



מכון טכנולוגי חולון  
Holon Institute of Technology

# הפקולטה למדעים

# הפקולטה למדעים

דקאן הפקולטה: פרופ' עזרא זאב

מחלקות הפקולטה  
מתמטיקה שימושית  
מדעי המחשב  
פיסיקה

רכזת הפקולטה: רויטל בן-יאיר  
בניין 8, חדר 422  
טל" 03-5026560 פקס 03-5026619  
דוא"ל: [revital@hit.ac.il](mailto:revital@hit.ac.il)

## מבוא

הפקולטה למדעים פועלת בשני כיוונים עיקריים:

1. קיום תכניות לימוד הבאות:  
תכנית לימודים לתואר ראשון B.Sc. במתמטיקה שימושית  
תכנית לימודים לתואר ראשון B.Sc. במדעי המחשב
2. מתן קורסים במדעים: מתמטיקה, פיסיקה ומדעי המחשב, לכל הפקולטות במכון.

הפקולטה מונה כיום 35 חברי סגל אקדמי תקני ובהם 6 בדרגות פרופסור מן המניין ו-6 פרופסורים חברים. הפקולטה מקיימת פעילות רחבה בארגון כנסים וימי עיון, סמינר בפיסיקה, קולוקוויום מתמטי, סמינר בראייה ממוחשבת, ועוד.

המטרות העיקריות של הפקולטה למדעים:

הקניית ידע, הנוגע למקצועות המדעיים (מתמטיקה, פיסיקה ומדעי המחשב), ברמה הנדרשת בתעשיות המתקדמות וברמה אקדמית גבוהה. הפעלת מעבדות לצורכי הוראה ומחקר, כאשר לסטודנטים מצטיינים יתאפשר לבצע פרויקטים בשיתוף עם התעשייה, ואם יחפצו בכך, תינתן להם האפשרות להשתלב במחקרם של אנשי הסגל. בניית קשרי גומלין עם תעשיית היי-טק ועם מוסדות אקדמיים ואנשי אקדמיה למען קידום המחקר, התעשייה ועזרה לקהילה באשר היא.

## פעילות הפקולטה

חברי הסגל בפקולטה למדעים מעורבים במחקר בתחומים: מתמטיקה, פיסיקה ומדעי המחשב, מפרסמים מאמרים בכתבי עת מובילים, זוכים במענקי מחקר יוקרתיים, נותנים הרצאות בכנסים בינלאומיים חשובים ומארגנים כנסים וימי עיון במסגרת הפקולטה. חברי סגל רבים הם בעלי ניסיון מעשי רב אשר בא לידי ביטוי בקשירת קשרים הדוקים עם תעשיות עתירות ידע. קשירת קשרים זאת מאפשרת ביצוע פרויקטים מעשיים במיגוון תחומי ההיי-טק. בפרויקטים אלה מעורבים חברי סגל הפקולטה וסטודנטים מצטיינים. הפקולטה מקיימת פעילויות וקשרים משותפים עם תלמידים מחוננים מבתי ספר תיכוניים בחולון.

## חברי הסגל האקדמי התקני בפקולטה למדעים

בפקולטה למדעים סגל מורים משלוש מחלקות: מדעים, מתמטיקה שימושית ומדעי המחשב. חברי הסגל מלמדים את מיגוון קורסי השירות במתמטיקה, בפיסיקה ובמדעי המחשב - לכל הסטודנטים, הלומדים במכון טכנולוגי חולון.

### דקאן הפקולטה: פרופ' עזרא זאב

#### המחלקה למתמטיקה שימושית

פרופ' אדוארד יעקובוב	ד"ר ויקטור גוטליב	ד"ר ירמיהו קמינסקי
פרופ' אנטולי גולברג	ד"ר דימטרי גולדשטיין	ד"ר מיכאל קרויטר
פרופ' יוג'ין קנציפר	ד"ר דוד גרבר	ד"ר אלעד שגב
פרופ' בן-ציון שקליאר	ד"ר אלכסנדר ספיבק	ד"ר קורנל לוסטינג
		מר שי גול

#### המחלקה למדעי המחשב

פרופ' אלכסנדר בוכמן	ד"ר מיכל גורדון	ד"ר מאיר כהן
פרופ' יוג'ין מנדרסקו	ד"ר ברוריה הברמן	ד"ר אהובה מועלם
פרופ' סמרי ברנוב	ד"ר ניסים הראל	ד"ר ולדימיר נודלמן
ד"ר איילת בוטמן	ד"ר יאיר ויסמן	ד"ר מרק קורנבליט
	ד"ר מרק טרכטנברוט	ד"ר יוליה קמפנר

#### המחלקה לפיסיקה

פרופ' אמנון פרוכטמן	פרופ' לב רפופרט
פרופ' בוריס פיינברג	ד"ר יעקב (קובי) קראוס
פרופ' איליה ריפס	ד"ר אלה זאק
	ד"ר אלכסנדר לייכטמן

#### רכזות הפקולטה

גב' רויטל בן-יאיר – רכזת לשכת דקאן ורכזת המחלקה למתמטיקה שימושית  
גב' דנית ממרוד-כהן – רכזת המחלקה למדעי המחשב  
גב' לאה שוחמי – רכזת המחלקה לפיסיקה  
גב' מייטל סנקש – רכזת המחלקה למדעי המחשב

## המחלקה למתמטיקה שימושית

המחלקה כוללת אנשי סגל תקינים ומורים מן החוץ. לחברי הסגל יש מוניטין רב במחקר ובביצוע פרויקטים בתעשייה ובמשק. תשומת לב מיוחדת בתכנית מוקדשת להוראה ולהנחיה. הצוות האקדמי מקיים מערכת קשרים מדעיים מסועפת עם מוסדות אוניברסיטאיים ומרכזי מחקר בארץ ובחו"ל.

המחלקה מקיימת מזה למעלה מעשור קולוקוויום מתמטי, כנסים בין לאומיים בתחום אנליזה מרוכבת וראייה ממוחשבת. וכן הרצאות בנושאי מתמטיקה בתעשייה שאליהן הוזמנו אנשי תעשייה.

## ראש המחלקה: ד"ר ירמיהו קמינסקי

### חברי הסגל האקדמי התקני

ד"ר מיכאל קרויטר	ד"ר ויקטור גוטליב	פרופ' אדוארד יעקובוב
ד"ר אלעד שגב	ד"ר דימטרי גולדשטיין	פרופ' אנטולי גולברג
ד"ר קורנל לוסטינג	ד"ר דוד גרבר	פרופ' יוג'ין קנציפר
מר שי גול	ד"ר אלכסנדר ספיבק	פרופ' בן-ציון שקליאר

רכזת המחלקה: **רויטל בן-יאיר**

בניין 8, חדר 422

טל" 03-5026560 פקס 03-5026619

דוא"ל: [revital@hit.ac.il](mailto:revital@hit.ac.il)

## תחומי התמחות של אנשי הסגל במחלקה למתמטיקה שימושית

במחלקה למתמטיקה שימושית יש צוות אקדמי, הכולל אנשי סגל תקינים ומורים מן החוץ. לחברי הסגל יש מוניטין רב במחקר פרויקטים ובביצועים, בתעשייה ובמשק (תשומת לב מיוחדת בתכנית תוקדש להוראה ולהנחיה).

שם המרצה	דרגה	תחום פעילות והתמחות
פרופ' אדוארד יעקובוב	פרופ' מן המניין	אנליזה מרוכבת, אלסטיות מתמטית, בניית מודלים מתמטיים (אופטיקה לא ליניארית, פיזור חום, אקולוגיה, מודלים ברפואה), תורת הקטטרופות
פרופ' עזרא זאב	פרופ' מן המניין	בקרה רובוסטית בתנאי אי וודאות. סינון ועיבוד אותות.
פרופ' אנטולי גולברג	פרופ' חבר	אנליזה מתמטית, אלסטיות מתמטית, פיתוח שיטות חישוב
פרופ' יוג'ין קנציפר	פרופ' חבר	פיסיקה מתמטית, מטריצות אקראיות, אותות אקראיים, אנליזה סטוכסטית, מערכות לא מסודרות וכאוס
פרופ' בן-ציון שקליאר	פרופ' חבר	מתמטיקה תעשייתית ויישומית (בקרה אוטומטית, בקרה אופטימלית, משוואות אבולוציה ומשוואות פונקציונאליות דיפרנציאליות)
ד"ר ויקטור גוטליב	מרצה בכיר	מתמטיקה תעשייתית, דינאמיקה לא ליניארית
ד"ר דימטרי גולדשטיין	מרצה בכיר	אנליזה פונקציונאלית, תורת האופרטורים, תורת המטריצות, אנליזה הרמונית
ד"ר אלכסנדר ספיבק	מרצה בכיר	משוואות דיפרנציאליות סטוכסטיות, תהליכי דיפוזיה, בעיות אופטימום, מודלים מתמטיים לביולוגיה, בעיות החיפוש הדיסקרטי, אופטימיזציה דיסקרטית
ד"ר דוד גרבר	מרצה בכיר	גיאומטריה אלגברית, שיטות חישוב, הצפנה בחבורות לא-קומוטטיביות, קומבינטוריקה גיאומטרית.
ד"ר ירמיהו קמינסקי	מרצה בכיר	ראייה ממוחשבת במרחבים תלת-ממדיים, גאומטריה אלגברית יישומית, משטחי רימן, בקרת מערכות
ד"ר מיכאל קרויטר	מרצה בכיר	פיסיקה מתמטית ותאורטית של אנרגיות גבוהות, תורות שדה של על-מיתרים, תורות שדה על סריג, סופרסימטריה.
ד"ר אלעד שגב	מרצה	מודלים מתמטיים וסימולציות למערכות פיסיקאליות מורכבות
ד"ר קורנל לוסטינג	מרצה	מודלים מתמטיים לתקשורת בין תאים, מודלים מתמטיים בהתנהגות בעל"ח
מר שי גול	מרצה	גאומטריה דיסקרטית, גאומטריה חישובית
מר אהרון כהן	חוזת אישי	GIS

## תכנית הלימודים התלת-שנתית לתואר בוגר במדעים (B.Sc.) במתמטיקה שימושית

### כללי

כמו בארצות אחרות, הנמצאות בחזית הקדמה הטכנולוגית, גם בישראל קיים ביקוש, שהולך וגדל לכוח אדם מיומן בעל רקע מדעי וטכנולוגי. חלק ניכר מהביקוש הוא לבוגרים, שעוסקים במה שאפשר לכוון לתעשיית מתמטיקה תעשייתית מתמטיקאים תעשייתיים רבים בארץ מועסקים בתעשייה האווירית, בתעשיות הביטחוניות ובחברות, אינטל, מוטורולה, מרכז המחקר של IBM, המכון למתמטיקה תעשייתית בבאר שבע ותעשיות היי-טק אחרות. כמו כן המגזר הפיננסי מעסיק מתמטיקאים תעשייתיים ושימושיים. כל התחזיות מראות, שהצורך במתמטיקאים בתעשייה (כולל תעשיית היי-טק) ובמגזר העסקי והארגוני ילך ויגדל. המתמטיקאי התעשייתי מתרגם את הבעיה שמוצגת לפניו לשפה מתמטית ובאמצעות בנייה של מודל מתמטי מתאים, מוצא פתרון יעיל תוך שימוש בשיטות מתמטיות ומציע דרכים ליישום הפתרון בצורה, ההולמת את התנאים בשטח והמובנת לארגון.

### ייעוד התכנית

המחלקה מציינת את הסטודנטים בידע רחב ובהבנה עמוקה של המתמטיקה, אלגוריתמים ותכנות. תכנית הלימודים מקנה לסטודנט את הכלים המתמטיים המאפשרים לו השתלבות בתחומי הטכנולוגיה השונים.

