. (למגיסטר/דוקטור)
 עבודה תאורטית + חישובית.

דינמיקה של מערכות רב-שכבתיות: נוזל-נוזל או נוזל-גז. (למגיסטר/דוקטור)
 עבודה תאורטית+חישובית

דינמיקה של שכבות נוזל הניתנות לערור המשתנה בזמן. (למגיסטר/דוקטור)
 עבודה תאורטית+חישובית.

דינמיקה של שכבות נוזל הזורמות במורד והניתנות לערור המשתנה בזמן. (למגיסטר/דוקטור)
 עבודה תאורטית+חישובית.

המכנה המשותף בין הנושאים האלה הוא דינמיקה של שכבות נוזליות דקות (thin liquid films) המופיעות בהקשרים שונים ומגוונים בטכנולוגיה וטבע: צבעים, ציפויים של משטחים, הגנת משטחים מפני התחממות, גידול גבישים, קצפים, שכבות דמעה בעין, ציפוי דפנות פנימיות של דרכי נשימה וכד'. היות ושכבות אלה יכולות להיות בעלות עובי מיקרוני ותת-מיקרוני חשיבותן גם במערכות מיקרו-מכניות (MEMS). למרות חשיבותן ושכיחותן של שכבות נוזליות התנהגותן עדיין לא נחקרה די הצורך.

[לחזרה](#)

פרופ/ח ד. אילתה

אקטואציה אלקטרו-אלסטית לשליטה בגיאומטריה של אלמנטים גמישים בהתקני MEMS (למגיסטר/דוקטור)
חקירת השפעתם של אפקטים מכניים על הדפורמציות המתפתחות באלמנטים גמישים כתוצאה מכוחות אלקטרוסטטים. פיתוח סכמות אלקטרו-מכניות המאפשרות דפורמציות גדולות.

חקירת התגובה הדינמית של משפעים אלקטרוסטטים בהתקני MEMS (למגיסטר/דוקטור)
בכדי לאפשר אנליזה פרמטרית של התקנים אלקטרוסטטים יש צורך בכלים יעילים לחיזוי התגובה הדינמית שלהם. המחקר יכלול פיתוח מודלים מופחתים עבור תנאי עבודה שונים (למשל תנאי ריסון) ותחומי עבודה שונים.

חקירת התגובה המכנית של אלמנטים מבניים קורסים בהתקני MEMS (למגיסטר/דוקטור)
אלמנטים מבניים קורסים משמשים כמתגים דו מצביים בהתקני MEMS. התכונות המכניות של מתגים אלה מושפעת מהגיאומטריה וההעמסה הראשונית באלמנט הקורס. העבודה תכלול פיתוח שיטה למציאת פרמטרים אופטימליים.

פיתוח משאבה להתקני BIO-MEMS (למגיסטר/דוקטור)
פיתוח סכמות אלקטרו-אלסטיות לשינוע נוזלים. מידול האינטראקציה בין הנוזל לאלמנטים אלקטרו-אלסטיים. סימולציות וחקירה פרמטרית למציאת סכמות אופטימליות.

תכונות מכניות של תווך גרגרי (למגיסטר/דוקטור)
ניסוח חוקים מיקרו-מכניים וביצוע חקירה נומרית לאפיון תופעות מיקרו-מכניות של מוצק גרגרי ו/או זורם גרגרי.

[חזרה](#)

פרופ' א. אלטוס

- חקר תמונה מיקרומכנית.
- הקשר בין המיקרומבנה ותכונות אקראיות של המאקרו.
- מדידת מורפולוגית שטח על ידי מיקרוסקופ כוח אטומי (AFM).
- חקירת מנגנון המישוש.
- יציבות, חוזק, תדרים עצמיים ותכונות טרמיות של מבנים בעלי הטרוגניות סטוכסטית.
- תכונות מרובות סקאלות.
- פיתוח ושכלול מודלים מיקרומכניים לחיזוי כשל התעייפות.

פרופ' ע. אליאס

- רשימת נושאים :**
- זרימה דו-פאזית קריטית.
 - זרימה דו-פאזית באי-שיווי משקל תרמודינמי.
 - מנגנוני רתיחה ומעבר חום בתנאי תקלה בכורים גרעיניים.
 - יישום שיטות גרעיניות בתעשייה וברפואה.
 - רתיחה ומעבר חום במיקרו-מערכות

[חזרה](#)

פרופ' י. בוכר

- דינמיקה של גופים רוטטים , תנודות
- זיהוי מערכות דינמיות
- תנודות במערכות סובבות
- הצפה אקוסטית בעזרת תנודות
- מגברים פרמטריים
- דינמיקה ומעברים של מערכות רב-יציבות
- ריסון תנודות בעזרת מערכת אלקטרו-סטטית היוצרת זרמי מערבולת - נושא למגיסטר/דוקטורט
- וכן נושאים הכוללים עבודה ניסויית ועיונית במעבדה לדינמיקה
- עדכונים ב <http://dynamics.net.technion.ac.il>

[חזרה](#)

פרופ' י. בן-חיים**(למגיסט/דוקטור)****אמינות וכשל**

- אמינות מבנים עם עומס לא-וודאי ועם פגמים גיאומטריים.
- אמינות חסינה. אמינות לא-הסתברותית.
- אמינות והערכת סיכונים בניהול פרויקטים.
- תכנון אסטרטגי והחלטה בתנאי אי-וודאות חמורים בתחומים נוספים: שימור הסביבה, ניהול פרויקטים, ביטחון לאומי, רפואה, כלכלה.

(למגיסט/דוקטור)**מידול אי-וודאות מורכבת באמצעות תורת פער-ידע לקבלת החלטות**

- קבלת החלטות בתנאי אי-וודאות חמורה.
- מודלים לא-הסתברותיים לאי-וודאות. מודל פער-ידע לאי-וודאות.
- החלטות רפואיות.
- חיזוי במערכות משתנות בזמן.
- הבטים אפיסטמולוגיים של אי-וודאות והסתברות.

ישומים מיוחדים

- ישומים באקולוגיה, כלכלה, החלטות רפואיות, מדיניות ציבורית וביטחון לאומי.

חזרה**פרופ' פ. בר-יוסף**

1. פיתוח אנליזה חישובית (בשיטת האלמנטים הסופיים) של גשושים מיקרו מכאניים לשימושים ביורפואיים.
2. הדמיה חישובית (בשיטת האלמנטים הסופיים) של מנגנון השחייה של מיקרו ונוו אורגניזם ביולוגיים (הבנת מנגנוני שחייה של חיידקים ותאים ביולוגיים, יאפשר פיתוח תרופות שינועו ליעדם בשחייה).
3. אנליזה חישובית (בשיטת האלמנטים הסופיים) של פעולת הגומלין מבנה-זורם במיקרו שסתומים מכאניים וביולוגיים (בכלי דם ובמסתמים מלאכותיים).
4. אנליזה חישובית (בשיטת האלמנטים הסופיים) של פעולת הגומלין מבנה-זורם במיקרו מדידי לחץ.
5. פיתוח שיטות חישוביות (בשיטת האלמנטים הסופיים) במערכות רב סקליות לאנליזות ברמות מיקרו, מיקרו, ונוו. השיטות ייושמו לפיתוח חומרים "חכמים", ולאנליזות מבנה, זרימה, מעבר חום, ומסה בגוף החי.
6. פיתוח של מודלים ממוחשבים (בשיטת האלמנטים הסופיים) לחיקוי מנגנוני קרישת דם ויישום בבעיות הנובעות מהתפתחות טרשת, ומפרצת בעורקים.
7. פיתוח שיטות חישוביות (בשיטת האלמנטים הסופיים) למידול פעולת הגומלין בין תאים ביולוגיים לדופן העורק.
8. אנליזות יציבות הידרודינמית של תהליכי גידול גבישים בנוכחות שדות מגנטיים.
9. אנליזות יציבות הידרודינמית של שדה הזרימה המתפתח בתעלה סובבת/עקומה (קיימים ישומים רבים במכונות סובבות. תוצאות המחקר ישמשו לפיתוח ושיפור של תהליכי הפרדת חלבונים).
10. אנליזות יציבות הידרודינמית של שדה הזרימה המתפתח בתווך הכלוא בין כדורים סובבים.
11. השפעת ויסקואלסטיות על מנגנון התפרצות הערבול (עבור גיאומטריה גלילית וכדורית).
12. חקירה חישובית (בשיטת האלמנטים הסופיים) של זרימות סובבות במיקרו מערכות.
13. אנליזת יציבות של אופני מרוץ (חקירת השפעת הגיאומטריה והגמישות של השלדה; חקירת השפעת גוף הרכב ורוחות צד).

הערות:

- א. נושאים אלו מהווים רשימה חלקית של נושאים המייצגת את כיווני המחקר הראשיים של המנחה.
- ב. הנושאים מתאימים לעבודת מחקר לתואר מגיסטר/דוקטור (מאחר ונדרש לבצע מחקר מקורי וברמה גבוהה).
- ג. קיימת פתיחות רבה מצד המנחה להשתלב במחקרים בנושאים הקושרים בין מדעי ההנדסה למדעי החיים והדורשים אנליזה חישובית מרובת סקאלות.

חזרה**פרופ/מ. ברקוביץ'**

נושאי המחקר המוצעים מעודכנים באתר האינטרנט של המעבדה: <http://microfluidics.technion.ac.il>

חזרה

פרופ' מ. ס. גבלי

מידול מכניקה של שרירים: (למגיסטר/דוקטור)
 מספר פרויקטים תיאורטיים: מידול מרובה סקלות של השריר, פיתוח מודל תיאורטי להבנת הגורמים והאופן בו השריר ניזוק, חקירת השפעת השונות הביולוגיות של מרכיבי השריר על פעולת השריר, הבנת השפעת תהליכים כירורגיים על פעולת השריר, ועוד.
 פיתוח מערכת ניסוי וביצוע ניסויים להבנת פעולת שרירים בסקלות שונות (שריר, סיב, מיופיבריל, סרקומר)

מכניקה של ממברנות ביולוגיות: (למגיסטר/דוקטור)
 מחקר תיאורטי מרתק על אופן הפעולה של ממברנות ביולוגיות, האינטרקציה בין מכניקה (כוחות, גיאומטריה, לחץ, טמפ') לבין פעילות ביו-כימית של התא, התקדמות/תזוזה של תאים, ועוד.

מבנים הטרוגניים: (למגיסטר/דוקטור)
 מודלים נומריים למבנים הטרוגניים בעלי מיקרו-מבנה רנדומלי.

[חזרה](#)

פרופ' ע. גוטליב

מערכות דינמיות כאוטיות (למגיסטר/דוקטור)
 חקירת יציבות מערכות מכניות כאוטיות הרגישות לתנאי התחלה ע"י שיטות אנליטיות, נומריות וניסוייות. שימוש באנליזה לא ליניארית גלובלית להבנה ובקרה של תנודות לא יציבות ומורכבות מרחבית במערכות דינמיות: אבדן מחזוריות של כבלים ומיתרים הנתונים לאילוצים דינמיים, פיתול ושינוי צורה של מוטות אלסטיים, רזוננסים פנימיים בממברנות לוחות וקליפות.

דינמיקה לא ליניארית של מערכי מיקרו וננו-מבנים (למגיסטר/דוקטור)
 במערכות זעירות כגון אלה המשמשות את המיקרוסקופיה האטומית נדרש להגדיל את מהירות הסריקה של פני השטח הממופה בעזרת מערך של מיקרו-קורות. הגדלת המהירות מתאפשרת על ידי החלפת מנגנוני החישה והבקרה החיצוניים על ידי ציפוי הקורה בשכבות דקות פיזואלקטריות. שליטה במתח הנכנס לשכבה המצופה מאפשר בקרת תנועה ומניעת אי יציבויות הנגרמות על ידי אילוצי שפה וסביבה לא ליניאריים. ולכן נדרש מידול דינמי אלקטרומכני לא ליניארי משולב ואימותו בעזרת ניסויים. חקירה אנליטית, נומרית וניסויית.