### מטרת התכנית

מטרת תכנית הלימודים לתואר B.Sc. במתמטיקה שימושית היא להכשיר כוח אדם מיומן למגזרים התעשייתיים, העסקיים והארגוני. התכנית מעניקה לבוגריה ידע רחב ועמוק במתמטיקה, אלגוריתמים, תכנות, מיומנות והתנסות בבניית מודלים מתמטיים, וקשר עם אנשי תעשייה ועם אנשים מדיסציפלינות אחרות.

התכנית נפרשת על-פני שלוש שנות לימוד-התכנית תעסוק בהקניית מיומנות בבניית מודלים מתמטיים ובהכנת הבוגר להבנה ולתקשורת טובות עם אנשים מן התעשייה ומדיסציפלינות אחרות. להשגת מטרת אלו, הסטודנטים ייחשפו במהלך הלימודים לבעיות מעשיות מן התעשייה והמשק, שיוצגו בשיתוף עם גורמי חוץ.

### מאפייני התכנית

תכנית למתמטיקה שימושית הוקמה על מנת לענות לדרישות תעשיית היי-טק. הטכנולוגיה העכשווית והעמידית מושתתות ומהוות שימוש תמידי בכלים מתמטיים רבים ומגוונים. התכנית למתמטיקה שימושית מקנה ידע מעמיק בשלושה מרכיבים יסודיים של כל פיתוח טכנולוגי מתקדם:

1. כלים מתמטיים מגוונים קלסיים וחדשניים,
2. תכנות ואלגוריתמים מתקדמים,
3. עיבוד אותות ויישומי בתמונות, קול, חזוי סדרות זמן ועוד.

ההרכבים הנ"ל מעניקים ידע עיוני וניסיון מעשי לבוגרים ומאפשרים שילובם בכמעט כל פרויקטי היי-טק הן מצד המידול המתמטי והחשיבה האלגוריתמית והן מצד הפיתוח והתכנות.

בנוסף הקשר עם התעשייה מודגש במסגרת פרויקטים בהם הסטודנט משתתף. בכל קורסי הבחירה, הסטודנטים נדרשים להבין, לנתח ולממש אלגוריתמים שפורסמו בספרות המקצועית.

## **פרופיל הבוגר**

בוגרי התכנית משתלבים בתפקידי פיתוח, בתעשיות הנמצאות בחזית המדע המתקדם ובטכנולוגיות העילית, ותורמים לפיתוח ולקידום התעשייה, המשק והכלכלה. בוגרים יוכלו להמשיך בלימודיהם לתארים גבוהים באוניברסיטאות בארץ ובחול. למחלקה יש קשרים הדוקים עם חברות היי-טק, המעוניינות להעסיק סטודנטים מצטיינים במהלך לימודיהם.

## תכנית הלימודים לתואר B.Sc. במתמטיקה שימושית

מקרא: ש' – שיעור; ת' – תרגיל; מ' – מעבדה; ש"ס – שעות סמסטריאליות; נ"ז – נקודות זכות.

### כללי

תכנית הלימודים כוללת מקצועות יסוד במתמטיקה, במדעי המחשב, במחשבים, מקצועות בחירה, הקשורים למקצועות היסוד, וכן סמינרים וסדנאות, שבהם יובאו בעיות מן התעשייה.

ניתן לסיים את התכנית, בקצב לימודים רגיל, בשלוש שנים.

### הרכב תכנית הלימודים

להשלמת התואר יש לצבור 122.5 נ"ז לפי הפירוט הבא:

קורסי חובה כלליים – 92.0 נ"ז

קורסי בחירה – 24.5 נ"ז

קורסים כלליים – 6.0 נ"ז

### שנה א', סמסטר א'

מס'	שם הקורס	שיעור	תרגול	ש"ס	נ"ז
20151	חשבון אינפי 1	5	3	8	6.5
21166	מתמטיקה דיסקרטית	3	1	4	3.5
61101	מבוא למדעי המחשב	4	2	6	5.0
	סה"כ	12	6	18	15.0

### שנה א', סמסטר ב'

מס'	שם הקורס	שיעור	תרגול	ש"ס	נ"ז
20152	חשבון אינפי 2	4	2	6	5.0
20077	אלגברה לינארית	4	2	6	5.0
20019	הסתברות וסטטיסטיקה	3	1	4	3.5
	לימודי תשתית	2	0	2	2.0
	סה"כ	13	5	18	15.5

### שנה א, סמס קיץ

מס'	שם הקורס	שיעור	תרגול	ש"ס	נ"ז
21207	תכנות בפייתון	2	3	5	3.5
61104	מבני הנתונים	3	2	5	4.0
61108	סדנה מתקדמת בתכנות	2	2	4	3.0
	לימודי תשתית	2	0	2	2.0
	סה"כ	9	7	16	12.5



שנה ב', סמסטר א'

מס'	שם הקורס	שיעור	תרגול	ש"ס	נ"ז
21312	אלגוריתמים באופטימיזציה	3	1	4	3.5
61307	תכנות מונחה עצמים	4	2	6	5.0
61309	תורת הגרפים	3	1	4	3.5
21183	טורי פורייה והתמרות אינטגרליות	3	1	4	3.5
	<b>סה"כ</b>	13	5	18	15.5

שנה ב', סמסטר ב'

מס'	שם הקורס	שיעור	תרגול	ש"ס	נ"ז
21171	משוואות דיפרנציאליות רגילות	3	1	4	3.5
61210	תכנון וניתוח אלגוריתמים	3	2	5	4.0
21318	מודלים סדרתיים במדע הנתונים	3	1	4	3.5
	קורס בחירה	3	1	4	3.5
	<b>סה"כ</b>	12	5	17	14.5

שנה ב', סמסטר קיץ

מס'	שם הקורס	שיעור	תרגול	ש"ס	נ"ז
21182	פונקציות מרוכבות	3	1	4	3.5
21208	אנליזה נומרית	4	2	6	5.0
	קורס בחירה	3	1	4	3.5
	לימודי תשתית	2	0	2	2.0
	<b>סה"כ</b>	12	4	16	14.0

שנה ג', סמסטר א'

מס'	שם הקורס	שיעור	תרגול	ש"ס	נ"ז
21173	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	3	1	4	3.5
21317	למידת מכונה	3	1	4	3.5
21184	עיבוד אותות	3	1	4	3.5
	קורס בחירה	3	1	4	3.5
	סה"כ	12	4	16	14.0

שנה ג', סמסטר ב'

מס'	שם הקורס	שיעור	תרגול	ש"ס	נ"ז
21185	מבוא לאנליזה מודרנית	3	1	4	3.5
21172	בניית מודלים מתמטיים א'	3	2	5	4.0
	קורס בחירה	3	1	4	3.5
	קורס בחירה	3	1	4	3.5
	סה"כ	12	5	17	14.5

שנה ג', סמס קיץ

מס'	שם הקורס	שיעור	תרגול	ש"ס	נ"ז
	קורס בחירה	3	1	4	3.5
	קורס בחירה	3	1	4	3.5
	סה"כ	6	2	8	7.0

122.5	144				סה"כ כללי
-------	-----	--	--	--	-----------

## רשימת קורסי בחירה עיקריים

### תחום - מולטימדיה

תנאי קדם	נ"ז	ש"ס	סוג שיעור		שם הקורס	מס' קורס
-	3.5	4	1	3	עיבוד תמונות	21187
	3.5	4	1	3	מבוא לעיבוד אותות דיבור	21186
עיבוד תמונה	3.5	4	1	3	ראיית מכונה	21526
אלגברה לינארית	3.5	4	1	3	ראייה ממוחשבת רבת מבטים	65214

### תחום - סטטיסטיקה ויישומיה

הסתברות וסטטיסטיקה	3.5	4	1	3	שיטות חזוי (Time Series)	21513
הסתברות וסטטיסטיקה	3.5	4	1	3	כלים מתמטיים לשוק המניות	21523
אינפי 2, הסתברות, אלגברה לינארית, אלגוריתמים באופטמזציה	3.5	4	1	3	הסקה סטטיסטית	21410
תכנות פייתון	3.5	4	1	3	הדמיית נתונים ככלי במחקר ופיתוח	21525

### תחום - סייבר

	3.5	4	1	3	מבוא לתורת ההצפנה א'	21521
	3.5	4	1	3	מבוא לתורת ההצפנה ב'	67001
	3.5	4	1	3	אבטחת מחשבים	67002
	3.5	4	1	3	אבטחת רשתות ומרשתת	67003

### תחום - משובצות מחשב

	3.5	4	1	3	אפיון ותכנות מ"מ	50223
	3.5	4	1	3	מבוא לארכיטקטורת מחשב	50229
	3.5	4	1	3	שפות תכנות חומרה VHDL	

### תחום - מערכות גיאוגרפיות

-	3.5	4	1	3	מערכות מידע גאוגרפי 1	21201
מבוא למערכות מידע גאוגרפי	3.5	4	1	3	מערכות מידע גאוגרפי 2	21202

**קורסי בחירה נוספים:**

תנאי קדם	נ"ז	ש"ס	סוג שיעור		שם הקורס	מס' קורס
	3.5	4	1	3	Java - תכנות בסביבת אינטרנט	65200
	3.5	4	1	3	בקרת מערכות לינאריות (אותו ומערכות)	21014
	3.5	4	1	3	עיבוד תמונות ביו-רפואיות	21408
משוואות דיפרנציאליות רגילות	3.5	4	1	3	סימולציה מתמטית	21407
טורי פורייה והתמרות אינטגרליות	3.5	4	1	3	ייצוגי Wavelet ויישומיהם	21303
מבוא לאנליזה מודרנית	3.5	4	1	3	תורת הקירובים	21310
-	3.5	4	1	3	אופטימיזציה סטוכסטית	21501
-	3.5	4	1	3	אופטימיזציה דיסקרטית ושיטות אלגבריות בגרפים	21503
משוואות דיפרנציאליות רגילות	3.5	4	1	3	מבוא לאלמנטים סופיים	21504
משוואות דיפרנציאליות רגילות (במקביל)	3.5	4	1	3	מבוא להנדסת חשמל	50090
מתמטיקה דיסקרטית או לוגיקה למדעי המחשב	3.5	4	1	3	מבוא ללוגיקה עמומה	65236
-	3.5	4	1	3	מבוא לכלכלה	70001
חשבון אינפיניטסימלי 2	3.5	4	1	3	מבוא לתורת הקטסטרופות	21517
	3.5	4	1	3	פרקים נבחרים במדעי החיים	
(ידע בסיסי בפיסיקה ) 4-5 יח"ל חשבון אינפיניטסימלי 1	3.5	4	1	3	פיזיקה 1	20148
פיסיקה 1, חשבון אינפיניטסימלי 2	3.5	4	1	3	פיזיקה 2	20157
תכנות מערכות אלגוריתמים ומבני נתונים	3.5	4	1	3	מערכות בסיסי נתונים	61303
-	3.5	4	1	3	נושאים מתקדמים בבקרה אופטימאלית	21512
תכנות מערכות או מבנה המחשב ותורת המיתוג	3.5	4	1	3	רשתות תקשורת מחשבים	61305
משוואות דיפרנציאליות רגילות	3.5	4	1	3	שיטות איכותיות למערכות דינמיות	21510
-	3.5	4	1	3	פרויקט לתעשייה 1	21203
פרויקט לתעשייה 1	3.5	4	1	3	פרויקט לתעשייה 2	21204
בניית מודלים מתמטיים א'	3.5	4	1	3	בניית מודלים מתמטיים ב'	21175
חשבון אינפיניטסימלי 2	3.5	4	1	3	מבוא לאנליזה נומרית	21167
מבוא לאנליזה נומרית	3.5	4	1	3	אנליזה נומרית 2	21170
טורי פורייה והתמרות אינטגרליות	3.5	4	1	3	שיטת bayes בעיבוד אותות ותמונות	21520

## המחלקה למדעי המחשב

המחלקה למדעי המחשב מכינה את בוגריה לקריירה בפיתוח טכנולוגיות, מוצרי תוכנה ויישומי מחשב. כל חברי הסגל הם חוקרים ומרצים בעלי מוניטין בינלאומי. הלימודים במחלקה למדעי המחשב מציבים לסטודנטים אתגרים אינטלקטואליים ומקצועיים המקנים להם ידע רב, מיומנויות מגוונות ויכולת לבצע תפקידים רבים בענפים שונים בתחומי המחשב. בוגרי המחלקה יוכלו להמשיך ללימודי תארים מתקדמים בתחומי המחשב או המדעים.