זיהוי תכונות מכניות מניסויים דינמיים (למגיסטר)
 פיתוח שיטות זיהוי וחקירה של תכונות מכניות (לא ליניאריות) הכוללות מאפייני קשיחות חומרית וריסון מיבני במערכות מורכבות. ניתוח מעטפת תוצאות ניסויי רטט חופשי ומאולץ בעזרת עקומות פרמטריות וישומי תיב"מ.

אינטראקציה של זורם-מיבנה (למגיסטר/דוקטור)
 מידול וחקירה של התנהגות מיבנים הנתונים להשפעת כוחות שדה זרימה: רטט עקב עירור עצמי של מערכות גופים עקב הינתקות ערבולים ודהירה, עגינה וגרר של מבנים ימיים בסביבה גלים זרמים אלימה, תנודות ספונטניות של הממברנה הבסילרית באוזן התיכונה.

זיהוי תכונות מכניות לא-ליניאריות מניסויים דינמיים (למגיסטר/דוקטור)
 פיתוח שיטות זיהוי וחקירה של תכונות מכניות לא-ליניאריות הכוללות מאפייני קשיחות חומרית וריסון מיבני במערכות רציפות בעלות תכונות היפר וויסקו-אלסטיות. ניתוח תוצאות ניסויי רטט חופשי ומאולץ, ושערוך מבוסס מידול אסימפטוטי.

[חזרה](#)

פרופ' ש. גוטמן

בקרה רובסטית (כולל בקרה לא-ליניארית). (לדוקטור)

שיטות חישוביות מסוג Homotopy (למגיסטר/דוקטור)

בקרת מבנים גמישים (למגיסטר/דוקטור)

הנחייה אופטימלית כנגד מטרה מתמרנת (למגיסטר/דוקטור)

שימושים לכלכלה (למגיסטר/דוקטור)

[חזרה](#)

פרופ' ח. גוטפינגר

(למגיסטר)	בקה ותכנון בעזרת מחשב של חדרים נקיים עבור תעשיות מיקרואלקטרוניות
(למגיסטר / דוקטור)	השפעה של גלי קול על תנועת אווירוסולים ושימושים בתהליכי ייצור של מעגלים מיקרואלקטרוניים (VLSI).
(למגיסטר / דוקטור)	תופעות שטח ובעיות שקוע מזהמים על פרי רכיבי VLSI.
(למגיסטר)	פתוח מסנן מצע נקבובי בזרימה צולבת לסנון גזים משריפת פחם.
(למגיסטר)	מדידת יעילות סנון במערכות תעשיתיות.
(למגיסטר / דוקטור)	ניתוח תהליכים פיסיקו-כימיים בשריפת פצלי שמן.

כמו-כן מעונין להנחות סטודנטים לתואר גבוה עם נושא משלהם באחד מהתחומים הבאים:

1. שמושי תורת הזרימה ומעבר חום ומסה בגוף החי, כולל פתוח מכשור רפואי או אברים מלאכותיים.
2. שימושי מצע מרחף.

לחזרה**פרופ' א. גנדלמן**

דינמיקה אי ליניארית של מבנים מחזוריים
חלק גדול מתכונות ותופעות שמתרחשות במבנים פיזיקליים מחזוריים (כגון גבישים למיניהם) אי אפשר להסביר במסגרת של תיאור ליניארי מקורב. המחקר המוצע יתעסק בחקר של התכונות האלה במסגרת מתמטית מתאימה. בין היתר, ייחקרו תופעות לוקליזציה במבנים מחזוריים וגם התפשטות של גלי מעבר (מעברי פאזה) – כולל השפעה של תנאי שפה. דוגמה אחת של ביעה ספציפית – יכולת להשפיע על מהירות של תגובה כימית בתוך החומר על ידי שינוי של תנאים חיצוניים על השפה.

מעבר אנרגיה במערכות ננו
המחקר מתעסק בחקר תיאורטי בסיסי של תופעות טרמודינמיות וקינטיות בתהליך של מעבר חום ואנרגיה במערכות ננו. בסקלה זאת חוקים מקרוסקופיים מוכרים של מכבר חום בהרבה מקרים מאבדים את התוקף או לפחות זקוקים לתיקון. במסגרת המחקר סטודנטים יבצעו סימולציות נומריות ויבנו מודלים תיאורטיים כדי להשיג הבנה של התופעות הללו.

מטה – חומרים בעלי סימטריה פנימית
מטה – חומרים הם סוג חדשני של מבנים (בדרך כלל, מיושמים בצורה של MEMS), שמשגים תכונות חשובות הודות לתכן מיוחד של אלמנטים מכניים/חשמליים שמהם בנוי החומר. הפרויקט חוקר סוג חדשני של מטה-חומרים עם סימטריות פנימיות של מבנה מכני. הסימטריות האלה גורמות לתכונות מכניות מיוחדות, כגון קווי דיספרסיה שטוחים (flat bands) בספקטרום של תנודות. המחקר מתעסק בתכונות של מטה-חומרים שנגרמות על ידי הסימטריות, כולל תופעות אי ליניאריות מובהקות.

לחזרה**פרופ' ג. גרוסמן**

מערכת מיזוג אוויר באמצעות חמרים מיבשים
מטרת המחקר לבדוק אפשרות שימוש בתהליכי ייבוש והתנדפות מבוקרים למיזוג אוויר. האוויר מיובש בעזרת חומר היגרוסקופי ומקורר על ידי התנדפות. החומר המייבש עובר רגנרציה בעזרת אנרגיית חום כגון חום שיווי או אנרגיית השמש

מערכות קירור/מיזוג היברידי
מערכות מיזוג אוויר קונבנציונאליות משתמשות בקירור לטמפרטורה נמוכה (מתחת לנקודת הטל) כדי לטפל בטמפרטורה ובלחות יחד, עם אמצעי בקרה אחד (טרמוסטט) לשתייהן. ע"י טיפול נפרד בלחות ובטמפרטורה ניתן להשיג חיסכון אנרגטי וגם נוחות תרמית משופרת. מטרת המחקר לבדוק מבנים שונים של מערכות היברידיות מסוג זה ואת ביצועיהן.

סימולציות מחשב למערכות תרמיות
מטרת המחקר להרחיב ולפתח תכנית מחשב (CAD) שפותחה במסגרת מחקרים קודמים (לסימולציה של מערכות תרמיות. לעבודה זו היבטים שונים: חקירת ותכונות תכונות של חמרי עבודה; סימולציה של תהליכי מעבר החום; אנליזת יעילות.

מעבר חום ומסה בתהליכי ספיגה
חקירת התופעה המשולבת של מעבר חום ומסה במשאבות חום מטיפוס ספיגה המשמשות לחימום, מיזוג וניצול חום שיווי.

פיתוח מערכת קירור קריוגנית
אחד התהליכים לקירור עמוק (קריוגני) לטמפרטורות של כ-70 קלווין מבוסס על עקרון Joule Thomson בו מתפשט גז דרך נחיר ומתקרר תוך כדי כך. במחקר המוצע תיבדק האפשרות לשימוש בתערובות גזים להגדלת יעילות התהליך והרחבת תחומי הטמפרטורה האפשריים. מחקר זה נערך בשיתוף עם רפא"ל.

לחזרה

פרופ/ח ד. גרינבלט

בקרה אקטיבית של זרימה מתנתקת על להבי טורבינה
 ההנתקות מתרחשת על להבי הטורבינה של מזל"טים בגובה רב ומשפיע באופן שלילי על ביצועיהם. בקרת הנתקות על הלהבים תבוצע בעזרת מרעידי פלזמה ומרעידי פיאזו. מדידות לייזר של שדה-הזרימה יבוצעו בנוסף.

בקרה אקטיבית של הזדקרות דינמית בלהבי טורבינות רוח
 הלהבים של טורבינות רוח מזדקרים באופן דינמי כתוצאה ממשבי-רוח ורוח במהירויות גדולות. ניסויים במנהרות רוח יבוצעו על הלהבים של טורבינות הרוח כדי לשלוט בהזדקרות הדינמית. השליטה על ההזדקרות תבוצע בעזרת מרעידי שטח. כמו כן, יבוצעו מדידות לייזר של שדה-הזרימה.

בקרה פסיבית ואקטיבית של מאוררים ומפוחים
 משתמשים במאוררים בתעשיות שונות רבות, על-מנת להזרים אויר נגד רמות לחץ נמוכות. כאשר הלהבים עמוסים באופן מתון, הם מזדקרים, ודבר זה גורם להפסדי ביצוע גדולים. מחקר זה ינצל את השימוש של מתקני בקרה אקטיבית ופסיבית על מאוררים תעשייתיים על מנת להגדיל את נצילותם. כל הפרמטרים של ביצועי המאורר ימדדו ושדה-הזרימה ימדד בעזרת טכניקות מדידה עם לייזר.

בקרה של סילונים טירבולנטיים
 בקרת ערבוב בסילונים טירבולנטיים חשובה לנצילות השריפה ולהפחתת הרעש. ישתמשו בטכניקות של בקרה אקטיבית על מנת לשלוט בערבוב. המדידות יבוצעו על ידי שימוש בשיטות אופטיות וטכניקות לייזר.

[חזרה](#)

פרופ/מ א. גת

אנליזת האינטראקציה בין שדה הלחצים הנוצר בזרימות פנימיות ושדה העיוותים האלסטיים, לשימוש ברובוטיקה מחומרים רכים
 חקירת שינוי צורה של גופים אלסטיים בעזרת זרימות צמיגות פנימיות המפעילות מאמצי גזירה ולחצים על הגוף המוצק. המחקר משלב אנליזת זרימות במספרי ריינולדס נמוכים בתוך רשתות מרוכבות של תעלות ואנליזת שדה העיוותים האלסטיים של פלטות וקליפות המכילות את רשת התעלות.

הרכבה עצמית על ידי כוחות מתח פנים
 הרכבה עצמית של מיקרו-מבנים על ידי שימוש בכוחות מתח פנים של נוזלים לשם תהליכי יצור של מכונות ממוזערות.

זרימה בתווך נקבובי
 חקירת זרימה בתוך תווך נקבובי בעל תכונות המשתנות במרחב ושליטה בצורת חדירת הנוזל אל תוך התווך הנקבובי.

הנעת רכב תת-ימי על ידי מעטפת חיצונית בעלת יכולת שינוי צורה
 אנליזה ותכן של כלי תת-ימי המונע על ידי יצירת דפורמציה תלוית זמן של המעטפת החיצונית. המחקר משלב אנליזת זרימות במספרי ריינולדס נמוכים בתוך רשתות מרוכבות של תעלות ואנליזת שדה העיוותים האלסטיים של פלטות וקליפות המכילות את רשת התעלות. המחקר כולל היבטים אנליטיים, נומרים וניסויים ויעשה בשיתוף עם הפקולטה לאווירונאוטיקה והמכון למערכות אוטונומיות.

[חזרה](#)

פרופ' ד. דגני

- סימולציה חישובית של השפעת מספר להבי פרופלור על איכות הזרימה סביב גוף של כלי טיס קטן **(מגיטר)**.
- שיטות חישוביות לחקירת השפעה של שדה זרימה דו-ממדי על גופים בעלי חתכים שונים הרתומים אלסטית **(מגיטר/דוקטור)**.
- שיטות חישוביות לחקירת השפעה של שדה זרימה תלת-ממדי על גליל באורך סופי וקצוות כדוריים הרתום אלסטית **(מגיטר/דוקטור)**.
- חקירה חישובית של אינטראקציה לא ליניארית של זורם-מבנה בשסתום לב (מיטראלי) מלאכותי.
- חקירה נומרית של קרור רכיבים אלקטרוניים באמצעות סילון פוגע **(מגיטר)**.
- חקירה אנליטית/נומרית של זורם-מבנה בזרימה תת-קולית וטורבולנטית סביב גוף תמיר בזווית התקפה גדולות **(מגיטר/דוקטור)**.