### ראש המחלקה: ד"ר יוליה קמפנר

### חברי סגל אקדמי תקני

פרופ' אלכסנדר בוכמן  
פרופ' יוג'ין מנדרסקו  
פרופ' סמרי ברנוב  
ד"ר איילת בוטמן  
ד"ר מיכל גורדון  
ד"ר ברוריה הברמן  
ד"ר ניסים הראל  
ד"ר יאיר ויסמן  
ד"ר מרק טרכטנברוט  
ד"ר מאיר כהן  
ד"ר אהובה מועלם  
ד"ר ולדימיר נודלמן  
ד"ר מרק קורנבליט

דוא"ל: [danitm@hit.ac.il](mailto:danitm@hit.ac.il)

דוא"ל: [meitals@hia.ac.il](mailto:meitals@hia.ac.il)

רכוזת המחלקה: דנית ממרוד- כהן

מייטל סנקש

בניין 8, חדרים 426, 422  
טלפון: 03-5026528

## תחומי התמחות של אנשי סגל במחלקה למדעי המחשב

שם המרצה	דרגה אקדמית	תחום התמחות
פרופ' אלכסנדר בוכמן	פרופ' חבר	לוגיקה למדעי המחשב ובינה מלאכותית
פרופ' יוג'ין מנדרסקו	פרופ' חבר	תורת הגרפים ומבנים קומבינטוריים אחרים (מטרוידים, גרידוידים)
פרופ' סמרי ברנוב	פרופ' מן המניין	מערכת CAD למעגלי VLSI, מודלים של מכונות בעלות מספר סופי של מצבים ומימוש חומרה, שפות תיאור חומרה
ד"ר איילת בוטמן	מרצה בכירה	אלגוריתמים להתאמת מחרוזות
ד"ר מיכל גורדון	מרצה בכירה	ממשקים טבעיים לתכנות, שפות תכנות, רובוטיים חברתיים ופיתוח טכנולוגיות להוראה.
ד"ר ברוריה הברמן	מורה בכירה	שימוש במבני נתונים אבסטרקטיים לייצוג ידע ופתרון בעיות בתכנות לוגי. תבניות אלגוריתמיות. תפיסת מושגים ופתרון בעיות במדעי המחשב. מודלים להוראה ולמידה לשיפור יכולות פתרון בעיות במדעי המחשב
ד"ר הראל ניסים	מרצה	כריית נתונים
ד"ר יאיר וייסמן	מרצה	מערכות הפעלה
ד"ר מרק טרכטנברוט	מרצה בכיר	שיטות פורמאליות לאפיון ולניתוח של התנהגות של מערכות זמן אמת. שיטות פורמאליות לבדיקות מונחות מודלים של מערכות תגובתיות מורכבות. שיטות וכלים ללימוד מרחוק של מדעי המחשב
ד"ר מאיר כהן		תפיסה חישובית - ראייה חישובית, שמיעה חישובית ולמידה חישובית
ד"ר אהובה מועלם	מרצה בכירה	אלגוריתמים בתורת המשחקים, פרסום מקוון, מחשוב ענן.
ד"ר ולדימיר נודלמן	מורה בכיר	שיטות ממוחשבות בהוראת מתמטיקה ומדעי מחשב. חיזוי מידע. שיטות וכלים ללימוד מדעי מחשב מרחוק. גרפיקה ממוחשבת
ד"ר מרק קורנבליט	מרצה	אופטימיזציה קומבינטורית. אלגוריתמים על רשתות וגרפים, תורת האמינות
ד"ר יוליה קמפנר	מרצה בכירה	אופטימיזציה קומבינטורית, אלגוריתמים על מבנים קומבינטוריים (גרידוידים)

## **B.Sc. תכנית הלימודים התלת-שנתית לתואר ראשון**

### **במדעי המחשב**

#### **מטרת התכנית**

התכנית מכשירה בוגרים שישתלבו בתחום המחשבים בתעשייה, בצד בוגרים שיפנו להמשך לימודים אקדמיים ולכיווני מחקר ופיתוח בתחום. בעולם ההיי-טק הטכנולוגי-המדעי המתפתח, הביקוש לבוגרי התכנית, שיהיו עם הכישורים המתאימים וההכשרה המתאימה, צפוי ללכת ולגדול והם עתידים למצוא את מקומם במגוון הולך וגדל של תפקידים בתעשייה. התכנית מציידת את בוגריה בגישה, בידע ובכלים, המאפשרים להם לפעול ולהתפתח לאורך שנים בתחום המחשבים, שבו הידע והטכנולוגיה מתחדשים בקצב מואץ.

#### **מאפייני התכנית**

תכנית הלימודים לתואר ראשון B.Sc במדעי המחשב מתמקדת בצרכים המיוחדים של התעשייה הישראלית, בתעשייה עתירת ידע (High Tech) ובצורכי האקדמיה המרכזיים. תכנית הלימודים מקנה ידע בסיסי תיאורטי ויישומי במדעי המחשב. בין הנושאים הנלמדים: אלגוריתמיקה - פתרון בעיות, תכנון וניתוח אלגוריתמים, הבנת מבנה המחשב ודרכי פעולתו, שפות תכנות, עקרונות וטכנולוגיות פיתוח של מערכות מורכבות, ושימושים של מדעי המחשב בתחומים שונים.

#### **מבנה התכנית**

הלימודים ברמה אוניברסיטאית נמשכים שלוש שנים על פני שישה סמסטרים במסלול הרגיל, ותשעה סמסטרים במסלול הגמיש.

היקף הלימודים בתכנית הוא 145 שעות סמסטריאליות (ש"ס), שהן 119.5 נקודות זכות (נ"ז). מתוכן ילמד התלמיד:

קורסים בסיסיים במתמטיקה	30 ש"ס	25.0 נ"ז
קורסי חובה במדעי המחשב	80 ש"ס	65.5 נ"ז
קורסי בחירה במדעי המחשב	28 ש"ס	21.0 נ"ז
לימודי תשתית	8 ש"ס	8.0 נ"ז
<b>סה"כ</b>	<b>146 ש"ס</b>	<b>119.5 נ"ז</b>

## **תשתיות**

המחלקה למדעי המחשב מעמידה לרשות התלמידים והחוקרים סביבות פיתוח מתקדמות. נוסף על אמצעי המחשוב של המכון עומדות לרשות המחלקה מספר מעבדות להוראה ולמחקר, אשר כוללים, בין השאר מעבדות לרובוטיקה ומערכות נבונות, VLSI – SoC, ראייה ממוחשבת, מערכות משובצות מחשב, וסיבר.

## **פירוט תכנית הלימודים**

הטבלאות הבאות יציגו את הקורסים בתכנית. טבלה המציגה את תכנית הלימודים לפי סמסטרים. בטבלה זו, לכל קורס מצוין: הסמסטר שבו יש ללמוד, מספר השעות הסמסטריאליות (ש"ס), אופן ההוראה (ש' - שיעור, ת' - תרגיל, שו"ת - שיעור ותרגיל, מ' - מעבדה), נקודות זכות (נ"ז), ודרישות הקדם. רשימת קורסי הבחירה. רשימת קורסי הריכוז. תכנית לימודים תלת-שנתית לפי המסלולים: מסלול רגיל ומסלול גמיש.



## תכנית הלימודים לתואר B.Sc. במדעי המחשב לפי סמטרים

מקרא: ש' - שיעור; ת' - תרגיל; מ' - מעבדה; ש"ס - שעות סמסטריאליות; נ"ז - נקודות זכות.

היקף הלימודים: 119.5 נקודות זכות (146 שעות סמיסטריאליות)

סמטר ב'			סמטר א'			שנה א'
נ"ז	ש"ס	שם הקורס	נ"ז	ש"ס	שם הקורס	
5.0	6	חשבון אינפיניטסימלי 2	6.5	8	חשבון אינפיניטסימלי 1	
3.5	4	מבוא להסתברות	5.0	6	מתמטיקה בדידה	
4.0	5	מבני נתונים	5.0	6	אלגברה ליניארית	
4.0	5	מבנה המחשב ותורת המיתוג	5.0	6	מבוא למדעי המחשב	
3.0	4	סדנה מתקדמת בתכנות				
2.0	2	לימודי תשתית				
21.5	26		21.5	26	סה"כ	
סמטר ב'			סמטר א'			שנה ב'
נ"ז	ש"ס	שם הקורס	נ"ז	ש"ס	שם הקורס	
3.5	4	מערכות הפעלה	3.5	4	תורת הגרפים	
4.0	5	אוטומטים ושפות פורמאליות	4.0	5	לוגיקה למדעי המחשב	
3.5	4	רשתות תקשורת מחשבים	2.5	3	ארגון המחשב ושפת סף	
4.0	5	תכנון וניתוח אלגוריתמים	4.0	5	מערכות בסיסי נתונים	
3.0	4	קורס בחירה	5.0	6	תכנות מונחה עצמים	
2.0	2	לימודי תשתית	2.0	2	לימודי תשתית	
20.0	24		21.0	25	סה"כ	
סמטר ב'			סמטר א'			שנה ג'
נ"ז	ש"ס	שם הקורס	נ"ז	ש"ס	שם הקורס	
3.5	4	תורת הקומפילציה	4.0	5	חשוביות וסיבוכיות	
12.0	16	4 קורסי בחירה	5.0	6	כלים מתמטיים	
2.0	2	לימוד תשתית	3.0	4	תכנות לוגי	
			6.0	8	2 קורסי בחירה	
17.5	22		18.0	23	סה"כ	

\* המכון שומר על הזכות לשנות את תכנית הלימודים ואת היצע קורסי הבחירה.

## קורסי בחירה

מס' הקורס	שם הקורס	נ"ז	ש"ס	דרישות קדם	
				מספר	שם
65235	גרפיקה ממוחשבת	3	4	20077 61307	אלגברה ליניארית תכנות מונחה עצמים
61204	תכנות מערכות	3	4	61104 61108	מבני נתונים סדנה מתקדמת בתכנות
65236	מבוא ללוגיקה עמומה	3	4	61301	לוגיקה למדעי מחשב
65212	ראייה ממוחשבת	3	4	61309 20019	תורת הגרפים הסתברות וסטטיסטיקה
65214	ראיה ממוחשבת רבת מבטים	3	4	20077	אלגברה ליניארית
64409	כריית נתונים	3	4	61108	סדנה מתקדמת בתכנות
60602	מערכות זמן אמת	3	4	61206	מערכות הפעלה
64444	בדיקות תוכנה	3	4	61307	תכנות מונחה עצמים
65335	דחיסת נתונים	3	4	61210	תכנון וניתוח אלגוריתמים
65313	תכנות מונחה עצמים בסביבת .NET ושפת c#	3	4	61307 61104	תכנות מונחה עצמים מבני נתונים
65333	פיתוח משחקי מחשב ב־XNA ותלת מימד באמצעות XNA	3	4	61104 61307	מבני נתונים תכנות מונחה עצמים
64332	תכנות יישומי באמצעות Design Patterns	3	4	61104 61307 65313	מבנה נתונים תכנות מונחה עצמים תכנות מונחה עצמים מתקדם בסביבת .NET
64333	טכנולוגיות אינטרנט מתקדמות	3	4	61305	רשתות תקשורת מחשבים
65334	עקרונות פיתוח אפליקציות משובצות לטלפוניה ניידת	3	4	61307	תכנות מונחה עצמים
65339	NLP עבוד שפה טבעית בעזרת מחשב	3	4	61307 21019 61210 61303	תכנות מונחה עצמים הסתברות וסטטיסטיקה תכנון וניתוח אלגוריתמים מערכות בסיסי נתונים
69983	רובטיקה למדעי המחשב	3	4	61104 61307	מבני נתונים תכנות מונחה עצמים
69998	אסטרטגיה ויזמות עסקית	3	4		
69999	יסודות התכנות בתכנות פונקציונלי	3	4		
61308	יסודות מערכות מידע	3	4	61303	מערכות בסיסי נתונים
21201	מבוא למערכות מידע גיאוגרפי	3	4		
21202	מערכות מידע גיאוגרפי 2	3	4	21202	מבוא למערכות מידע גיאוגרפי
21167	מבוא לאנליזה נומרית	3.5	4	20152	חשבון אינפיניטסימלי 2
21170	אנליזה נומרית	4	5	21167	מבוא לאנליזה נומרית

קורסי בחירה בריכוז

דרישות קדם		ריכוז בתכנון מערכות VLSI			מס' קורס
שם	מספר	ש"ס	נ"ז	שם קורס	
מבני נתונים מבנה המחשב ותורת המיתוג	61104 61203	4	3	מערכות ספרתיות	62301
מבני נתונים מבנה המח' ומיתוג	61104 61203	4	3	שפות תיאור חומרה	60931
שפות תיאור חומרה מערכות תיב"מ	60931 65311	4	3	ארכיטקטורה של מחשבים	60502
מבני נתונים מבנה המחשב ותורת המיתוג	61104 61203	4	3	מערכות תיב"מ וארכיטקטורות של מעגלי VLSI	65311

דרישות קדם		ריכוז בינה מלאכותית			מס' קורס
שם	מספר	ש"ס	נ"ז	שם קורס	
מתמטיקה בדידה	20066	4	3	בינה מלאכותית 1	65323
בינה מלאכותית 1	65323	4	3	בינה מלאכותית 2	69989
מבני נתונים תכנות לוגי	61104 61302	4	3	מערכות מומחה	65201

דרישות קדם		ריכוז בתכנות			מס' קורס
שם	מספר	ש"ס	נ"ז	שם קורס	
מבני נתונים תכנות מונחה עצמים	61104 61307	4	3	תכנות בסביבת האינטרנט	65200
רשתות תקשורת מחשבים	61305	4	3	שפות תכנות באינטרנט	64408
תכנות בסביבת האינטרנט	65200	4	3	פיתוח מערכות צד שרת בסביבת קוד פתוח	64410
תכנות מונחה עצמים תכנות בסביבת האינטרנט	61307 65200	4	3	פיתוח יישומיים לטלפונים ניידים חכמים	65336

דרישות קדם		ריכוז סייבר			מס' קורס
מס' קורס	מספר	ש"ס	נ"ז	שם קורס	
65330	61106	4	3	מבוא לתורת ההצפנה	65330
65337	61206 65330	4	3.5	אבטחת מחשבים	65337
65338	21019 61305	4	3.5	אבטחת רשתות ומרשתת	65338

## תכנית לימודים תלת-שנתית לפי מסלולים

### מסלול רגיל

סמטר ב'			סמטר א'			שנה
ש"ס	נ"ז	קורס	ש"ס	נ"ז	קורס	
6	5	חשבון אינפי 2	8	6.5	חשבון אינפי 1	א'
5	4	מבני נתונים	6	5	מתמטיקה בדידה	
4	3.5	מבוא להסתברות	6	5	אלגברה ליניארית	
5	4	מבנה המחשב ותורת המיתוג	6	5	מבוא למדעי המחשב	
4	3	סדנא מתקדמת בתכנות				
2	2	לימודי תשתית				
<b>26</b>	<b>21.5</b>	<b>סה"כ</b>	<b>26</b>	<b>21.5</b>	<b>סה"כ</b>	
סמטר ד'			סמטר ג'			ב'
ש"ס	נ"ז	קורס	ש"ס	נ"ז	קורס	
4	3.5	מערכות הפעלה	3	2.5	ארגון המחשב ושפת סף	
5	4	אוטומטים ושפות פורמאליות	5	4	לוגיקה למדעי המחשב	
5	4	תכנון וניתוח אלגוריתמים	5	4	מערכות בסיסי נתונים	
4	3.5	רשתות תקשורת מחשבים	4	3.5	תורת הגרפים	
4	3	קורס בחירה	6	5	תכנות מונחה עצמים	
2	2	לימודי תשתית	2	2	לימודי תשתית	
<b>24</b>	<b>20.0</b>	<b>סה"כ</b>	<b>25</b>	<b>21.0</b>	<b>סה"כ</b>	
סמטר ו'			סמטר ה'			ג'
ש"ס	נ"ז	קורס	ש"ס	נ"ז	קורס	
4	3.5	תורת הקומפילציה	5	4	חישוביות וסיבוכיות	
16	12	4 קורסי בחירה	6	5	כלים מתמטיים	
2	2	לימודי תשתית	4	3	תכנות לוגי	
			8	6	2 קורסי בחירה	
<b>22</b>	<b>17.5</b>	<b>סה"כ</b>	<b>23</b>	<b>18.0</b>	<b>סה"כ</b>	

## מסלול גמיש

מסטר ב'			מסטר א'			שנה
ש"ס	נ"ז	קורס	ש"ס	נ"ז	קורס	
6	5	חשבון אינפי 2	8	6.5	חשבון אינפי 1	א'
6	5	אלגברה ליניארית	2	2	לימודי תשתית	
6	5	מתמטיקה בדידה	6	5	מבוא למדעי המחשב	
<b>18</b>	<b>15.0</b>	<b>סה"כ</b>	<b>16</b>	<b>13.5</b>	<b>סה"כ</b>	
			<b>מסטר ג'</b>			
ש"ס	נ"ז	קורס				
5	4	מבנה המחשב ותורת המיתוג				
5	4	מבני נתונים				
4	3	סדנא מתקדמת בתכנות				
<b>14</b>	<b>11.0</b>	<b>סה"כ</b>				
						ב'
מסטר ה'			מסטר ד'			
ש"ס	נ"ז	קורס	ש"ס	נ"ז	קורס	
5	4	מערכות בסיסי נתונים	3	2.5	ארגון המחשב ושפת סף	
5	4	תכנון וניתוח אלגוריתמים	5	4	לוגיקה למדעי המחשב	
4	3.5	מערכות הפעלה	6	5	תכנות מונחה עצמים	
4	3.5	רשתות תקשורת מחשבים	4	3.5	תורת הגרפים	
<b>18</b>	<b>15.0</b>	<b>סה"כ</b>	<b>18</b>	<b>15.0</b>	<b>סה"כ</b>	
			<b>מסטר ו'</b>			
ש"ס	נ"ז	קורס				
5	4	אוטומטים ושפות פורמאליות				
4	3	קורס בחירה				
4	3.5	מבוא להסתברות				
<b>13</b>	<b>10.5</b>	<b>סה"כ</b>				
						ג'
מסטר ח'			מסטר ז'			
ש"ס	נ"ז	קורס	ש"ס	נ"ז	קורס	
4	3.5	תורת הקומפילציה	5	4	חישוביות וסיבוכיות	
8	6	2 קורסי בחירה	6	5	כלים מתמטיים	
4	3	תכנות לוגי	4	3	קורס בחירה	
2	2	לימודי תשתית	2	2	לימודי תשתית	
<b>18</b>	<b>14.5</b>	<b>סה"כ</b>	<b>17</b>	<b>14.0</b>	<b>סה"כ</b>	
			<b>מסטר ט'</b>			
ש"ס	נ"ז	קורס				
12	9	3 קורסי בחירה				
2	2	לימודי תשתית				
<b>14</b>	<b>11.0</b>	<b>סה"כ</b>				

## המחלקה לפיסיקה

### ראש המחלקה: פרופ' אמנון פרוכטמן

#### חברי הסגל האקדמי התקני

פרופ' בוריס פיינברג	ד"ר אלה זאק
פרופ' איליה ריפס	ד"ר אלכסנדר לייכטמן
פרופ' לב רפופרט	ד"ר יעקב (קובי) קראוס

#### מבוא

המחלקה לפיסיקה מקיימת פעילות הוראה, מחקר ופיתוח, וכן טיפוח קשרים מקצועיים עם התעשייה, במטרה ללמוד את הבעיות המקצועיות בתעשייה ולמצוא להן פתרונות הולמים. במחלקה פועלים מרכזי מחקר והוראה יישומיים בעלי אוריינטציה תעשייתית, כמו המעבדה למיקרוסקופ אלקטרוני והמעבדה לשכבות דקות של מוליכי על.

#### פעילות מדעית

במחלקה מתקיים החל משנת 1996, סמינר בפיסיקה, שבמסגרתם ניתנו כ-150 הרצאות ע"י פיסיקאים מאוניברסיטאות וממרכזי מחקר מארה"ב, גרמניה, צרפת, פולין, אוקראינה, ישראל ועוד. הסגל האקדמי במחלקה מקיים מערכת קשרים מדעיים עם מוסדות אוניברסיטאיים ומחקריים בארץ ובחו"ל. חברי המחלקה זוכים במענקי מחקר יוקרתיים מן הקרן הלאומית למדע בישראל, ומן הקרן הדו-לאומית ארה"ב-ישראל, ממשרד המדע ועוד.

#### מעבדות

מעבדה למיקרוסקופ אטומי	מעבדה לפיסיקה 1
מעבדה למיקרוסקופ אלקטרוני	מעבדה לפיסיקה 2
מעבדה לטריבולוגיה	מעבדה לפלסמה
מעבדה לשכבות דקות של מוליכי על	מעבדה לטכנולוגיות מיפוי ו-GIS

רכזת המחלקה: **גב' לאה שוחמי**

בניין 8, חדר 421

טל' 5026565 פקס 5026619

דוא"ל: [leas@hit.ac.il](mailto:leas@hit.ac.il)

## תוכן הקורסים הניתנים לפקולטות שונות ע"י המחלקה לפיסיקה

הסילבוסים מסודרים בסדר עולה של מספרי הקורסים

### 20037 – מעבדה לפיסיקה 2 למהנדסים –

#### Physics Lab. 2 for Engineers

אופן הוראה: מעבדה

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 1.5

דרישות קדם: פיסיקה 2 למהנדסים

הנושאים שיילמדו בקורס:

הסטודנט נדרש לבצע את הניסויים הבאים: עדשות דקות, מכשירים אופטיים, ספקטרומטר, התאבכות קיטוב, לייזר, מדידת צפיפות מטען, ניסוי פרנק-הרץ, אפקט פוטו-אלקטרי, מיקרוגלים, מיפוי שדה חשמלי, אפקט Hall. תנועות אלקטרונים בשדה חשמלי ובשדה מגנטי.

ספרי לימוד:

D. Halliday, R. Resnick, and K. S. Krane, "Physics", 4th ed. J.Wiley, 1992. Vols. 1, 2.

M. Alonso and E. J. Finn, Fundamental University Physics, Vol. 1 and Vol. 3, Addison-Wesley.

Hecht, "Optics", 2d Ed.

### 20148 – פיסיקה 1 למהנדסים –

#### Physics 1 for Engineers

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: ידע בסיסי בפיסיקה (4-5 יח"ל) חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים (במקביל)

הנושאים שיילמדו בקורס:

מכניקה קלאסית

קינמטיקה של תנועה קווית. אינטגרציה של משוואות התנועה. דינמיקה קלאסית. חוקי ניוטון. מערכות הייחוס האינרציאליות. חוק שימור התנע. כוחות משמרים ולא משמרים. חיכוך סטטי וקינטי. חוק שימור האנרגיה. התנגשויות אלסטיות, אי-אלסטיות ופולסטיות. התנגשויות בדו-מימד. קינמטיקה ודינמיקה של תנועה סיבובית. מערכת רב-גופית. מרכז המסה. מומנט ההתמדה. משפט שטיינר (Steiner). תנועה סיבובית של גוף קשיח. גלגול ללא החלקה. תנע זוויתי. מומנט כוח. חוק שימור של התנע הזוויתי. תנועה הרמונית פשוטה. מושג של מסה מצומצמת. תרמודינמיקה

כמות חום וטמפרטורה, תהליכי מעבר חום. החוק הראשון של תרמודינמיקה. גז אידיאלי. התורה הקינטית של הגזים. משוואת המצב של הגז האידיאלי. תהליכים בסיסיים: איזוכורי (נפח קבוע), איזוברי (לחץ קבוע), איזותרמי (טמפרטורה קבועה) ואדיאבטי. תהליכים הפיכים ובלתי הפיכים. החוק השני של תרמודינמיקה. הולכת חום, חוק הקירור. התפשטות תרמית.