[חזרה](#)

פרופ' י. דיין

נושאים הקשורים לבקרה של רובוטים וכלי רכב עצמאיים.

- א. ניווט והנחיה של רובוטים וכלי רכב עצמאיים.
- ב. למוד פעולות / תנועות / אסטרטגיה של האדם בביצוע פעולות מסויימות, על-מנת לחקות זאת ברובוט.
- ג. בקרת רובוטים ומערכות אלקטרומכניות.
- ד. פיתוח מניעים וחיישנים (Drivers and Sensors) לרובוטים ולמכטרוניקה.

מחקרים הקשורים בפתוח תהליכי הפקת אנרגיה ובקרתם. דגש על אנרגיה ירוקה.

- א. תהליכי שריפה, פירוליזה וגזיפיקציה במצע מרחף ובקרתם.
- ב. פיתוח מערכות במצע מרחף רב-שלבי ; דינמיקה ובקרה של מערכות אלה.
- ג. פתרון בעיות בקרה במצע מרחף עם צירקולציה (Recirculation)

"חיתוך" אינפורמציה מסנסורים – קונספט חדש.

[חזרה](#)

פרופ/ח נ. דרימר

כלי שייט בלתי מאוישים – רוב כלי השייט שאנו מכירים והתפתחו במשך השנים מותאמים לתפקוד אנשים. הכלי הלא מאויש מאפשר להשתחרר מאילוץ התאמה לתפקוד אנשים ולפתח קונספטים ואדריכלות ימית מיוחדים לכלים ללא אנשים.

חקלאות ימית – מתקנים (גמישים) לחקלאות ימית בים פתוח.

מבנים צפים אדירים – בעולם מתפתח תחום מחקרי והנדסי מעניין שמכונה VLFS – Very Large Floating Structures ואם תרצו בעברית: מצא - מבנים צפים אדירים. מבנים צפים אדירים יכולים לשמש למגורים ותשתיות. תחום זה מביא איתו בעיות, רעיונות, ופתרונות מעניינים וחדשניים.

כלי שייט חדשניים – למרות השמרנות שמאפיינת את הספנות, התפתחו ונבנו בשנים האחרונות קונספטים חדשניים ומעניינים של כלי שייט. ניתן לחקור קונספט חדש לפי רעיונות של המשתלם או שלי.

פעילות בין יחידתית: הנדסת מכונות, הנדסה אזרחית, ארכיטקטורה – שילוב הנדסה מכאנית, אדריכלות ימית, דינאמיקה של מבנים בגלים (הפקולטה להנדסת מכונות); מבנים מבוססים על הקרקע, גלי ים (הפקולטה להנדסה אזרחית); פונקציונאליות ואדריכלות (הפקולטה לאדריכלות) במכנה משותף תכן בסביבה ימית, שבמרכזו התמודדות עם גלי ים.

גלים נשברים וחבטה במבנים – תופעת החבטה (Slamming) של גלים נשברים במבנה משותפת לקירות ים (בתחום הנדסה אזרחית) ולספינות גלישה מהירות. התחזקות מחשבים ותעלת גלים שקיימת במכון להנדסה ימית בטכניון מאפשרים התקדמות בתחום מחקר מורכב ומעשי זה.

מתקנים לניצול אנרגיית רוח מעל הים ואנרגיית גלים – חוות לניצול אנרגיית רוח בים קיימות ומתרבות אולם עדיין יש צורך במחקר ופיתוח, בעיקר במים עמוקים. לאור התעניינות גוברת באנרגיה ירוקה מתבצעת בעולם פעילות מחקר ופיתוח למתקני ניצול אנרגיית גלים.

[חזרה](#)

פרופ' ש. הבר**שמושי תורת הזרימה ברפואה****(למגיסט/דוקטור)**

חקירת הזרימה בריאות הנו חשוב ביותר להבנת תהליך הנשימה. במחקר יחושב שדה הזרימה המתפתח תוך כדי הנשימה ותהליך הסעת מזהמים בתוך הריאות וספיחתם לנאדיות הריאה. השפעת עישון על הווצרות סרטן הפה.

זרימה דו-פאזית של בועות וטיפות**(למגיסט/דוקטור)**

התנהגות בועות או טיפות בזרם שונה במידה רבה מהתנהגותם של חלקיקים קשיחים בכך שצורתן יכולה להשתנות במידה רבה כתלות במהירות תנועתן ובשדה הגזירה בו הן נתונות. זרימות מסוג זה ניתן למצוא:

- בקרור רכיבים אלקטרוניים ע"י מיקרו-תעלות.
- במיסבי החלקה (קיום בועות ישנה בצורה קיצונית את התכונות החזיות של המיסב).
- התנהגות תאים בריאים וסרטניים בזמן חלוקתם (מציאת מודל המתאר את החלוקה והשוני ביניהם).
- זרימה דו-פאזית בכורים גרעיניים בזמן קטסטרופה גרעינית.

איכות הסביבה**(למגיסט/דוקטור)**

חקירת תנועת מזהמים בקרקע כתוצאה מסחיפתם ע"י המים הזורמים באקוויפר.

הנדסה גנטית**(למגיסט/דוקטור)**

חקירה על הפרדה אלקטרופורטית של מולקולות ביולוגיות גדולות. תהליך ההפרדה הינו חשוב ביותר לצורך שיוך תכונות גנטיות לאזורים מסוימים במולקולת DNA. המולקולה מוסעת בנוזל תחת השפעה של שדה חשמלי בתוך תווך נקבובי. מהירות תנועתה תלויה, בין היתר, בסוג הזרם בעצמת השדה ובגודל המקטע המולקולרי. ידרש פתרון המשואות השולטות על תנועת המולקולה, פתרון מקרים פרטיים ופיתוח תוכנת מחשב שתאפשר חיזוי כושר ההפרדה למולקולות מורכבות

תרחיפים של מקרו-מולקולות**(למגיסט/דוקטור)**

התנהגות תמיסה המכילה מקרו-מולקולות חשובה ביותר בתהליכי הפרדה גנטית של מולקולות DNA ובתעשית הפולימרים. התנהגות הזרם המורכב הוא חשוב ביותר לצורך תכנון תהליכים אלה:

- בחישוב הצמיגות (ראולוגיה).
- הסעה של המולקולות והדיפוסיה שלהן.
- תנאי השפה המתאימים לזרם זה.
- כל אחד מסעיפים אלה יכול להוות נושא מחקר עצמאי לתואר.

ציפויים**(למגיסט/דוקטור)**

חומרים מרוכבים רבים רגישים לסביבה עוינת של חמצן בטמפרטורות גבוהות. למרות שהחוזק המקורי של הסיבים (לדוגמא: סיבי פחמן) אינו משתנה עם הטמפרטורה, עלול חמצונם להחליש את החומר בצורה ניכרת. חלק מהסיבים החזקים ביותר מכילים נקבובים זעירים המאפשרים חדירת חמצן. מטרת המחקר היא לנסות למנוע חדירת החמצן באמצעות החדרת חלקיקים זעירים בתהליך אלקטרופורטי לתוך הנקבובים וציפויים לעומקים גדולים. ידרש בצד ניסויים ו/או פיתוח מודלים אנליטיים לחיזוי התופעות.

זרימה דו-פאזית של בועות וטיפות**(למגיסט/דוקטור)**

התנהגות בועות או טיפות בזרם שונה במידה רבה מהתנהגותם של חלקיקים קשיחים בכך שצורתן יכולה להשתנות במידה רבה כתלות במהירות תנועתן ובשדה הגזירה בו הן נתונות. זרימות מסוג זה ניתן למצוא:

- במיסבי החלקה (קיום בועות ישנה בצורה קיצונית את התכונות החזיות של המיסב).
- התנהגות תאים בריאים וסרטניים בזמן חלוקתם (מציאת מודל המתאר את החלוקה והשוני ביניהם).
- זרימה דו-פאזית בכורים גרעיניים בזמן קטסטרופה גרעינית.

לחזרה

פרופ' י. הלוי

בקרת תנועה במערכות בעלות יתירות בהפעלה
 יתירות בהפעלה, לדוגמה שני מנועים המאפשרים תנועה טלסקופית בציר מסוימת, מספקת דרגות חופש נוספות אותן ניתן לנצל לאופטימיזציה של תכונות שונות כגון זמן תנועה, אנרגיה ודיוק. העבודה תתמקד בשימוש בבקרה אופטימלית עם אילוצים שונים לפתרון בעיות מעשיות. הנושא בשיתוף CNR-ITIA באיטליה.

בקרה של מבנים גמישים
 מבנים גמישים, לדוגמה זרועה גמישה של רובוט, מהווים מערכת קשה לבקרה עקב העובדה שיש לה אינסוף דרגות חופש וכולן בעלות ריסון נמוך. בעבודות קודמות פותחו שיטות מידול ובקרה בשיטת הגל המתקדם עבור מספר מקרים פשוטים יחסית והמחקר ימשיך פעילות זו למערכות המשלבות אלמנטים גמישים מסוגים שונים.

עדכון מודלים במבנים גמישים
 בין המודל התיאורטי של מערכת מבנה גמיש, לדוגמה מודל אלמנטים סופיים, ובין תוצאות הניסוי קיימת תמיד אי התאמה. דרוש למצוא אלגוריתם לעדכון המודל כך שיתאים לתוצאות הניסוי. המחקר, אשר מהווה המשך לעבודות קודמות בנושא, ישלב אופטימיזציה, פיתוח מודלים של מבנים גמישים וביצוע ניסויים.

נושאים שונים בהפחתת סדר למודלים
 במקרים רבים דרוש לקבל מודל במימד נמוך המקרב בצורה טובה מודלים מדויקים במימד גבוה. ישנם מספר נושאים פתוחים למחקר בתחום זה, כגון שיטת המתאימות את המודל בתחום תדרים מסוים, התאמת אלגוריתמים קיימים למודלים הנובעים משיטות אלמנטים סופיים והפרשים סופיים וטיפול במערכות דגומות.

אלגוריתמים לפתרון משוואות הנובעות מבעיות הפחתת סדר
 בבעיות הפחתת סדר מתקבלות מערכות משוואות מטריציות לא ליניאריות המצומדות ביניהן. דרוש לפתח אלגוריתם אמין ויעיל לפתרון משוואות אלו. תחקרנה שיטות הומוטופיות ושיטות אחרות.

[חזרה](#)

פרופ/מ.ר. ואן האוט

מחקר ניסיוני של צימוד זורם חלקיקים בשכבות גבול טורבולנטיות
 מחקר ניסיוני של השפעת חלקיקים על מבנים טורבולנטים בשכבת גבול טורבולנטית. מדידות ייעשו בעזרת שיטות מתקדמות ביותר כגון 3D Particle Image Velocimetry (PIV) והולוגרפיה דיגיטלית. המחקר הוא בעל חשיבות רבה בתחומים שונים כגון פיזור חלקיקים (ארוזיה), מעבר חום ומסה, והבנה בסיסית של מנגנונים פיזיקליים האחראים להשפעה ההדדית בין חלקיקים לבין זורם.

מחקר ניסיוני של יחסי גומלין בין טורבולנציה לטיפות עם השלכות על היווצרות גשם בעננים
 מחקר ניסיוני בעזרת 3D Particle Image Velocimetry (PIV) והולוגרפיה דיגיטלית של התנהגות טיפות מים בזרימה טורבולנטית. מטרת המחקר היא לחקור את השפעתה של זרימה טורבולנטית על היווצרות גשם בעננים.

מנגנוני שחרור אבקני אמברוסיה: אספקטים אבולוציוניים ויישומים בפיזור אבקנים למרחקים
 מחקר על היחס בין הסתגלות מורפולוגית של צמחים לבין טורבולנציה אטמוספירית, והשפעתה על פיזור אבקנים למרחקים גדולים על ידי רוח.