ספרי לימוד:

למכניקה קלאסית

D. Halliday, R. Resnick, and K. S. Krane, "Physics", 5th ed. J. Wiley, 2002.

Vol. 1. Chapters 1 – 13, 17.

M. Alonso and E. J. Finn, "Fundamental University Physics", Addison-Wesley Publ. Co, 1992. Vol. 1. Chapters 1 – 10, 12, 13.

H. D. Young and R. A. Freedman, "Sears and Zemansky's University Physics", 12th ed. Addison-Wesley Publ. Co, 2008. Chapters 1 – 10, 13.

"מכניקה", יח' 1 - 5. הוצאת האוניברסיטה הפתוחה, 1979.

"מכניקה", יח' 6 - 9. הוצאת האוניברסיטה הפתוחה, 1980.

לתרמודינמיקה

D. Halliday, R. Resnick and K. S. Krane, "Physics", 5th ed. J. Wiley, 2002.

Vol. 1. Chapters 21 - 24.

H. D. Young and R. A. Freedman, "Sears and Zemansky's University Physics", 12th ed. Addison-Wesley Publ. Co, 2008. Chapters 17 - 20.

G. J. van Wylen and R. E. Sonntag, "Fundamentals of Classical Thermodynamics",

3rd ed. J. Wiley, 1985. Chapters 1 - 7.

ח. ברוקר, ח. גולדרינג, צ. גלר, א. גניאל "מבוא לתרמודינמיקה". הוצאת מכון ויצמן למדע, 1989.

## 20150 – פיסיקה 3 למהנדסים –

### Physics 3 for Engineers

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: פיסיקה 2 למהנדסים, חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים, משוואות דיפרנציאליות רגילות למהנדסים

הנושאים שיילמדו בקורס:

מבוא לתורת הקוונטים: ראשיתה של תורת הקוונטים. האפקט הפוטואלקטרי, פוטונים.

קרינת גוף שחור. חוקי סטפן - בולצמן, ויין, ראיילי, פלנק. סטטיסטיקת בוז-איינשטיין.

ניסוי פרנק-הרץ. אורך גל דה-ברולי. עקרון אי-הוודאות של הייזנברג. מכניקה קוונטית,

משוואת שרדינגר, בור פוטנציאל (חד ותלת מימדי) ורמות אנרגיה. מתנד הרמוני.

אטום המימן. תורת בוהר. קוואנטיזציה של התנע הזוויתי. עקרון פאולי. סטטיסטיקת פרמי-

דירק. המבנה האלקטרוני של יסודות בטבלה המחזורית.



תורת היחסות הפרטית: עקרון היחסות. טרנספורמציות לורנץ. התארכות הזמן והתכווצות האורך. חוקי טרנספורמציה של מהירות. דינמיקה של תורת היחסות: תנע ואנרגיה. מסת מנוחה. התנגשויות אלסטיות. אפקט קומפטון (Compton).

לתורת היחסות הפרטית:

י. שדמי: "תורת היחסות", "מבוא למדעי הטבע", בהוצאת האוניברסיטה הפתוחה.  
"מכניקה", יח' 10-12, בהוצאת האוניברסיטה הפתוחה.

ספרות מומלצת:

לתורת הקוונטים:

D. Halliday, R. Resnick and K.S. Krane, "Physics", 4-th ed. J. Wiley, 1992. Vol. 2. Chapters 22 - 26.

M. Alonso and E.J. Finn, "Fundamental University Physics", Addison-Wesley Publ. Co, 1992. Vol. 3. Chapters 14-19; 22,23.

R. Eisberg and R. Resnick, "Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei and Particles", 2-nd ed. J. Wiley, 1985. Chapters 4 - 10.

J. Brehm and W.J. Mullin, "Introduction to the Structure of Matter. A Course in Modern Physics". J. Wiley, 1989. Chapters 1 - 8.

H. D. Young and R. A. Freedman University Physics, Pearson 12th Ed., 2008.  
"פרקים בפיסיקה מודרנית", יח' 1-11. הוצאת האוניברסיטה הפתוחה, 1980.

לתורת היחסות הפרטית:

D. Halliday, R. Resnick and K.S. Krane, "Physics", 4-th ed. J. Wiley, 1992. Vol. 1. Chapter 21.

M. Alonso and E.J. Finn, "Fundamental University Physics", Addison-Wesley Publ. Co, 1992. Vol. 2. Chapters 14-19; 22, 23.

D. Bohm, "Special Theory of Relativity", 3-rd ed. Addison-Wesley Publ. Co, 1967. Chapters 24 – 37; 41, 42.

י. שדמי, "תורת היחסות הפרטית". המכון לאמצעי הוראה, 1969.  
"מכניקה", יח' 10-12. הוצאת האוניברסיטה הפתוחה, 1984.

## 20156 – מעבדה לפיסיקה 1 למהנדסים –

### Physics Lab. 1 for Engineers

אופן הוראה: מעבדה

שעות שבועיות: 2

נקודות זכות: 1

דרישות קדם: פיסיקה 1 למהנדסים

הנושאים שיילמדו בקורס:

הסטודנט נדרש לבצע את הניסויים הבאים: הידרוסטטיקה, מתח פנים, משוואת המצב של גז אידיאלי, צמיגות, חום סגולי, מוליכות חום, מטוטלת, תנועה הרמונית, סדרת ניסויים ממוחשבים במכניקה (מסילת אוויר, וכו').

ספרי לימוד:

D. Halliday, R. Resnick, and K. S. Krane, "Physics", 4th ed. J.Wiley, 1992.

Vols. 1,2.

M. Alonso and E.J. Finn, "Fundamental University Physics", Addison-Wesley Publ. Co, 1992. Vol. 2. Chapters 14 – 19, 22 - 23.

C. Melissinos, "Experiments in Modern Physics".

## 20157 – פיסיקה 2 למהנדסים-

### Physics 2 for Engineers

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 6 (שיעור - 4, תרגיל - 2)

נקודות זכות: 5

דרישות קדם: פיסיקה 1 למהנדסים, חשבון אינפיניטימלי 2 למהנדסים (במקביל)

הנושאים שיילמדו בקורס:

#### חשמל

שדה חשמלי, פוטנציאל חשמלי, שטף של וקטור, חוק גאוס, מקדם דיאלקטרי  $\epsilon$ . שדה מגנטי, כח לורנץ. חוק ביו-סאוואר, חוק אמפר. השראות אלקטרומגנטית וחוק פאראדיי - לנץ. תכונות מגנטיות של חומרים, פרמיאביליות  $\mu$ . תנודות אלקטרומגנטיות וזרם חילופין (מעגלי R,L,C). משוואות מקסוול (חוק גאוס בצורה דיפרנציאלית עם דיברגנס, משוואת פואסון).

#### התורה האלקטרומגנטית של האור

גלים בתווך אלסטי. מושגים בסיסיים: חזית הגל, מימד, גלי אורך וגלי רוחב. מהירות מופע. תופעת דופלר (לגלי קול). יישום משוואות מקסוול: גלים אלקטרומגנטיים, העברת האנרגיה ווקטור פוינטינג  $\mathbf{W}/\mathbf{m}^2$ , גל עומד (מהוד). ספקטרום האור, קוהרנטיות האור. עקרונות האופטיקה הגיאומטרית: עקרון פרמה (Fermat) ועקרון הויגנס (Huygens). התאבכות. הניסוי של יונג. התאבכות בשכבות דקות. עקיפה בסדק, עקיפה בשני סדקים. סריג עקיפה, קריטריון ריילי, קיטוב (לוחית רבע גל, דסקית איירי). מעבר בין תווכים והחזרת אור. משוואות פרנל לפגיעה ניצבת. זווית ברוסטר וזווית החזרה מלאה.

ספרי לימוד:

D. Halliday, R. Resnick and K.S. Krane, "Physics", 5-th ed.

J. Wiley, 2002. Vol. 1. Chapters 18 – 19. Vol. 2. Chapters 25 - 43.

M. Alonso and E.J. Finn, "Fundamental University Physics",

Addison-Wesley Publ. Co, 1992. Vol. 2. Chapters 14 - 19; 22 - 23.

H.D. Young and R.A. Freedman, "Sears and Zemansky's University Physics",

12-th ed. Addison-Wesley Publ. Co, 2002. Chapters 15 – 16, 21 - 36.

י. אשל, "חשמל ומגנטיות". הוצאת "אשל", 1993.

"מבוא לאופטיקה קלאסית ומודרנית", כרך ב'. הוצאת האוניברסיטה הפתוחה, 1997.

## 20163 - פיסיקה 1 לניהול טכנולוגיה –

### Physics 1 for Management of Technology

אופן ההוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: ידע בפיסיקה (בהיקף של 4-5 יח"ל), חשבון אנפיניטסמלי 1 לניהול טכנולוגיה

הנושאים שיילמדו בקורס:  
אופטיקה גיאומטרית  
חוק ההחזרה, מראות מישוריות ומראות כדוריות.  
חוק השבירה, עדשות דקות.

מכניקה  
קינמאטיקה של תנועה קווית. אינטגרציה של משוואות התנועה.  
דינאמיקה קלאסית. חוקי ניוטון. מערכות הייחוס האינרציאליות.  
חוק שימור התנע.  
כוחות משמרים ולא משמרים. חיכוך סטטי וקינטי.  
חוק שימור האנרגיה.  
התנגשויות אלסטיות, אי-אלסטיות ופולסטיות.  
קינמאטיקה ודינאמיקה של תנועה סיבובית.  
מערכת רב-גופית. מרכז המסה. מומנט ההתמדה. משפט שטיינר (Steiner).  
תנועה סיבובית של גוף קשיח. מומנט כוח.  
תנועה הרמונית פשוטה.

ספרי לימוד:

לאופטיקה גיאומטרית:

D. Halliday, R. Resnick, and K. S. Krane, "Physics", 5th ed. J. Wiley, 2002.  
Vol. 2, Chapters 39 - 40.  
D. Halliday, R. Resnick, and J. Walker, "Fundamentals of Physics", 8th ed. J.  
Wiley, 2007. Chapters 33 - 34.  
"מבוא לאופטיקה קלאסית ומודרנית", כרך א'. הוצאת האוניברסיטה הפתוחה, 1997.  
ד"ר י. אשל, "גלים ואופטיקה". הוצאת "אשל", 1990.

למכניקה:

D. Halliday, R. Resnick, and K. S. Krane, "Physics", 5th ed. J. Wiley, 2002.  
Vol. 1, Chapters 1 – 16.  
D. Halliday, R. Resnick, and J. Walker, "Fundamentals of Physics", 8th ed. J.  
Wiley, 2007. Chapters 1 – 11.  
"מכניקה", יח' 1 - 5. הוצאת האוניברסיטה הפתוחה, 1979.  
"מכניקה", יח' 6 - 9. הוצאת האוניברסיטה הפתוחה, 1980.

Physics 2 for Management of Technology

אופן ההוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: פיסיקה 1 לניהול טכנולוגיה

הנושאים שיילמדו בקורס:  
חשמל

מטען חשמלי, חוק קולון, שדה חשמלי, פוטנציאל חשמלי, שטף של וקטור, חוק גאוס.  
שדה מגנטי, כח לורנץ.  
השראות אלקטרומגנטית וחוק פאראדיי - לנץ.