יחסי גומלין בין גופים תונדים המחוברים ברצועות לבין ערבולים ניתקים
 כאשר קיימת אינטראקציה בין גוף נייד המחובר ברצועה לגוף אחר בזרימה, עלול להיווצר מצב של תנודות הגוף עקב הינתקות ערבולים. במחקר זה אנו בודקים את התנאים הגורמים לתנודות עקב הינתקות ערבולים על ידי מעקב אחר תנועת הגוף ומדידת שדה הזרימה התלת ממדי הנוצר בשובר הגוף.

[חזרה](#)

פרופ/ח.א. וולף

מחקרים אפשריים

כל נושא מאחד מתחומי המחקר המוזכרים בשטחי ההתענינות.

[חזרה](#)

פרופ/ח מ. וייס

- תכן הנדסי**
מתודולוגיה של תכן הקונספט למוצר חדש.
פיתוח טכניקות וכלי עבודה לתכן הנדסי.
- התעייפות מתכות**
הרחבת מודל חדיש לתכן נגד התעייפות חלקי מתכת.
התאמת המודל למגנזיום ואלומיניום.
התאמת המודל להעמסה אקראית.
- מכונות הרמה ושינוע**
פיתוח תכנה לתכן ואופטימיזציה של מבנה עגורן.

(למגיסטר)

[חזרה](#)**פרופ/מ מ. ורנברג**

- טריבולוגיה של משטחי מגע ביו-מימטיים**
כיסוי חיצוני של פרוקי רגליים מהווה התקן רב-תפקידי בעל פוטנציאל עצום של רעיונות טכנולוגיים לפיתוח משטחים וחומרים "חכמים". על מנת לחקור את העקרונות הטריבולוגיים העומדים מאחורי ביצועים יעילים של משטחי המגע של פרוקי רגליים, דרוש למדל בצורה ניסיונית את התנהגות המגע במערכות ביולוגיות אלה.
- שכבות ננו-גבישיות כאמצעי להקטנת חיכוך ובלאי**
למרות שאיזור ננו-גבישי בעל תכונות טריבולוגיות מצוינות יכול להיווצר בזמן הרצה, התנאים לכך אינם ידועים. מצד שני, קיימות הוכחות שניתן לייצר שכבות פני שטח ננו-גבישיות עם חירטום ירי בעזרת מיקרו כדורים קשים. נחוץ ללמוד מנגנוני היווצרות ותגובה טריבולוגית של שכבות ננו-גבישיות הנגרמות ע"י מיקרו חירטום ירי.
- מיקרו ונו טריבולוגיה של שכבות פחמן**
בהינתן תכונות פיזיקאליות מיוחדות של פחמן, השכבות הדקות העשויות מחומר זה הן בעלות עניין רב ליישומים אלקטרוניים ומכאניים. המחקר יעסוק באפיון שיטתי של אדהזיה, חיכוך ובלאי של שכבות אלה בעזרת טכניקות שונות.

(למגיסטר/דוקטור)

(למגיסטר)

(למגיסטר)

[חזרה](#)**פרופ' א. זוסמן**

- מיקרו-מכניקה של מערכות פולימריות**
- מכניקה של ננו-חומרים מרוכבים**
- אלקטרו-ריאולוגיה של מערכות ננומטריות**
- פיתוח מערכת נימי דם (קאפילרות)**
- פיתוח נשאים (scaffolds) סיביים לגידול תאים**

(למגיסטר/דוקטור)

(למגיסטר/דוקטור)

(למגיסטר/דוקטור)

(למגיסטר/דוקטור)

(למגיסטר/דוקטור)

[חזרה](#)

פרופ/ח מ. זקסנהויז**(לדוקטור)****רשתות עצביות ליצירת ובקרת תנועה**

רשתות עצביות לולאיות (Recurrent Networks) יכולות ליצור מגוון רחב של פעילויות מתואמות ומחזוריות בזמן. הרשת יכולה לעבור מצורך פעילות אחת לאחרת כתוצאה משינוי פרמטרים בשליטת הבקר או כתגובה לאותות מהסביבה, ומאפשרת שילוב ישיר של חישה ופעולה. רשתות לולאיות ביולוגיות, האחראיות ליצירת אופני תנועה שונים כמו שחיה, הליכה וריצה נקראות --GPS-General Pattern Generators-- ובהשראתן פותחו רשתות מלאכותיות לבקרת תנועה של רובוטים הולכים. במחקר זה יפותחו רשתות לולאיות לבקרת תנועה של זרועות/ידיים רובוטיות. המחקר מתרכז בשילוב אותות מחיישנים להתאמת הפעילות של הרשת במטרה לאפשר התאמת התנועה לשינויים בסביבה ובביצוע בזמן אמת.

(למגיסטר/דוקטור)**בקרת קשיחות**

פעולה אינטרקטיבית עם הסביבה דורשת בקרת מקום ובקרת כוח. בקרת מקום וכוח בו זמני אינה אפשרית באופן יציב. שיטה אחת לבקרת מקום-כוח מתבססת על מעבר חד מבקרת מקום לבקרת כוח כשנוצר מגע עם הסביבה. השיטה השנייה מבוססת על בקרת קשיחות ומהווה רצף בין בקרת מקום ובקרת כוח. בקרת קשיחות מאפשרת שילוב של בקרת מסלול ודינמיקה של תנועה אינטרקטיבית עם הסביבה.

מוצעים נושאי המחקר הבאים:

1. בקרת קשיחות של זרוע/יד רובוטית.
2. בקרת קשיחות של מספר זרועות/אצבעות, קואורדינציה של בקרת קשיחות באצבעות שונות.
3. שילוב בקרת קשיחות של היד ושל העצם המוחזק תוך שימוש בחיישן כוח מגע.

(למגיסטר/דוקטור)**ידיים רובוטיות משולבות חיישנים**

אינטגרציה של חיישני מגע/כוח בפעולה אינטרקטיבית של זרועות/ידיים רובוטיות: פיתוח חיישני כוח-מומנט לקצה אצבע. מדידות מחיישני כוח-מומנט בזמן פעולה, עבוד האותות, איפיונם וזיהוי שינויים. התאמת השינויים הנמדדים לשינויים בפעולה.

(למגיסטר/דוקטור)**ביו-תנועה**

פתוח מודלים לאיפיון תנועה טבעית של זרועות וידיים שיוכלו לשמש לתכנות רובוטים מדוגמא אנושית.

1. פעולה טבעית של זרועות וידיים מאפשרת שינוי של הקשיחות באופן ישיר ועקיף. בפרויקט זה תפותח מערכת מדידה (בשילוב עם הנדסה ביו-רפואית) ויבוצעו מדידות לקביעת הקשיחות של זרועות וידיים אנושיות בפעולות שונות.
2. תנועה אנושית מאופינת בקואורדינציה המאפשרת הפשטה של תכנון ובקרת התנועה. בפרויקט זה יבוצעו מדידות של תנועות ידיים אנושיות בעזרת כפפה עם חיישני כפיפה, ויפותחו מודלים לאיפיון תנועה מתואמת של האצבעות.

(לדוקטור)**קידוד אינפורמציה במערכת עיצבית**

מחקר משותף עם המרכז לחקר המוח במכון ויצמן. המחקר מתרכז במידול של אותות עיצביים במערכת המגע (Somato-sensory system) כדי להסיק על עיבוד המידע שהמערכת מבצעת. מודל העבודה מניח שהמערכת העיצבית מממשת מערכת נעולת-פזה (PLL---Phase Locked Loop) לפיענוח מידע המקודד בזמן.

(למגיסטר/דוקטור)**זיהוי פגמים במערכת תמסורת של הליקופטר**

המחקר מתבסס על מאגר נתונים שנבנה בחסות צבא ארה"ב כבסיס לפיתוח מערכות דיאגנוסטיקה יעילות, המבוססות על רשתות עצביות, למערכת תמסורת של הליקופטר. הנתונים כוללים מדידות בו-זמניות משמונה חיישני תאוצה שנאספו תוך הפעלת תמסורת תקינה ותמסורת פגומה. במחקר נשתמש בשיטות לעיבוד אותות ובשיטות לסיווג נתונים וזיהוי שינויים כולל שיטות המבוססות על רשתות עצביות.

חזרה ל

פרופ' א. חסמן

- ננואופטיקה, (שבבים אופטיים המבוססים על ננו-טכנולוגיה). (למגיסטר/דוקטור)
- רכיבים אופטיים בעלי מבנה תת-אורך גל. (למגיסטר/דוקטור)
- אופטיקה וקטורית. (למגיסטר/דוקטור)
- שיטות אופטיות למדידה תלת ממדית. (למגיסטר/דוקטור)
- שיטות אופטיות לאפיון רקמות ביולוגיות, (שילוב של ננואופטיקה). (למגיסטר/דוקטור)
- אופטיקה מקטבת, פיתוח רכיבים, ושימושים שונים. (למגיסטר/דוקטור)
- לייזרים-עיצוב אלומות לייזר בעזרת ננואופטיקה (למגיסטר/דוקטור)

[חזרה ↑](#)**פרופ/מ גלעד יוסיפון**

- המרת אנרגיה מכנית-כימית-חשמלית מבוססת ננו-תעלות** (למגיסטר / דוקטור)
בעידן שבו מקורות אנרגיה חלופיים, בדגש על אנרגיה ירוקה, תופסים חשיבות הולכת וגדלה - המרה של אנרגיה מכנית לחשמלית המבוססת על ננו-זרימה הינה בעלת עניין רב. המחקר כולל ניתוח תיאורטי ואימות ניסיוני של יעילות המרת האנרגיה של התקני ננו-זרימה.
- תופעות אלקטרו-קינטיות לא-ליניאריות בהתקני מיקרו- וננו-זרימה** (למגיסטר / דוקטור)
שיטות הנעה אלקטרו-קינטיות (באמצעות הפעלת שדות חשמליים) הינן מהמבטיחות ביותר להפוך לבחירה המועדפת בהתקנים ממוזערים וניידים המבוססים על מיקרו- וננו-תעלות וחשיבותן אף גדולה יותר בתחום הננומטרי. בפרט, ניצול תופעות לא ליניאריות מאפשר קבלת אפקטים ייחודיים (דוגמת ערבולים בפינה של צומת מיקרו-תעלות, סינון סלקטיבי של יונים בננו-תעלה ועוד) שאין דוגמה להם בתחום הליניארי של האלקטרו-קינטיקה הסטנדרטית. המחקר יכלול הבנה בסיסית של התופעות הפיסיקליות השולטות על ידי אימות תיאורטי וניסיוני.
- מחליפי חום ממוזערים מבוססים הנעה אלקטרו-קינטית** (למגיסטר / דוקטור)
שיטות הנעה אלקטרו-קינטיות מאפשרות, תוך ניצול אפקטים לא ליניאריים, יצירת ערבולים במיקרו- וננו-זרימה. אחד היישומים הינו קירור רכיבים אלקטרוניים בשל היעילות הגבוהה יותר שיש לערבולים בסילוק חום בהסעה. הבנה טובה יותר של תופעות אלו נדרשת לתכנון אופטימלי של מחליפי חום ממוזערים

[חזרה ↑](#)**פרופ/ח ראובן כץ**

- חקירת פשטות ומסובכות התכן המכני** (מגיסטר/דוקטור)
- פיתוח מודלים כמותיים למדידת פשטות התכן המכני; ביצוע ניסויים להוכחת המודל
 - פיתוח מודלים כמותיים למדידת מסובכות של תכן מכני; ביצוע ניסויים להוכחת המודל
- חקירת פשטות ומסובכות של מערכות מכניות** (מגיסטר)
- פיתוח מודלים כמותיים למדידת פשטות מערכות/ פרויקטים; ניתוח והוכחת המודלים בניסוי
 - פיתוח מודלים כמותיים למדידת מסובכות של מערכות/ פרויקטים; ניתוח והוכחת המודלים בניסוי
- פיתוח אמצעים לריסון רעד באמה** (מגיסטר)
- פיתוח מודלים דינמיים ו/או מודל בקרה לרעד
 - פיתוח אמצעים פסיביים או אקטיביים לריסון תנודות האמה
- פיתוח טכנולוגיות לסייע לאנשים בעלי מוגבלויות וקשישים** (מגיסטר)