גלים והתורה האלקטרומגנטית של האור  
גלים בתווך אלסטי. מושגים בסיסיים: חזית של הגל, מימד, גלי אורך וגלי רוחב.  
מהירות מופע. גלים אלקטרומגנטיים, ספקטרום האור.  
קוהרנטיות של האור.  
התאבכות. הניסוי של יונג.  
התאבכות משכבות דקות.  
עקיפה מסדק, עקיפה משני סדקים.

ספרי לימוד:

R. Resnick, D. Halliday, and K. S. Krane, "Physics", Wiley, 5th ed., 2002.

H. D. Young and R. A. Freedman, "Sears and Zemansky's University  
Physics" 12th ed., Addison-Wesley Publ. Co, 2002.

י. אשל, "חשמל ומגנטיות". הוצאת "אשל", 1993.  
"מבוא לאופטיקה קלאסית ומודרנית", כרך ב'. הוצאת האוניברסיטה הפתוחה, 1997.

55043 - תורת הקוונטים לננו- ומיקרו- אלקטרוניקה אופטית

Quantum Theory for Nano- and Micro- Optoelectronics

היקף הקורס: סמסטר אחד  
אופן ההוראה: ש"ת (35 שעות הרצאה + 7 שעות תרגול)  
ש"ש: 3  
נ"ז: 3  
דרישות קדם: "פיסיקה-3" (20150).

הנושאים שיילמדו בקורס:

(א) בסיס עיוני של תורת הקוונטים

סקירה של מכאניקה קוונטית. אופרטורים. פונקציות עצמיות וערכים עצמיים. סימונים של  
דיראק (Dirac). הצגה של מטריצות. פונקציות הגל localized ו-delocalized. חלקיק  
בבור פוטנציאל בעומק סופי. תנאי לקיום של מצב קשור בבור פוטנציאל. קירוב קוואזי-  
קלאסי (quasi-classical). פיזור במכאניקה קוונטית. מנהור דרך מחסום פוטנציאל.  
מתנד הרמוני. רמות האנרגיה ופונקציות הגל. אופרטורים של יצירה והריסה. מצבים

קוהרנטיים. תורת ההפרעות בלתי תלויות בזמן בלי ועם ניוון. מתנד לא-הרמוני (anharmonic oscillator). הפרעות תלויות בזמן. הסתברות של מעבר ביו הרמות האנרגיה העמידות של המערכת הקוונטית. כלל הזהב של פרמי (Fermi Golden Rule).

(ב) מבוא לפיסיקה של מצב מוצק

סימטריה טראנסלטורית (translational) של הגבישים. שריג בראווה (Bravais).

פונקציות מחזוריות. שריג הפוך. קוואזי-תנע (quasi-momentum). פסי ברילואן (Brillouin). משפט בלוך (Bloch). תנאי שפה של בורן-פון קרמן (Born-von Karman). צפיפות המצבים האלקטרוניים. אלקטרונים במתכות. מודל של פסים. אלקטרונים כמעט חופשיים. המסה האפקטיבית. משטח פרמי. פס הערכיות, פס ההולכה ופס האסור. מצבים אלקטרוניים במולקולות. קשרים יוניים וקוולנטיים (covalent). קירוב MO LCAO (עם דוגמאות). קירוב של הקשר החזק (tight-binding approximation) במוצקים. מצבים אלקטרוניים בננו-חלקיקים ובננו-צינורות (nano-tubes). מצבים אלקטרוניים של גרפאן (graphene). מכאניקה סטטיסטית של האלקטרונים. התפלגות של פרמי-דיראק (Fermi-Dirac). מערכות מזוסקופיות (mesoscopic). רמות האנרגיה. מוליכות במערכות המזוסקופיות (נוסחת לנדאואר). נקודות קוונטיות (quantum dots), בורות קוונטיים (quantum wells) ותיילים קוונטיים (quantum wires). שיטות הכנה. רמות האנרגיה האלקטרוניות וספקטרום.

(ג) מכשירים אלקטרוניים קוונטיים מבוססים על quantum wells, quantum dots, ו- quantum wires

לייזרים על בסיס בורות קוונטיים (quantum wells). אוסצילטורים ומתגים על בסיס בורות קוונטיים. גלאים על בסיס בורות קוונטיים. מכשירים על בסיס האפקט האלקטרו-אופטי העצמי (SEED) Single-mode לייזרים על בסיס נקודות קוונטיות (QD). Mode-locked לייזרים על בסיס נקודות קוונטיות (QD). טרנזיסטור אופטי על בסיס בנקודות קוונטיות (QD). מתגים על בסיס נקודות קוונטיות (QD).

ספרי לימוד:

- D.J. Griffiths, "Introduction to Quantum Mechanics", 2-nd ed. Prentice-Hall/Pearson, 2005.  
S. Gasiorovich, "Quantum Physics", 3-rd ed. J. Wiley, 2003.  
Y. Peleg, R. Pnini and E. Zaarur, "Sham's Outline of Theory and Problems of Quantum Mechanics", McGraw-Hill, 1998.  
C. Kittel, "Introduction to Solid State Physics". 8-th ed. J. Wiley, 2004.  
J.M. Ziman, "Principles of the Theory of Solids". 2-nd ed Camb. Univ. Press. 1979.  
N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, "Solid State Physics". Brooks Cole Publ. Co. 1976.  
M. Katsnelson, "Graphene: Carbon in Two Dimensions". Camb. Univ. Press, 2012.  
P. Harrison, "Quantum Wells, Wires and Dots: Theoretical and Computational Physics of Nanostructures". 3-rd ed. J. Wiley, 2010.  
"Quantum Dot Devices (Lecture Notes in Nanoscale Science and Technology)". Ed. Z. M. Wang. Springer, 2012.  
"פרקים בפיסיקה מודרנית", יח' 1-11. הוצאת האוניברסיטה הפתוחה, 1980.

# הקורסים (סילבוסים) המתקיימים במחלקה למתמטיקה שימושית

## קורסי חובה במתמטיקה שימושית

### 20019 - הסתברות וסטטיסטיקה

#### Probability and Statistics

אופן ההוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: חשבון אינפיניטסימלי 1

הנושאים שיילמדו בקורס:  
הסתברות: מרחב המדגם, מאורע, מאורעות זרים, אקסיומות וחוקי הסתברות בסיסיים, הסתברות מותנית, הסתברות שלמה ונוסחת בייס.  
קומבינטוריקה: עקרונות החיבור והכפל, מדגמים סדורים ולא סדורים, בחירות. המקדמים הבינומיים, הבינום של ניוטון.  
משתנה מקרי בדיד: מושגים בסיסיים, תוחלת ושונות. התפלגות אחידה, בינומית, גיאומטרית ובינומית שלילית, התפלגות היפרגיאומטרית, התפלגות פואסונית.  
משתנה מקרי רציף: מושגים בסיסיים, פונקציית התפלגות מצטברת ופונקציית צפיפות, תוחלת ושונות. התפלגות אחידה, התפלגות נורמלית, התפלגות מעריכית והקשר להתפלגות פואסונית, תכונת חוסר הזיכרון.  
משתנה מקרי דו מימדי: התפלגויות משותפות ושוליות, אי תלות, קווריאנס ומקדם המתאם, משתנים מקריים בלתי מתואמים.  
משפטי גבול: אי שוויון מרקוב וצ'בישב. משפט הגבול המרכזי, החוק החלש של המספרים הגדולים.

ספרי לימוד:

שלדון, ר. הסתברות – קורס ראשון. מהדורה חמישית: האוניברסיטה הפתוחה, 2001.  
Ross, S. A First Course in Probability. 6th ed., Prentice Hall, 2002.  
Ross, S. Introduction to Probability Models. 8th ed., Academic Press, 2003.  
Grinstead, C.M. and Snell, J.L. Introduction to Probability, 2nd ed., AMS, 1997.

### 20077 - אלגברה לינארית

#### Linear Algebra

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 6 (שיעור - 4, תרגיל - 2)  
נקודות זכות: 5  
דרישות קדם: אין

הנושאים שילמדו בקורס:  
אלגברה וקטורית: חיבור, כפל בסקלר, מכפלה סקלרית ואורתוגונאליות, מכפלה וקטורית במרחב, מכפלה מעורבת.  
גיאומטריה אנליטית במישור ובמרחב: ישרים ומישורים במרחב הדו-ממדי והתלת-ממדי. היטלים ומרחקים.

שדות: הגדרה ותכונות יסודיות, מספרים מרוכבים ושדות סופיים.  
מערכת משוואות ליניאריות: שיטת החילוף של גאוס, פעולות שורה אלמנטריות, פתרון  
וחקירת מערכות משוואות ליניאריות  
מטריצות: מושגים יסודיים, אלגברה של מטריצות. גדלים הקשורים למטריצות ומטריצות  
מיוחדות. מטריצה הפיכה ומטריצות אלמנטריות.  
דטרמיננטות: הגדרת דטרמיננטה, הוכחת תכונות יסודיות של דטרמיננטות, המטריצה  
המצורפת, כלל קרמר.  
מרחב ווקטורי: תתי-מרחבים, תלות לינארית, בסיס ומימד, חיתוך וסכום של תתי-מרחבים  
ומשפט המימד, דרגה של מטריצה.  
העתקות לינאריות: הגדרה, הוכחת תכונות יסודיות, גרעין ותמונה ותכונותיהן, חד-חד-  
ערכיות ועל. ייצוג מטריציאלי של העתקות לינאריות, מטריצות מעבר.  
ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים: פולינום אופייני, לכסון מטריצות.

ספרי לימוד:

א. יעקובוב, ד. גולדשטיין, ד. גרבר, ר. שקליאר, אלגברה ליניארית - תיאוריה, תרגילים  
ופתרונות. 2006.  
o. ליפשיץ, אלגברה ליניארית. הוצאת סטימצקי, האוניברסיטה הפתוחה, 1993.  
Lay, D. Linear Algebra and its Applications. Addison – Wesley Pub. Comp.,  
1991.  
Anton, H. Elementary Linear Algebra. Wiley, 1998.

## 20151 - חשבון אינפיניטסימלי 1 -

### Calculus 1

אופן ההוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 8 (שיעור - 5, תרגיל - 3)  
נקודות זכות: 6.5  
דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:

מבוא: אלמנטים של תורת הקבוצות, חסם עליון וחסם תחתון. סדרות: גבול הסדרה,  
אריתמטיקה גבולות, סדרות מונוטוניות וחסומות, מספר  $e$ . פונקציות: מושג הפונקציה,  
פונקציות אלמנטאריות, פעולות בפונקציות, פונקציות היפרבוליות, פונקציות הפוכות,  
פונקציות וגרפים. גבולות ורציפות: הגדרות גבול, גבול חד-צדדי, אריתמטיקה גבולות, תנאים  
מספיקים לקיום הגבול, גבולות מיוחדים, רציפות של פונקציה, אי-רציפות, מיון האי-רציפות,  
תכונות של פונקציות הרציפות בקטע סגור. נגזרת ודיפרנציאל: הגדרת הנגזרת, טבלת  
הנגזרות, תכונות יסודיות, הנגזרות של פונקציות סתומות, הפוכות, פרמטריות, כלל שרשרת,  
דיפרנציאל, תכונות יסודיות, חישוב בקירוב, נגזרות ודיפרנציאלים מסדר גבוה, פולינום  
טיילור. משפטים יסודיים של החשבון הדיפרנציאלי: משפטי פרמה, רול, לגרנז', קושי, טיילור,  
כלל לופיטל. חקירת פונקציה: תחומח עליה וירידה, מינימום ומקסימום, קמירות, קעירות,  
אסימפטוטה, גרף של פונקציה. אינטגרל אי-מסוים: פונקציה קדומה, תכונות יסודיות, טבלת  
האינטגרלים, תכונות של האינטגרל האי-מסוים, אינטגרציה עם הצבה, אינטגרציה בחלקים,  
פונקציות רציונאליות, אינטגרציית שברים חלקיים, פירוק הפונקציות הרציונאליות לשברים  
חלקיים, אינטגרציית ביטוים הכוללים פונקציות טריגונומטריות, אינטגרציית ביטוים הכוללים  
שורשים. אינטגרל מסוים: תכונות יסודיות, משפטים יסודיים של החשבון האינטגרלי, יישומי  
האינטגרל המסוים: חישוב שטחים, נפחי גוף סיבוב, אורך קשת. אינטגרל לא אמיתי מסוג  
ראשון ושני.



ספרי לימוד:

יעקובזון, פיאנה, טולדנו, דבורה, שוחט, דוד, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי במשתנה אחד, מאגנס/ האוניברסיטה העברית, תשס"ט 2008.  
אנטון, הווארד, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי א', האוניברסיטה הפתוחה, תשנ"ז.  
אנטון, הווארד, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי ב', האוניברסיטה הפתוחה, תשנ"ז.  
קון, בן-ציון, חדו"א 1: [תאוריה ותרגילים], בק-ספרי לימוד, 1993  
Walker, Peter, Examples and Theorems in Analysis, Springer, 2004,

## 20152 - חשבון אינפיניטסימלי 2 -

### Calculus 2

אופן ההוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 6 (שיעור - 4, תרגיל - 2)  
נקודות זכות: 5  
דרישות קדם: חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים

הנושאים שיילמדו בקורס:  
פונקציות של יותר ממשתנה אחד: מושג פונקציה, קווי הרמה, גבול ורציפות, נגזרת חלקית, דיפרנציאל שלם וקירובים ליניאריים, כלל השרשרת, נגזרות כיווניות וגרדינט, מישור משיק ונורמל. נגזרת של פונקציה סתומה, קיצון מקומי, מוחלט ובתנאי, שיטת כופלי לגרנז'.  
אינטגרלים כפולים ומשולשים: הגדרות והתכונות היסודיות. אינטגרל חוזר. חישוב האינטגרלים בקואורדינטות קרטזיות ובעזרת החלפת המשתנים: בקואורדינטות קוטביות, גליליות וכדוריות. שימושים גיאומטריים ופיסיקליים.  
אינטגרל קווי: אינטגרל קווי מסוג ראשון ומסוג שני. ישומים של אינטגרל קווי. תלות של אינטגרל קווי מסוג שני במסילה, משפט גרין.  
אינטגרל משטחי מסוג ראשון ומסוג שני. שטח המשטח. שטף.  
אנליזה וקטורית: שדה סקלרי, שדה וקטורי, גרדינט, דיורגנץ ורוטור. משפטי גאוס וסטוקס.

ספרי לימוד:

אברמוביץ, בומה, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי במשתנים אחדים, מאגנס/ האוניברסיטה העברית, תשס"ח 2008.  
אנטון, הווארד, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי א', האוניברסיטה הפתוחה, תשנ"ז.  
אנטון, הווארד, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי ב', האוניברסיטה הפתוחה, תשנ"ז.  
קון, בן-ציון, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 2: תאוריה ותרגילים, בק-ספרי לימוד, 1992.  
Walker, Peter, Examples and Theorems in Analysis, Springer, 2004.

## 21166 - מתמטיקה דיסקרטית למתמטיקה שימושית -

### Discrete Mathematics for Applied Mathematics

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:  
אינדוקציה מתמטית: תיאוריה ודוגמאות.

לוגיקה: ביטויים לוגיים, קשרים לוגיים: דיסיונקציה, קוניונקציה, שלילה, גורר ושקילות, ולוחות אמת שלהן. קבוצה מינימלית של קשרים. טאוטולוגיה וסתירה. פישוט ביטויים. צורה קוניונקטיבית נורמלית וצורה דיסיונקטיבית נורמלית.

תורת הקבוצות: הקבוצה ואיבריה, תת-קבוצה, איחוד חיתוך והפרש קבוצות, קבוצה אוניברסלית וקבוצה ריקה, משלים של קבוצה, כללי דה-מורגן ועיקרון הדואליות. קבוצת החזקה. דיאגרמות ואן.

יחסים: מכפלה קרטזית, יחס על קבוצה, תחום וטווח של יחס, הרכבת יחסים. יחס רפלקסיבי, סימטרי וטרנזיטיבי, יחס שקילות, מחלקות שקילות, חלוקה של קבוצה וקבוצת המנה.

פונקציות: הגדרת פונקציה. תחום וטווח של פונקציה, פונקציה שלמה, פונקציה חד-חד-ערכית ועל, הרכבת פונקציות, פונקציה הפיכה.

יחס סדר: הגדרת יחס סדר חלקי ויחס סדר מלא, איבר מינימלי ומקסימלי, איבר קטן ביותר ואיבר גדול ביותר, דיאגרמת הסה של יחס סדר.

קומבינטוריקה: עיקרון החיבור והכפל (המוכללים), בחירת  $k$  איברים מתוך  $n$  – עם או בלי חשיבות לסדר, ועם או בלי חזרות. תמורות, זהויות קומבינטוריות, הבינום של ניוטון ומשולש פסקל. משפט ההכלה וההדחה. תמורות אי-סדר מלא, עקרון שובך היונים.

פתרון נוסחאות נסיגה: פתרון בעיות קומבינטוריות באמצעות נוסחאות נסיגה, פתרון נוסחאות נסיגה לינאריות במקרה ההומוגני ובמקרה הלא-הומוגני.

ספרי לימוד:

מתמטיקה בדידה, נתי ליניאל ומיכל פרנס, מהדורה שניה מתוקנת, הוצאת בן-צבי מפעלי דפוס, 2005.

מתמטיקה דיסקרטית, שי גירון ושוני דר, מהדורה שניה, סדרת קוויז, הוצאת אקדמיה, 2000.

גינזבורג, אברהם, מתמטיקה דיסקרטית, האוניברסיטה הפתוחה, 1993.

Discrete mathematics, Kenneth A. Ross, Charles R. B. Wright, Upper Saddle River 4 N.J. Prentice-Hall Pearson, c2005.

Discrete mathematics by example, Andrew Simpson, London : McGraw-Hill, 2002

Schaum's outline of theory and problems of discrete mathematics Seymour Lipschutz and Marc Lars Lipsonn, New York : McGraw-Hill, c1997.

2000 solved problems in discrete mathematics, Seymour Lipschutz, New York: McGraw- Hill, 1992.

## 21171 - משוואות דיפרנציאליות רגילות –

### Ordinary Differential Equations

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: אלגברה ליניארית, חשבון אינפיניטסימלי 2

משוואות דיפרנציאליות מסדר ראשון

1. משוואות דיפרנציאליות מסדר ראשון, פתרון כללי ופתרון פרטי, בעיית התחלה,

משפט קיום ויחידות.

2. ומשוואות עם משתנים מופרדים ומשוואה הומוגנית.

3. משוואה לינארית מסדר ראשון, משוואת ברנולי.

4. משוואה מדויקת וגורם אינטגרציה.

משוואות לינאריות מסדר שני יותר:

1. פתרון יסודי של משוואה לינאריות הומוגנית, ורונסקיאן, פתרון כללי.
2. משוואות הומוגניות עם מקדמים קבועים.
3. פתרון של משוואה לא הומוגנית בשיטת המקדמים הלא מוגדרים.
4. שיטת ווריאציית הפרמטרים.
5. התמרת לפלס.
6. פתרון של משוואות דיפרנציאליות לינאריות ע"י התמרת לפלס.

מערכות משוואות לינאריות עם מקדמים קבועים:

1. exponential של מטריצה
2. חישוב  $e^{tA}$  לפי הערכים העצמיים של המטריצה A
3. פתרון מערכות משוואות לינאריות עם מקדמים קבועים.

ספרי עזר:

- W. Boyce and R. DiPrima, Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems, John Wiley & Sons, Inc. 2001.
- P. Blanchard, R. Devaney and G. Hall, Differential Equations, 3rd Editions, Thomson, 2006.
- R. Bronson, Differential Equations, Schaum's easy outlines, 2003.
- M.R. Spiegel, "Applied Differential Equations", Prentice-Hall (Chapters 1,2,4,6,8).
- R. Nagle, E. Saff, A. Snider, Fundamental of Differential Equations, Addison-Wesley.

## 21172 - בניית מודלים מתמטיים א' -

### Mathematical Modeling A

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: הסתברות וסטטיסטיקה, משוואות דיפרנציאליות רגילות

הנושאים שיילמדו בקורס:

מבוא פתרון של בעיות, יחסים כמותיים, דרגה של פרטיים, מתן תוקף חוקי.  
סווג המודלים: דינאמי- לא דינאמי, דטרמיניסטי- סטוכסטי, רציף-בדיד, תיאורטי- ניסיוני.  
מסגרת של מודל, בחינת גבולות שימוש במודל. תיאור מילולי, משורטט סכימתי, גרפי, ערוך בטבלאות. הגדרת המטרה, התאמה ושיפור.  
ניסוח דטרמיניסטי - משוואות אלגבריות, אנליזה דטרמיניסטית. שיטות של אנליזה ממדית, משוואות הפרש, מערכות משוואות הפרש. - שיטות פתרון וניתוח. אופטימיזציה של פונקציות.

משוואות דיפרנציאליות רגילות ומערכות משוואות דיפרנציאליות - פתרון אנליטי של מערכות ליניאריות. ניתוח איכותי: יציבות, נקודות שבת. מערכות אי-ליניאריות: ליניאריזציה, וניתוח איכותי, משפטי ליניאריזציה. מערכות שקולות איכותי, שינוי מבנה איכותי שתלוי בפרמטר המודל.

דוגמות מעשיות. שימוש בספת המחשב MAPLE לבניית וניתוח המודלים.

- Bender, E.A., An Introduction to Mathematical Modeling. Dover Publications, 2000.
- Enns, R.H., McGuire, G.C., Computer Algebra Recipes : An Introductory Guide to the Mathematical Models of Science. Springer, 2006.
- Fowkes, N.D., Mahony, J.J., An Introduction to Mathematical Modeling, Wiley, 1994.
- Lynch, S. Dynamical Systems with Applications using Maple. Birkhauser, 2000.
- Meerschaert, M.M., Mathematical Modeling. Academic Press, 1993.
- Richards, D., Advanced Mathematical Methods with Maple. Cambridge University Press, 2001.
- Strogatz, S.H., Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry and Engineering. Perseus Books Group, 2001.

### 21173 - משוואות דיפרנציאליות חלקיות –

#### Partial Differential Equations

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
 שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
 נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: משוואות דיפרנציאליות רגילות, טורי פורייה והתמרות אינטגרליות (אפשר במקביל)

הנושאים שיילמדו בקורס:

מיון של משוואות חלקיות.

משוואות חלקיות מסדר ראשון. משוואות מסדר ראשון ליניאריות. מבוא לשיטת מאפיינים. קיום יחידות של פתרון המשוואה. פתרון כללי ופתרון פרטי. משוואות חלקיות מסדר ראשון קווי-ליניאריות.

בעיות שטורם-ליוביל ((Sturm-Liouville). מבוא לבעיות שטורם-ליוביל: שיטת הפרדת המשתנים במשוואת חום. מקרים פרטיים. של בעיות שטורם-ליוביל. אופרטור של שטורם-ליוביל. פונקציות עצמיות וערכים עצמיים של האופרטור. תכונות של פונקציות עצמיות וערכים עצמיים. אורתוגונאליות וטורי פורייה (Fourier) מוכללים.

משוואות חלקיות מסדר שני.

- משוואת חום ליניארית הומוגנית חד ממדיות. פתרון דרך הפרדת המשתנים. תנאי שפה הומוגניות ולא הומוגניות.
- משוואת גלים ליניארית הומוגנית חד ממדיות. שיטת הפרדת המשתנים. שיטת מאפיינים. בעיית קושי. נוסחת דאלמבר (D’Alambert)
- משוואת לפלס (Laplace equation) דו-ממדית במלבן. שיטת הפרדת המשתנים. תנאי שפה שונים. משוואת לפלס בקואורדינטות קוטביות.
- משוואות לא הומוגניות. שיטת פיתוח לטור פורייה מוכלל בפונקציות עצמיות של בעיית שטורם-ליוביל. משוואות חום וגלים חד-ממדיות לא הומוגניות. משוואת פואסן (Poisson) דו-ממדית במלבן.
- משוואות גלים וחום דו-ממדיות בקואורדינטות קרטזיות (משוואות עם 3 משתנים). משוואת לפלס במקבילון.
- משוואות גלים וחום בקואורדינטות גליליות, פונקציות בסל (Bessel function).