[חזרה ↑](#)**פרופ/ח ל. מירקין**

- תכנון דגם (sampler) ומחזיק (hold) אופטימליים תחת אילוצים שונים.** (למגיסטר/דוקטור)
- בקרת מערכות דגומות אופטימלית ורובוסטית** (למגיסטר/דוקטור)
- יצבות מתמרי A/D ו- D/A בעלי סיבית יחידה (Sigma-Delta).** (למגיסטר)
- עקיבת היזון קדימה (feedforward tracking) במערכות דגומות.** (למגיסטר)
- זיהוי רקורסיבי במסגרת שיטת ריבועים פחותים (LS).** (למגיסטר)
- נושאים שונים בבקרת מבנים** (למגיסטר/דוקטור)

[חזרה ↑](#)

פרופ/מ.ד. מרדכי

מטרת הקבוצה החדשה לסימולציות בנו-מכניקה (NanoMechSim) היא מציאת פתרון חישוביים ואנליטיים לשאלות הנדסיות בנו-מכניקה של מוצקים ותכונות החומר. במסגרת המחקר אנו מפתחים ועושים שימוש בכלים חישוביים אטומיסטיים ומזוסקופיים, בשילוב עם עבודה אנליטית, להתמודדות עם שאלות כגון חוזק חומרים במימדים ננומטריים (הצעות 1-3), חוזק חומרים בתחנות כוח גרעיניות (הצעה 4), מכניקת מגע ברמה האטומית (הצעה 5), תכונות המיקרומבנה בקצבי עיבור גבוהים (הצעה 6) וכיו"ב. סטודנטים המעוניינים לשלב במחקריהם חישוביים באחד מן הכלים בהם אנו עושים שימוש בקבוצה, מוזמנים לפנות ולהציע נושאים נוספים.

פיתוח מודל כניעה לגופים בעלי מבנה גבישי קובי מרוכז פאה (FCC) במימדים ננומטריים (למגיטר/דוקטור)
מודלים קונסטטיטיביים המתארים את חוזקם של גופים מתכתיים בעלי מימדים מאקרוסקופיים מאבדים את תוקפם כאשר הגוף הוא בעל מימדים ננומטריים. עבור גדלים תת-מיקרוניים החוזק לכניעה תלוי במימדי הגוף ויכול אף להגיע לחוזקי כניעה אידיאליים. במימדים אלה יש חשיבות גדולה למבנה הקריסטלוגרפי, לתכונות הדינמיות של נקעים ולהשפעת פני השטח עליהם. המחקר המוצע כולל שימוש בכלים חישוביים בסקאלות שונות (אטומיסטית/מזוסקופית/מאקרוסקופית) לצורך פיתוח מודל כניעה לגופים בעלי מבנה גבישי קובי מרוכז פאה (FCC) במימדים ננומטריים. המחקר כולל שימוש בסימולציות אטומיסטיות לחקר התכונות הדינמיות של נקעים, שימוש בכלי דינמיקת נקעים לבחינת תהליכים קולקטיביים של נקעים בקרבת פני שטח ופיתוח מודל כניעה תלוי מבנה וגודל לסימולציות אלמנטים סופיים.

השפעת תכונות נקעים על חוזק של ננוחלקיקים בעלי מבנה גבישי קובי מרוכז גוף (BCC) (למגיטר/דוקטור)
בשנים האחרונות גוברות העדויות החישוביות שבגופים בעלי מבנה גבישי קובי מרוכז גוף (BCC) שמימדיהם ננומטריים, יש מספר תכונות ייחודיות לתנועה ולהתרבות של נקעים בחומר, אולם טרם נמצאו עדויות ניסויית לכך. כמו כן, השפעת התכונות הדינמיות של הנקעים על התכונות המכניות המאקרוסקופיות עדיין לא ברורה. במחקר המוצע יעשה שימוש בסימולציות אטומיסטיות כדי ללמוד השפעת הנקעים על החוזק ננוחלקיקים בעלי מבנה BCC. השימוש בננוחלקיקים יאפשר לראשונה להשוות את תוצאות החישוב לניסויים ולאשש (או להפריך) את אותם תכונות נקעים ייחודיות. המחקר כולל ניתוח המאמצים הדרושים להיווצרות נקעים, החלקה של נקעים, בחינת מנגנון ייחודי להיווצרות נקעים והאינטראקציה שלהם עם השפות חופשיות של הננוחלקיקים. בעזרת השוואה לפרמטרים מאקרוסקופיים מניסויי לחיצה, ייבחנו המנגונים השונים ויוצע מנגנון לתיאור הכניעה של ננוחלקיקים מסוג BCC כתלות במימדיהם.

סימולציות דינמיקה מולקולארית של חוזק ננוחלקיקי Ni₃Al (למגיטר)
אחד מן היעדים בשיפור תכונות מכניות של חומרים הוא השגת מבנים קלים יותר בעלי חוזק גבוה לכניעה. סגסוגת Ni₃Al נחשבת כמועמדת טובה לשיפור התכונות המכניות בשל החוזק הגבוה שלה ביחס לצפיפותה, והתכונות התרמודינמיות שלה להתכה. שימוש בננוחלקיקי Ni₃Al כאבני בניין לבניית מבנים אף צפוי לשפר את התכונות המכניות. מודלים מכניים מסבירים את החוזק הגבוה במבנה נקעים ייחודי לחומרים אלה, אשר "נועל" אותם במקום, ובכך מחזק את הגוף. ברם, מודל כולל המסביר את החוזק הגבוה של חומרים אלה עדיין חסר. במחקר זה, הנעשה בשיתוף פעולה עם קבוצת חוקרים מגרמניה, נבדוק את המנגונים המכניים המובילים למאמצי הכניעה הגבוהים של ננוחלקיקים חד גבישיים של Ni₃Al. במחקר זה יעשה שימוש בכלים אטומיסטיים לניתוח הנקעים הנוצרים בלחיצה של ננוחלקיקי Ni₃Al וכיצד הם משפיעים על התכונות המכניות. תוצאות המחקר, בשילוב עם ניסויים וסימולציות אלמנטים סופיים המבוצעים בגרמניה, ישמשו לצורך פיתוח מודל כניעה לננוחלקיקים של Ni₃Al.

פיתוח ושימוש סימולציות דינמיקת נקעים לתחנות כוח גרעיניות (למגיטר/דוקטור)
בקהיליית המכניקה קיימת הבנה מועטה של התכונות המכניות של חומרים הנמצאים בכורים גרעיניים ותחנות כוח גרעיניות (כדוגמת מבנה הכורים, הדלק הגרעיני וכיו"ב). יש לכך שתי סיבות: (א) קשה מאד לבצע ניסויים בסביבה עם קרינה אלימה, (ב) לנזקי הקרינה תפקיד חשוב בהתפתחות המיקרומבנה ע"י טיפוס נקעים, בנוסף להשפעות של הדפורמציה הפלסטית. להבנה זו חשיבות גדולה בהארכת זמן החיים של כורים אלה ובשיפור הבטיחות שלהם. על מנת להתגבר על מורכבות זו, פותחו בקבוצה כלים ייחודיים על מנת למדל את התכונות הדינמיות של המיקרומבנה בהשפעת קרינה גרעינית, ומטרת המחקר היא פיתוח כלי סימולציה ייחודיים לצימוד דינמיקת נקעים עם מודלי דיפוזיה של פגמים נקודתיים. במסגרת המחקר יפותחו מודלים לטיפוס נקעים בהשפעת קרינה גרעינית, אשר יישומו בחישובי דינמיקת נקעים דו- ותלת-מימדית. המחקר כולל שיתוף פעולה בינלאומי לפיתוח כלי סימולציה דומים.

היווצרות נקעים בקפיצה למגע בין משטחים – פסאודואלסטיות (למגיטר/דוקטור)
כאשר זוג משטחים בעלי מימדים ננומטריים מתקרבים, פועלים ביניהם כוחות משיכה והם קופצים למגע. חישוביים אנליטיים מראים שבמהלך ההתקרבות המאמצים הפנימיים המתפתחים בחומר גדולים מספיק כדי להתגבר על חוזק לכניעה והמשטחים עוברים דפורמציה פלסטית (נוצרים נקעים רבים). מצד שני, בתצפיות ניסוייות לא נצפים נקעים רבים כפי שצופים המודלים. לאחרונה מצאנו שבנוגבישים הקופצים למגע נוצרים נקעים רבים, אך הם "נעלמים" עד סוף התהליך. למעוות זה קראנו מעוות פסאודואלסטי, מכיוון שהנוגבישים שמרו על צורתם המקורית. במחקר המוצע יבדקו בעזרת סימולציות אטומיסטיות ההשפעות של המעוות הפסאודואלסטיות על מקרים חשובים במכניקת מגע: קפיצה למגע במיקרוסקופ כוח אטומי, קפיצה למגע בין משטחים מחוספסים אטומית וההשפעה המעוות הפסאודואלסטי על ננו-חיכוך.

תנועת נקעים בקצבי עיבור גבוהים (למגיטר/דוקטור)
בקצבי עיבור גבוהים נקעים מגיעים למהירויות המתקרבות למהירות הקול בחומר. במהירויות אלה השדה האלסטי המתפתח סביב הנקע המהיר מאלץ את הנקע להפוך להיות לא מישורי ואף יכול לגרום להיווצרות של נקעים חדשים. תופעות אלה כמעט ולא נחקרו ויש בהם בכדי להסביר את קצב הגידול המהיר בצפיפות הנקעים בקצבי עיבור גבוהים. במסגרת המחקר יבוצעו סימולציות אטומיסטיות ופיתוח מודלים נומריים ללימוד תכונות הנקעים בקצבי עיבור גבוהים, פיתוח מודלי יציבות דינמיים של נקעים מהירים, ופיתוח מודלי נוקלאציה של נקעים בקצבי עיבור גבוהים. המחקר כולל

חישובי דינמיקה מולקולרית, פיתוח מודלים דינמיים לתנועת נקעים מהירים מתורת האלסטיות האנ-איזוטרופית, פיתוח כלים לניתוח התוצאות ובחינת ההשלכות על הפרמטרים המאקרוסקופיים בקצבי עיבור גבוהים.

חזרה ↑

פרופ' מ. א. נבון

קצבי מעבר חום ומסה בריאקציה מימן - הידריד
חקירה תיאורטית של קצבי זרימה ומעבר חום בפעולת מיכל הידריד בשעת ספיקת מימן (פליטת חום) והוצאת מימן (קליטת חום).

חשוב מחליף חום למשאבת חום כימית
פתוח מודל תיאורטי לפעולת מחליף חום למשאבת חום כימית בגיאומטריות שונות בשני כווני פעולה: קליטת חום ופליטת חום.

בדיקת מחליפי חום מימניים
חקירה נסיונית השוואתית של טפוסים שונים של מחליפי חום הידרידיים לשימוש במשאבות חום מימניות.

סימולציה של מערכת מיזוג אויר המנצלת חום פליטה
כתיבת תכנית סימולציה למערכת מיזוג אויר מימנית למכונית בתנאי עומס משתנים.

חזרה ↑

פרופ' א. סולן

זרימה סובבת צמיגה
זרימות אשר אפין נקבע בראש וראשונה על ידי אינטראקציה של כוחות צמיגות עם כוחות הנובעים מסבוב (כח צנטריפוגלי וכוח קוריוליס) מופיעות בתחומי עבודה שונים של טורבו מכונות, במסורים ואטמים של מכונות סובבות, בצנטריפוגות, בציקלונים, במבערי דלק בעלי הזרקה ספירלית, וכן בזרימות גיאופיזיות כגון: הטורנדו, ההוריקן, והזרמים הגדולים של האוקיינוס. אי לכך, לחקירה של זרימות סובבות צמיגות יש ערך הן להבנת תהליכים גיאופיזיים, הן לתכנון מתקנים תעשייתיים והן מהבחינה המדעית הטהורה, משום האפקטים הבלתי רגילים המופיעים בזרימות אלה. בעיות תאורטיות לדוגמה, הן התפתחות שכבת גבול על קיר מקביל או ניצב לציר הסבוב בתוך מערכת מסתובבת, פתוח שיטות חישוב נומריות לבעיות זרימה סובבת. מעבר חום או מסה במערכת סובבת, התפתחות תופעות אי-יציבות כגון טבעות ערבול לפי טיילור, או בועת הערבול.

חזרה ↑

פרופ' י. עציון

מכניקת מגע של ציפויים דקים
ציפויים דקים לשיפור תכונות טריבולוגיות נפוצים מאד בתחומים רבים של הנדסת מכונות, יחד עם זאת המידע המדעי בנושא הוא ברובו אמפירי ומקורו בניסויים. עדיין לא קימים מודלים תיאורטיים טובים מספיק לחיזוי השפעת תכונות מכניות ועובי ציפוי על הביצועים של הציפוי ודרושה פריצת דרך בתחום זה. קימים ניצנים ראשונים המראים שניתן למצוא עובי ציפוי אופטימלי המביא בחשבון תכונות מכניות וטופוגרפיות של המשטחים במגע. נחוץ להמשיך ולפתח מודל זה כדי להבין טוב יותר את כל הגורמים המשפיעים על הקטנת החיכוך ובלאי בין משטחים מחוספסים במגע.

הנדסת פני שטח באמצעות לייזר
דרושה בדיקת "יתכנות" והמשך פיתוח של רעיון חדשני לטיפול בפני שטח באמצעות לייזר. הטיפול כולל יצירת גומות מיקרוניות המהוות מיקרו-מיסבים הידרודינמיים. נחוצה חקירה פרמטרית של התהליך וביצוע אופטימיזציה לקבלת הביצועים הטובים ביותר לתחומי שימוש שונים.

ביו-טריבולוגיה
פיתוח מודלים למגע ואדהזיה של רקמות ביולוגיות.

חזרה ↑

פרופ' ע. פישר

תכנון מרחוק דרך ה- WWW במערכות תיב"מ מבוזרות
כיום ניתן לתכנן מוצר במקום אחד ולייצר במקום שני תוך כדי שימוש במערכת תיב"מ מבוזרת בסביבת ה- WWW. אחת הבעיות הקשות הינה כיצד למדל גופים תלת-מימדיים בצורה יעילה במערכת מבוזרת. כדי לפתור בעיה זו יש לפתח מודל גיאומטרי מבוזר הניתן להפעלה לפי מצב המשתנה דינמית בצורה משולבת מקומית ומרחוק.

פיתוח מודל עבור רשתות (Meshes) בטכניקת ה- Multiresolution עם אילוצים פסיקליים
ברוב השיטות הקיימות מעבר (morphing) בין רשתות הינו ע"פ קריטריונים גיאומטריים. עבור סימולציות פסיקליות יש לפתח שיטה המאפשרת מעבר בין רשתות ע"פ קריטריונים פסיקליים וגיאומטריים. ניתן לראות בעיה זו גם כבעיית דחיסה של אינפורמציה התלויה בזמן ובמרחב (סרט) ע"פ קריטריונים פסיקליים.

שיחזור ממוחשב של גוף תלת-מימדי מתוך אינפורמציה דגומה תלת-מימדית בטכנולוגיות שונות (למגיסטר/דוקטור)
כיום מקובל לשחזר גוף תלת-מימדי הנדגם ע"י טכנולוגיות שונות כגון מצלמות תלת-מימדיות וסורקי לייזר. כמות הנתונים

הינה רבה ומאחר והייצוג הינו דיסקרטי קיימות בעיות קשות של שיחזור טופולוגיית הגוף. ניתן לשפר תהליך זה ע"י שילוב מידע הממוצה מתוך הנקודות הדגומות. במחקר זה נידרש לשלב מספר טכניקות סריקה המספקות מידע על גיאומטריית הגוף ותכונותיו הפיסיקליות (חומר, צבע, מרקם וכו').

שיחזור גופים נפחיים מתוך אינפורמצית CT ו-MRI עבור מערכת הדמיה רפואיות
בניית רשתות נפחיות מתוך אינפורמצית CT ו-MRI המתבססת על שיטות שיחזור תלת-מימדיות ועיבוד תמונה. המודל יפותח עבור מודלים רפואיים.

פיתוח סביבת אינטרקציה עבור מודל פיסיקלי המבוסס על Multi-scale Finite Element (מגיסטר)
במסגרת ראשונית של המחקר פותח מודל פיסי תלת-מימדי הניתן להפעלה בשלבי התכן והאנליזה עבור מודלי מיקרו-מקרו (הנסיים ורפואיים). במסגרת המחקר תפותח סביבה אינטראקטיבית לביצוע אנליזה של המודל.

פיתוח שיטה למציאת התאמה בין מודל ממוחשב לגוף תלת-מימדי באמצעות מודל מרוב (למגיסטר)
באפליקציות הנדסיות כגון רובוטיקה, הרכבה או ייצור יש לזהות בזמן אמיתי את הגוף ע"י זיהוי אזורים עם תכונות ייחודיות. במסגרת המחקר תפותח שיטה המאפשרת מציאת התאמה בין נקודות האופטימליות על המודל המאפשרות התאמה מקסימלית לגוף הקיים.

[חזרה ↑](#)

פרופ' ז. פלמור

כוונן אוטומטי של מפצי זמנים מתים מבוזרים במערכות MIMO. (למגיסטר/דוקטור)

בקרה דיגיטלית רב-קצבית - מספר נושאים. (למגיסטר/דוקטור)

התמרת זמני דגימה. (למגיסטר/דוקטור)

בקרה אופטימלית רב-קצבית של רשתות תעלות מים פתוחות. (למגיסטר/דוקטור)

שילוב בקר Min-Max עם שערך רב-קצבי. (למגיסטר/דוקטור)

בקרת מודל חיזוי. (למגיסטר/דוקטור)

מחזיקים ודגמים מוכללים. (למגיסטר/דוקטור)

[חזרה ↑](#)

פרופ/מ ש. צליל

חישה מכנית של תאים ביולוגיים

בשנים האחרונות התגלה כי ניתן לשלוט בהתנהגות של תאים ביולוגיים באמצעות התכונות האלסטיות של החומר עליו הם גדלים. בצורה זו ניתן למשל לכוון התמיינות של תאי גזע, גדילת שלוחות תאי עצב או פעימות תאי לב. כפי הנראה המנגנון העומד בבסיס תופעה זו הוא יכולתם של תאים ביולוגיים להפעיל כוחות על מצע אלסטי, 'למדוד' באמצעות סנסורים מכניים את העיבורים שנוצרים ולכוון את התנהגותם בהתאם. מאחר והכוחות המופעלים על ידי תא גורמים לעיבורים במצע אשר מורגשים על ידי תאים שכנים, מנגנון זה אחראי גם ליכולת של תאים לתקשר דרך דפורמציות מכניות במצע.

חקר סינכרון פעימות תאי לב כתוצאה מדפורמציות מכניות במצע אלסטי רך (למגיסטר/דוקטורט)
במסגרת הפרוייקט יבנה מכשיר אשר יאפשר להפעיל דפורמציות תת מיקרוניות אוסצילטוריות במצע אלסטי עליו גדלים תאי לב. יכולת התאים להתאים את הפזה והתדירות של הפעימות לאלו של המצע תחקר, כמו גם המנגנון המאפשר זאת. הפרוייקט כולל עבודה נסיונית המערבת מיקרוסקופיה אופטית ברזולוציה גבוהה ופיתוח מודל אנליטי.

פיתוח חומרים ביולוגיים מבוססי חלבונים סרקומריים להנדסת רקמת לב (למגיסטר/דוקטורט)
במסגרת הפרוייקט יפותחו חומרים פולימריים חדשים המספקים תמיכה כימית ומכנית לגידול תאי לב. הקשר בין מבנה החומר והיכולת שלו לתמוך בתקשורת מכנית ילמד באמצעות מיקרוסקופיה אופטית ברזולוציה ננומטרית.

חקר תקשורת מכנית בין תאי עצב (למגיסטר/דוקטורט)
במסגרת הפרוייקט תחקר היכולת של רשת תאי עצב לסנכרן את פעילותה החשמלית דרך דפורמציות מכניות במצע ללא מעורבות של סינפסות כימיות. למחקר השלכות על התפתחות מערכת העצבים ומחלות נוירודגנרטיביות.

חקר בליעה תאית של חלקיקים בעלי אלסטיות הניתנת לויסות למטרת שחרור מבוקר של תרופות

(למגיסטר/דוקטורט)
ההשפעה של התכונות האלסטיות של חלקיקים המשמשים להסעת תרופות על בליעתם על ידי תא המטרה, תחקר. כמו כן, תיבנה מערכת המאפשרת ויסות של האלסטיות של החלקיק על ידי שינוי טמפרטורה מקומי תוך כדי תהליך בליעת החלקיק על ידי תאי מערכת החיסון.

[חזרה ↑](#)

פרופ' מ. רובין

ניסוח של פתרונות נומרים על ידי התאוריה של Cosserat

מודלים תאורטיים לחמרים אלסטו-פלסטיים

[חזרה ↑](#)

פרופ' כ. רוטשילד

מעבדת אקסיטונים משלבת אופטיקה, תרמודנמיקה וננו-טכנולוגיה על מנת לבנות התקנים בתחום האנרגיה. לאחרונה הראנו חוק שימור חדש בפליטת אור שלא בשיווי משקל תרמו-דינמי. הראנו שפוטו-לומינסנציה הינה משאבת-חום אופטית אידאלית להמרת חום לחשמל. במקביל המחקר במעבדה עוסק בהגדלת הנצילות המרת אנרגיה ע"י המרת חלקים בספקטרום הסולרי שאינם יעילים בהמרת אנרגיה לאורכי גל בתחום המרה יעיל. במחקר אחר הדגמנו לייזר שאוב שמש יעיל במיוחד. המעבדה זכתה לאחרונה ב-ERC : מענק המחקר היוקרתי ביותר באירופה על מנת לקדם את מחקרנו ולשם כך אנו מזמינים מועמדים לדוקטורט ומגיסטר. על המועמדים להיות בעלי רקע משמעותי באופטיקה.

[חזרה ↑](#)

פרופ/ח א. רימון

ניווט רכבים רובוטים
זו תכנית מחקר המכילה מספר תתי-בעיות ברמת מגיסטר/דוקטור. הבעיה העקרונית הינה: נתון רכב רובוטי מצוייד בחיישנים (מערכת כזו נרכשה לאחרונה עבור המעבדה לרובוטיקה). יש לנווט את הרכב הרובוטי אל מטרת שונות מבלי להתנגש במכשולים. בנוסף, הרובוט חייב לאסוף את האינפורמציה על סביבתו בזמן אמת תוך כדי תנועה, בעזרת החיישנים.

שימושים: לרכבים רובוטיים אוטונומיים, שיוכלו לנוע בסביבות לא-תעשיתיות כמו בנייני משרדים ולבצע עבודות שרות שונות, מבלי שיהיה צורך לתכנת לתוכם מראש את תכנית הבניין. יותר מזה, גם אם תכנית הבנין כבר ידועה לרובוט, שיוכל לנווט סביב מכשולים לא צפויים כמו רהיטים שהוזזו ממקומם.

רובוטים "הולכים"
בנסוי מפורסם שנערך בשנות ה-50 הניחו נחש על משטח אפקי ללא חיכוך, ועל המשטח תקעו יתדות. לנחש לא היתה בעיה לזחול במהירות ע"י דחיפת גופו כנגד היתדות. אין כיום אף רובוט המסוגל לבצע פעולה פשוטה זו! מדובר בתכנית מחקר המכילה מספר תתי-בעיות ברמת מגיסטר/דוקטור. הבעיה העקרונית הינה: נתון רובוט רב-מפרקי כגון בצורת "נחש" או "עכביש". יש לנווט את הרובוט אל מטרת שונות מבלי להתנגש במכשולים. בנוסף, הרובוט חייב להמצא כל הזמן בשווי-משקל סטאטי עם סביבתו. ע"י הפעלת כוחות אחיזה על סביבתו כדוגמת הנחש הדוחף כנגד היתדות. אנלוגיה אחרת לתנועתו הרצויה של הרובוט היא זו של מטפס הרים, האוחז בידיו וברגליו את הסלעים בשווי משקל סטאטי ומתקדם ע"י הרמת יד או רגל לעבר מצב שווי המשקל הבא.

שימושים: לרובוטים שיוכלו לנוע בסביבות בהן גלגלים אינם אפשריים, כמו טיפוס במדרגות או בסולם. לתנועה בתוך חללים צרים כמו אילו הנוצרים ממפולות סלעים או אסונות אחרים, או לבדיקה מבפנים של מבנים מסוככים, כגון: כנפי מטוסים או מכונות צילום, שבהם לא מעשי לתכנן זרוע רובוטית ארוכה הקבועה בבסיסה. שמוש נוסף חשוב ביותר הוא למטרות רפואיות - לנשיאת ציוד אבחון ורפוי במערכת המעיים. הציוד הרפואי העכשווי אינו מסוגל לבדוק מעי אדם לגלוי למשל, סרטן המעי, ויש לבצע ניתוח. נחש רובוטי קטן יבצע את האבחון הנדרש ללא צורך בניחות.

הקפצת כדור
יש לחקור את הדינמיקה של פעולת הקפצת כדור או חבטה בכדור עם מחבט קשיח. מחקר זה יוביל לאלגוריתמי בקרה שיאפשרו לזרוע רובוטית המצוידת במערכת ראייה ממוחשבת להקפיץ כדור לגובה רצוי מעל נקודה אפקית נתונה. שמושים: מחקר זה קשור למקרה הדואלי, בו רובוט רב-פירקי נע תוך כדי ניתורים, בדומה לקנגורו. זהו מודל תנועה של מכונות הנחשב פוטנציאלית למהיר ביותר.

קבוע אוטומטי של חלקים לייצור
בהינתן תאור גאומטרי של חלק ממערכת CAD, יש לאתר נקודות דיפון סביב הגוף כך שהחלק יקובע במקומו. המחקר יתרכז בהשפעת הצורה הגאומטרית של החלק ושל גופי הדיפון על מספר נקודות הדיפון הדרוש ועל יציבות הדיפון כנגד כוחות עיבוד חיצוניים.

תכנון אוטומטי של פעולות הרכבה כבעיה בתורת המשחקים
נתון תאור גאומטרי של מכלול מורכב, כגון של מנוע חשמלי. יש לייצר תחילה תכנית תנועה של החלקים המקוריים, הלא מורכבים, אל מצבת המורכב, כך שהחלקים הנעים לא יתנגשו זה עם זה תוך כדי ההרכבה. תכנית נומינלית זו מניחה שכל חלק יכול לנוע אוטונומית. במציאות יש רק זרוע רובוטית יחידה ומשטח הרכבה. הבעיה המשחקית היא כיצד לשבור את התכנית הגלובאלית לתתי-תוכניות בהן רק חלק אחד נע, אבל שתוביל לאותו מכלול מורכב נתון.

[חזרה ↑](#)

פרופ' מ. שהם

שמוש במספרים דואלים לתיאור קינמטיקה ודינמיקה של מערכות מרובות חוליות. (לדוקטור)
השמוש במספרים דואלים מאפשר להקטין לחצי את מספר משוואות התנועה הדרושות לתיאור תנועת גוף קשיח ולכן מפשט בצורה משמעותית את מערכות המשוואות המקובלות.

רובוטים ברפואה (למגיסטר/דוקטור)
נושא זה כולל מספר עבודות שמטרתן לפתח רובוט המבצע ניתוחים בפועל ושיהיה בעל דיוק ונגישות גבוהים מאלו של יד האדם.

רובוטים מקביליים (למגיסטר/דוקטור)
רובוטים בעלי מבנה מיוחד המאפשר ביצועים גבוהים מהרובוטים המקובלים.

רובוטים זעירים (למגיסטר/דוקטור)
[חזרה](#)

פרופ/ח ד. שילה

ננו ומיקרו מכאניקה של Domain switching בחומרים פרואלקטריים (למגיסטר/דוקטור)
Domain switching בחומרים פרואלקטריים הוא תהליך אלקטרומכני המלווה בעיבורי אקטואציה גבוהים במיוחד ולכן יש עניין רב ביישומו בהתקני MEMS. אולם, המכאניקה של תהליך זה אינה ידועה במידה המאפשרת את יישומו בהתקנים מסחריים. נדרש לבצע מחקר ניסיוני אודות נוקלאציה וגידול של דומיינים חדשים, תנועת קירות הדומיינים, ואינטראקציה שלהם עם פגמים בגביש. המחקר יבוצע באמצעות טכניקה חדשה של AFM הנקראת Piezoresponse Force Microscopy ובאמצעות מדידה של פליטה אקוסטית עם גלאי בעל מימדים ננומטרים. המחקר יכלול פיתוח מערכות קטנות לביצוע ניסויים אלקטרו-מכאניים תחת AFM. קיימת אפשרות לשילוב עם מחקר תיאורטי.

[חזרה](#)

פרופ' א. שיצר

חקירת שדה הטמפרטורה ברקמה ביולוגית בעת ביצוע מחזורי הקפאה/הפשרה (למגיסטר/דוקטור)
הרס ושימור רקמות ביולוגיות באמצעות הקפאה לטמפרטורות נמוכות, הינן שיטות מקובלות ונפוצות ברפואה ובביולוגיה. האלמנט המשמש למטרה זו הינו בדרך כלל גשוש-קפא (CRYO-PROBE) המופעל על ידי חנקן נוזלי, ארגון בלחץ גבוה או ע"י מחזורים תרמודינמיים לטמפרטורות נמוכות. הגשוש מובא למגע עם פני הריקמה, או מוחדר לתוכה, וגורם לירידת הטמפרטורה בסביבתו הקרובה. בהדרגה מתחילה הריקמה לקפוא והאיזור הקפוא מתפשט עד לגודל מסוים התלוי בגורמים רבים.

מוצעים נושאי המחקר הבאים:

1. חקירת שדה הטמפרטורה המתקבל במקרה של הפעלה בו-זמנית של מספר גשושי-קפא
2. פיתוח אלגוריתם להגדרת מיקום והפעלה אופטימליים של מספר גשושים.
3. חקירת ההשפעה של כלי דם גדולים המצויים בקרבת הגשוש/הגידול הממאיר, על שדה הטמפרטורה המתפתח בעת הקפאת הרקמה.
4. חקירת התנאים לקפיאת מקטע דופן כלי דם המצוי בקרבה לגשוש-קפא וקפיאת הדם בתוכו.
5. ניתוח תרמודינמי מפורט של גשוש-קפא המופעל ע"י גז ארגון בלחץ גבוה.
6. פיתוח אלגוריתמים מקורבים להערכת מיקום חזית הקיפאון בהפעלה בו-זמנית של מספר גשושי-קפא.
7. הפעלה מחזורית של גשושי-קפא להשגת מקסימום מידת הרס הרקמה.
8. שילוב גשושי קפא וגשושי חימום להגבלת הנזק לרקמה הבריאה

סימולצית חילוף החום והמסה של רך נילוד (פג) השוכב באינקובטור (למגיסטר)
ינוסחו משוואות חילוף החום והמסה בין פני העור של רך נילוד השוכב באינקובטור מבוקר טמפרטורה/לחות.

הרחבת הבסיס המדעי של מושג "מקדם הצינון של הרוח" (WIND CHILL FACTOR) (למגיסטר)
רוח הנושבת על פני חלקי גוף חשופים מאיצה את מעבר החום לסביבה וגורמת לתחושה שטמפרטורת הסביבה נמוכה מזו הנמדדת למעשה. באקלים קר עלולה תופעה זו לגרום לנזקים, כולל נזקי קפיאה. השיטה שפותחה בשנות הארבעים של המאה הקודמת להערכת מקדם הצינון של הרוח עודכנה לפני מספר שנים. שיטה זו מבוססת על מודל חד-מימדי של מעבר החום דרך הלחי החשופה לסביבה הקרה. במחקר המוצע ישמש מודל בקרת הטמפרטורה של גוף האדם לביסוס הערכים הנחזים של השפעת הרוח.

השוואת הביצועים של קולט שמש המותקן בתצורות שונות (למגיסטר)
קולטי "סולם" הנפוצים בישראל אמורים להיות מותקנים באופן שטרעפות ההזנה והניקוז הינן כמעט אופקיות. יש והקולטים מותקנים ב – 90 למצב הרצוי. במחקר ניסויי זה תבוצע השוואה של שתי תצורות ההתקנה ותבחן השפעה על ביצועי המערכת.

[חזרה](#)

פרופ/מ.ג. שמואל

הקבוצה עוסקת במכניקת מוצקים תיאורטית ונומרית. בפרט, המחקר מתמקד בחומרים חכמים או אקטיביים. חומרים אלו משנים את צורתם ואת תכונותיהם תחת עירור חיצוני, כגון מתח חשמלי, שדה מגנטי ושינוי טמפרטורה. העניין הרב בחומרים אלו נובע מהאפשרות לשלוט ביכולתם הרב-תפקודית. צורך זה קיים במגוון יישומים ברובוטיקה, תעשיות הרכב והתעופה, מיכשור ביורפואי ועוד. בנוסף, כאשר חומרים אלו משמשים כאבני הבסיס במבנים מרוכבים, מתקבלים חומרים בעלי תכונות אופטימליות, אשר אינן נמצא בטבע. חזון המחקר הינו קידום הנדסת חומרים אלו, דרך הבנת המכניקה המצומדת באופן מעמיק. להלן הפרוייקטים המוצעים:

- התנהגות דינמית וגלים אלסטיים אסורים במרוכבים אלקטרו-אקטיביים ומגנטו-אקטיביים (מחקר זה בשיתוף המכון הטכנולוגי בקליפורניה, ודורש ביקור במוסד האמריקאי כחלק משיתוף הפעולה).
- חקירת הקשר בין מיקרו-מבנה של סגסוגות בעלות-זכרון ותגובתן האפקטיבית.
- התנהגות דינמית של חומרים רכים.
- מציאת חסמים לתכונות האפקטיביות בשימוש שיטות וריאציוניות.
- אופי המחקר בפרוייקטים המוזכרים לעיל הינו אנליטי ונומרי.

[חזרה](#)

פרופ' מ. שפיטלני

1. נושאים הקשורים למחזור החיים של המוצר. (למגיסטר/דוקטור)
2. ניהול ידע במערכות השונות במחזור החיים. (למגיסטר/דוקטור)
3. תכן וייצור במערכות מבזרות. (למגיסטר/דוקטור)
4. בניית מערכת לניהול ידע ב - Network of Excellence. (למגיסטר/דוקטור)
5. שיטות מבוססות אינטלגנציה מלאכותית ליצירת ידע חדש. (למגיסטר/דוקטור)
6. נושאים ב - PDM ו - PLM. (למגיסטר/דוקטור)
7. סימולציות ואנליזות במערכות ייצור רקונפיגורביליות. (למגיסטר/דוקטור)

[חזרה](#)

פרופ' מ. שפירא

- מעבר חום ומוליכות תרמית בנו-אבקות חקירה נסויית של מוליכות תרמית באבקות תנאים תרמיים שונים, כולל סינטור. מדידות בואקום. (למגיסטר/דוקטור)
- תכן מכשיר להפרדת ננו-אבקות בזרימת אויר חקירה נומרית/אנליטית של תנועה והפרדת חלקיקי אבקה בזרימת אויר. תכן מכשיר הפרדת חלקיקים על סמך סימולציות נומריות. (למגיסטר/דוקטור)
- איסוף וריכוז חלקיקי אבק חקירה נסויית של הפרדה, איסוף וריכוז חלקיקים בזרימת אויר. (למגיסטר)
- ערבוב והפרדה אל אבקות ברטט חקירה נסויית ותיאורטית של דינמיקה של אבקות בואקום. יצולמו משטרי תנועה ערבוב והפרדה על ידי מצלמת וידאו מהירה. (למגיסטר/דוקטור)
- תנועה של צוברים (clusters) בזרימות אויר חלקיקים הנוצרים בבעירה בעלי מבנה של צוברים. מוצעת חקירה תיאורטית ונומרית של ייצורות ותנועה של הצוברים בזרימות אויר. (למגיסטר/דוקטור)

[חזרה](#)

פרופ' י. תירוש

- שבר של חומרים הטרוגניים**
ניתוח נומרי ואנליטי של מנגנוני שבר בחומרים רב-פאזיים תוך מגמה להגיע לשיטות חיזוי שבר צפוי.
- אי יציבות פלסטית במשיכה עמוקה של פחים**
עבודה נסיונית ואנליטית למציאת קשר בין הפרמטרים הגורמים לקריעה בתהליכי משיכה עמוקה.
- פיתוח משיכה עמוקה בשיטת ה-Hydroforming**
הכרת התהליך, שימוש במתקן ניסיוני קיים (קשור בבקרה ואוטומציה) כדי להוכיח את המיוחדות של התהליך.
- חקר תהליך היווצרות האנאיזוטרופיות במתכות העוברות דפורמציה פלסטית**
(דגש על סימולציה נומרית של התנהגות המתכת).
- בלאי מתכות כתוצאה מהתעיפות**
- הבנת מנגנון ה-shot-peening לחזוק מתכות**
(המחקר כרוך בניסויים ואנליזה אנליטית ו/או נומרית)

[חזרה ↑](#)

16. מקצועות לימוד לתואר מגיסטר MSc בכיוונים השונים תשע"ו

כיוון: אנרגיה (מכניקת זורמים + תופעות מעבר)

קורסים שלא ניתנים בתשע"ו	סמסטר ב' תשע"ו	סמסטר א' תשע"ו	
	036001 ▪ שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1	036001 ▪ שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1 038715 ▪ תרמודינמיקה מתקדמת 1	א מקצועות חובה
038731 ▪ מעבר חום קרינה	038504 ▪ זרימה צמיגה 036009 ▪ מעבר חום ומסה 038717 ▪ מעבר חום הסעה	036008 ▪ זרימה דחיסה 036032 ▪ מכניקת זורמים אנליטית 038712 ▪ מעבר חום הולכה	ב חובה ללימוד מקצוע אחד מהרשימה
036052 ▪ מכניקה ומעבר אוירוסולים 038802 ▪ שיטות ניסוי במיקרו-זרימה	036010 ▪ תורת הסיכה ההידרודינמית 036076 ▪ אלקטרו-קינטיקה בננו-ומיקרו זרימה 036003 ▪ מבוא למכניקת הרצף 036002 ▪ שיטות אנליטיות 2 036074 ▪ בקרה אקטיבית ופסיבית של זרימה	036086 ▪ זרימה ותופעות בהתקנים מיקרוניים 038782 ▪ שיטות מספריות במכניקת זורמים	ג מקצועות בחירה
	036080 ▪ מערכות הנעת רכב מתקדמות 036082 ▪ עקרונות מנועי שריפה פנימית 036079 ▪ בקרת פליטות מזהמים מכלי רכב ▪ טורבו מכונות ▪ טורבולנציה (נושאים מתקדמים)	036061 ▪ מערכות זורם חלקיקים 036068 ▪ תכן תרמו-הידראולי של כורים גרעיניים	ד כל מקצוע מרשימות ב' ו' -ג' שלא נלמד כמקצוע חובה.

כיוון: מערכות דינמיות - בקרה, מכטרוניקה, מערכות דינמיות

קורסים שלא ניתנים בתשע"ו	מסטר א' תשע"ו	מסטר ב' תשע"ו	מסטר א' תשע"ו	מקצועות חובה אחד מהרשימה	
	<ul style="list-style-type: none"> 106393 ▪ תורת המטריצות 108324 ▪ יסודות האנליזה המודרנית 108327 ▪ אנליזה פונקציונלית 036001 ▪ שיטות אנליטיות 1 	<ul style="list-style-type: none"> 106393 ▪ תורת המטריצות 108324 ▪ יסודות האנליזה המודרנית 108327 ▪ אנליזה פונקציונלית 036001 ▪ שיטות אנליטיות 1 			א
<ul style="list-style-type: none"> 038788 ▪ אנליזת אמינות של מע' רוטטות 036039 ▪ בקרת מבנים ומערכות מכניות 038801 ▪ מודלים של דינמיקה לא ליניארית 036048 ▪ רטט לא לינארי 036039 ▪ בקרת מבנים ומערכות מכניות 036050 ▪ מערכות בקרה לא לינאריות 038806 ▪ השהיות בבקרה ובשערוך 036013 ▪ אופטימיזציה של תהליכים 036012 ▪ מערכות בקרה לינאריות 036049 ▪ רשתות עצביות לבקרה ודיאגנוסטיקה 	<ul style="list-style-type: none"> 038781 ▪ בקרה והנחיה רובסטית בגישת המינימקס 038709 ▪ בקרת תהליכי דגימה 	<ul style="list-style-type: none"> 036005 ▪ דינמיקה אנליטית 1 036042 ▪ דינמיקה של מכונות מסתובבות 		חובה ללמוד ארבעה מקצועות מהרשימה	ב
<ul style="list-style-type: none"> 038786 ▪ מבוא לדינמיקה כאוטית 036047 ▪ שיערוך ובקרה של תהליכים אקראיים 036075 ▪ בקרת תנועה במע' ביולוגיות 	<ul style="list-style-type: none"> 036027 ▪ דינמיקה של מבנים ימיים 036002 ▪ שיטות אנליטיות 2 036063 ▪ מידול זיהוי במערכות דינמיות תונדות 			מקצועות בחירה	ג

כיוון: ייצור תיב"ם ורובוטיקה

קורסים שלא ניתנים בתשע"ו	מסטר א' תשע"ו	מסטר ב' תשע"ו	מסטר א' תשע"ו	מקצועות חובה	
<ul style="list-style-type: none"> 038704 ▪ מדידות דינמיות 036029 ▪ מבוא למערכות ייצור ב' 036020 ▪ גיאומטריה חישובית 1 	<ul style="list-style-type: none"> 036001 ▪ שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1 036026 ▪ קינמטיקה, דינמיקה ובקרה של רובוטיקה 036041 ▪ תכן הנדסי מתקדם 1 	<ul style="list-style-type: none"> 036001 ▪ שיטות אנליטיות בהנדסת מכונות 1 036041 ▪ תכן הנדסי מתקדם 1 036015 ▪ שיטות אלמנטים סופיים בהנדסת מכונות 1 		מקצועות חובה	א
				חובה ללמוד ארבעה מקצועות מהרשימה	ב
<ul style="list-style-type: none"> 038703 ▪ תכן ואנליזה של ניסויים 	<ul style="list-style-type: none"> 036044 ▪ ניווט רובוטים 036014 ▪ עיבודים פלסטים 036087 ▪ דינמיקה היברידית במערכות מכניות 036002 ▪ שיטות אנליטיות 2 036045 ▪ גיאומטריה חישובית 2 036072 ▪ קינמטיקה, ביזמניקה ורובוטיקה 	<ul style="list-style-type: none"> 038785 ▪ נושאים מתקדמים ברובוטיקה 		מקצועות בחירה	ג

כיוון: מכניקת מוצקים ומיקרו-מערכות

קורסים שלא ניתנים בתשע"ו	סמסטר ב' תשע"ו	סמסטר א' תשע"ו	
	036001 = שיטות אנליטיות 1 038800 = אנליזה ומידול מיקרו מערכות 036071 = ביו-מכניקה של תאים ומול'	036001 = שיטות אנליטיות 1 036005 = דינמיקה אנליטית 1 038792 = תאוריית קוסרה 036006 = גלי מאמצים במוצקים	א מקצועות חובה
036069 = תרמו-אלסטיות 038746 = תכונות מכניות של חומרים 036058 = מיקרו מכניקה של מוצקים	036004 = מכניקת השבירה 036065 = אלקטרו ומגנטו מכניקה 038805 = מיקרומכניקה חישובית של חומרים מרוכבים 036002 = שיטות אנליטיות 2 036088 = ננו-מכניקה חישובית של מוצקים 036003 = מבוא למכניקת הרצף ? = חישה מכנית על –ידי תאים ביולוגיים	036058 = מיקרו מכניקה של מוצקים 036073 = נושאים מתקדמים 8 (תרמודינמיקה של חומרים) 036081 = עקרונות תכן וייצור מיקרו-מערכות 036015 = אלמנטים סופיים 1 036075 = נושאים מתקדמים 9 (מכניקת חומרים מרוכבים) 038742 = פלסטיות	ב מקצועות בחירה

כיוון: הנדסת פני שטח

קורסים שלא ניתנים בתשע"ו	סמסטר ב' תשע"ו	סמסטר א' תשע"ו	
038727 = שיטות נומריות בהנדסת מכונות	036001 = שיטות אנליטיות 1 036010 = תורת הסיכה ההידרודינמית 038504 = זרימה צמיגה	036001 = שיטות אנליטיות 1 036062 = מכניקת מגע	א ב מקצועות חובה חובה ללימוד שלושה מקצועות מהרשימה
	036002 = שיטות אנליטיות 2		ג כל מקצוע מרשימות א' ו-ב- שלא נלמד כמקצוע חובה.

כיוון חדש: הנדסה אופטית

קורסים שלא ניתנים בתשע"ו	סמסטר ב' תשע"ו	סמסטר א' תשע"ו	
	036001 = שיטות אנליטיות 1 036064 = נושאים מתקדמים - מיקרו אופטי מכניקה	036001 = שיטות אנליטיות 1 036070 = ננו-אופטיקה 036055 = אופטיקה לינארית 2	א ב מקצועות חובה מקצועות בחירה
		036057 = שיטות פער-ידע להערכת סיכון ואמינות 036083 = החלטות: אתגרים והשלכות	ג מקצועות בחירה נוספים אשר לא מופיעים באחד הכיוונים

כיוון חדש: ביו-מכניקה

קורסים שלא ניתנים בתשע"ו	סמסטר ב' תשע"ו	סמסטר א' תשע"ו	מקצועות חובה	א
	שיטות אנליטיות 1 036001 ▪	שיטות אנליטיות 1 036001 ▪	מקצועות בחירה	ב
038374 ▪ בקרת הטמפרטורה	שיטות אנליטיות 2 036002 ▪ אלקטרו-קינטיקה בנגו-ומיקרו זרימה 036076 ▪ נושאים מתקדמים (בקרת תנועה במערכות ביולוגיות) 036075 ▪	ביומכניקה של תאים ומולקולות 036071 ▪		

כיוונים נוספים

קורסים שלא ניתנים בתשע"ו	סמסטר ב' תשע"ו	סמסטר א' תשע"ו	מקצועות חובה	א
	שיטות אנליטיות 1 036001 ▪	שיטות אנליטיות 1 036001 ▪	מקצועות בחירה	ב
	מקצועות נוספים לפי קביעת המנחה ובאישור הועדה	מקצועות נוספים לפי קביעת המנחה ובאישור הועדה		
	שיטות אנליטיות 2 036002 ▪			