ספרי לימוד :

פינצ'ובר יהודה. מבוא למשוואות דיפרנציאליות חלקיות, הפקולטה למתמטיקה, הטכניון--  
מכון טכנולוגי לישראל, 2003.

Arnold, V. I, Lectures on Partial Differential Equations, Springer, 2004.  
Boice, W.E., DiPrima, R.C., Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems - 7th ed., Wiley, 2001. (Chapters 10, 11).  
Constanda, C., Solution Techniques for Elementary Partial Differential Equations – 2nd ed., Chapman & Hall, 2010.  
Pinchover, Y., Introduction to Partial Differential Equations, Cambridge University Press, 2005.  
Tyn, M-U, Lokenath, D., Linear Partial Differential Equations for Scientists and Engineers - 4-th ed., Birkhäuser, 2007.

## 21182 - פונקציות מרוכבות -

### Complex Valued Functions

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: חשבון אינפיניטסימלי 2

הנושאים שיילמדו בקורס:  
מספרים מרוכבים: הגדרה, צורה אלגברית, קוטבית ומעריכית. פעולות יסוד, מישור C.  
פונקציות מרוכבות אלמנטאריות:  $\log z$ ,  $e^z$ ,  $\sqrt[n]{z}$ ,  $z^n$ , פונקציות טריגונומטריות  
והיפרבוליות, טריגונומטריות הפוכות. חלקן ממשי ומדומה של פונקציה מרוכבת.  
גזירות: נגזרת של פונקציה מרוכבת, משוואות קושי-רימן, פונקציות אנליטיות. פונקציות  
הרמוניות.  
אינטגרל: הגדרה ותכונות, משפט אינטגרלי של קושי.  
טורים: טורי חזקות, תחום התכנסות, פיתוח לטור טיילור ולורן.  
נקודות סינגולאריות: הגדרה, מיון של נקודות סינגולאריות מבודדות. שארית, משפט שארית,  
וחישוב אינטגרלים. עקרון הארגומנט ומשפט רושה.  
מיפוי ע"י פונקציות מרוכבות: פונקציות אלמנטאריות, העתקות קונפורמיות

ספרי לימוד:

בן-ציון קון. פונקציות מרוכבות, הוצאת בק-ספרי לימוד, 2002.  
פונקציות מרוכבות. א"פ קורס מס' 202423, יחידות 1 – 10. או"פ 1988.  
Brown, J.W., Churchill, R.V. Complex Variables and Applications, 6th ed.  
McGraw-Hill, 1996.  
Duffy, D., Advanced Engineering Mathematics, CRC Press, 1998.

Kwok, Y.K. Applied, Complex Variables for Scientists and Engineers, Cambridge University Press, 2002.  
Milewski, E.G., The Complex Variables Problem Solver, 1987.  
Bak and Newman, Complex Analysis 1996, Springer.  
Saff, E.B., Snider, A.D. Fundamentals of Complex Analysis with Applications to Engineering and Science., Pearson Education, 2003.

### 21183 - טורי פורייה והתמרות אינטגרליות-

#### Fourier Series and Integral Transforms

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: חשבון אינפיניטסימלי 1, אלגברה לינארית, פונקציות מרוכבות (במקביל)

הנושאים שיילמדו בקורס:

**טורים מספריים.** התכנסות והתבדרות, תנאי מספיק להתכנסות. טורים חיוביים, המבחן האינטגרלי, מבחני ההשוואה. מבחן המנה (D'Alembert) ומבחן השורש (Cauchy). טורים מתחלפים, מבחן לייבניץ. התכנסות בהחלט והתכנסות בתנאי. מבחני Abel ודיריכלה.

**טורי פונקציות.** סדרות פונקציות, התכנסות נקודתית. טורי פונקציות, טורי חזקות. תחום ההתכנסות, הצגת פונקציה כטור חזקות, טורי טיילור. התכנסות במידה שווה, גזירה ואינטגרציה של טורי חזקות.

**מרחב מכפלה פנימית.** מערכות אורתונורמליות. תהליך גרם-שמידט, היטלים. אי-שוויון בסל, שוויון פרסבל.

**טור פורייה.** טור פורייה ממשי וטור פורייה מרוכב. התכנסות בנורמה, משפט דיריכלה (Dirichlet). תופעת גיבס (Gibbs). קירוב פונקציה בקטע סופי על-ידי פולינום טריגונומטרי לפי נורמה. שוויון פרסבל (Parseval) עבור טורי פורייה. התכנסות במידה שווה. גזירה ואינטגרציה של טורי פורייה.

**התמרת פורייה.** תכונות ונוסחאות. ההתמרה ההפוכה, משפט פלנשראל. קונבולוציה, משפט הקונבולוציה.

ספרי לימוד ועיון מומלצים:

J. Stewart, Calculus, 7th Edition, Brooks/Cole, 2012.  
טורי פוריה והתמרות אינטגרליות", סמי זעפרני, אלן פינקוס, טכניון, הפקולטה למתמטיקה  
Gasquet, C., Witomski, P., and Ryan, R. Fourier Analysis and Applications. Springer, 1999.  
D. Kammier, A first course in Fourier Analysis, Cambridge University Press, 2007.  
Spiegel, M. R. Schaum's Outline of Fourier Analysis with Applications to Boundary Value Problems. McGraw-Hill, 1974.

## Signal Processing

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
 שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 2)  
 נקודות זכות: 3.5  
 דרישות קדם: טורי פורייה והתמרות אינטגרליות

הנושאים שיילמדו בקורס:  
 דגימה: הגדרה, תדר, משפט הדגימה, קונטיזציה אחידה, שחזור. מערכות בזמן בדיד:  
 תכונות, קונבולוציה בדידה. התמרת פוריה בדידה: הגדרה ותכונות, התמרה הפוכה, צורה  
 מטריציאלית, ריפוד באפסים, קונבולוציה ציקלית. התמרת פוריה מהירה (FFT): הגדרה,  
 קונבולוציה ו-FFT. ניתוח בתחום התדר: שימוש בחלון מלבן, חלונות נפוצים.  
 התמרת Z: הגדרה, תכונות, פונקצית מעבר. מערכות מתוארות ע"י משוואות הפרש,  
 התמרה הפוכה. מסננים דיגיטליים: תכונות, פונקצית מעבר, מבוא למסנני FIR ו-IIR, מסנני  
 Butterworth, Chebyshev, Notch, Winer.

ספרי לימוד:

פורת ב., עיבוד אותות ספרתי, ביה"ס לטכנולוגיה, האוניברסיטה הפתוחה, 1987.  
 Allen, R. L. and Mills, D. W. Signal analysis : time, frequency, scale,  
 structure. Wiley-IEEE, 2004  
 Baher, H. Analog and Digital Signal Processing. Wiley, 1990.  
 Lynn, P.A. and Fuerst, W. Introductory Digital Signal Processing with  
 Computer Applications. Wiley, 1994

## 21185 - מבוא לאנליזה מודרנית -

## Introduction to Modern Analysis

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
 שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
 נקודות זכות: 3.5  
 דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:  
 מרחבים מטריים: התכנסות במרחבים מטריים, קומפקטיות, העתקות רציפות בין מרחבים  
 מטריים, מרחבים שלמים, משפט ההעתקה המכווצת. מרחבים נורמיים: פונקציונלים  
 ליניאריים, משפט האן-בנך, אופרטורים ליניאריים במרחבי בנך, משפט ההעתקה הפתוחה.  
 מרחבי הילברט: מערכות אורתונורמליות, אופרטורים במרחבי הילברט.  
 מבוא לתורת המידה: מידת לבג, קבוצות מדידות, פונקציה מדידה, פונקציה רציפה בהחלט,  
 אינטגרל לבג, פונקציה קדומה ונוסחת ניוטון-לייבניץ, מרחב  $L^p$ , טורים אורתוגונאליים ב-  
 $L_2$ .

ספרות מומלצת:

Hirsch, F. and Lacombe G. Elements of Functional Analysis. Springer, 1999.  
 Kolmogorov, A.N. and Fomin, S.V. Elements of the Theory of Functions and  
 Functional Analysis. Dover Publications, 1999  
 Rudin, W. Functional Analysis. McGraw-Hill, 1991.

Edwards R. E., Functional Analysis : Theory and Applications. Dover Publications, 1995.

Brokate, M. and Siddiki, H. Functional Analysis With Current Applications in Science, Technology and Industry. Addison-Wesley, 1998.

## 21207 - תכנות Python יישומים ב-Data Big ובמולטימדיה Python Programming and Applications to Big Data and Multimedia

שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 5

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: מבוא למדעי המחשב (61101), אלגברה ליניארית (2007), אינפי 2 (21152)  
הסתברות וסטטיסטיקה (21019)

הקורס מהווה בסיס לקורסים מתקדמים במולטימדיה, למידת מכונה וביג דאטה עם כתיבת יישומים פייתון. משתתפי הקורס ילמדו את יסודות התכנות בפייתון, יכירו ארגזי כלים המיועדים לעבודה עם קבצי מולטימדיה (תמונות ואודיו) וניתוח מאגרי נתונים. במהלך הקורס סטודנטים ייחשפו לשיטות זיהוי פנים המשלבות השקות למולטימדיה, למידת מכונה והתמודדות מול מאגרי מידע. נושאים שיילמדו בקורס הם: קונספט ובסיס השפה; יסודות תכנות מונחה עצמים בפייתון; מולטימדיה בפייתון; מטריצות, SVD ו-PCA; עבודה עם מאגרי תמונות; זיהוי פנים בעזרת פנים עצמיות (Eigenfaces); מבוא לפיתוח ממשק משתמש גרפי.

ספרי לימוד:

Langtangen, H.P., *A Primer on Scientific Programming with Python*, Springer, 2014

Lubanivich, B., *Introducing Python: Modern Computing in Simple Packages*, O'Reilly, 2015

Hilpisch, Y., *Python for Finance: Analyze Big Financial Data*, O'Reilly, 2014

Slatkin, B., *Effective Python: 59 Specific Ways to Write Better Python*, Addison-Wesley, 2015

Chityala, R., Pudipeddi, S., *Image Processing and Acquisition using Python*, Chapman & Hall/CRC, 2014

Richert, W., Coelho, L.P., *Building Machine Learning Systems with Python*, Packt Publishing, 2013

Pilgrim, M., *Dive Into Python 3*, CreateSpace, 2012

## 21208 - אנליזה נומרית

### Numerical Analysis

שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 6

נקודות זכות: 5.0

דרישות קדם: 20152 חשבון אינפי 2, 20077 אלגברה ליניארית, 21171 משוואות דיפרנציאליות רגילות

הקניית כלים למימוש של תיאוריות מתמטיות מן חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי, מן אלגברה ליניארית, משוואות דיפרנציאליות רגילות וחלקיות ועוד. בנוסף ללימוד התיאורתי מימוש של שיטות הפתרון (כתיבה והרצת תכניות מחשב המיישמות הלכה למעשה את התיאוריה).



חישובים בעזרת מחשב. שיטות לפתרון משוואות לא לינאריות. ההתכנסות של תהליך איטרטיבי. שיטות לפתרון מערכת משוואות לינאריות: פירוק  $LU$ , שיטת חולסקי. בעיות בעלות הצבה גרועה. שיטות איטרטיביות, פירוק  $QR$ ,  $pseudo\ inverse$ , מערכות חסרות ועודפות, פירוק  $SVD$ , ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים. אינטרפולציה. אינטרפולציה פולינומיאלית ואינטרפולציה ע"י ספליינים. אינטגרציה וגזירה נומרית. קירובים ( *curve fitting* ) וקירובים פולינומיאליים. קירוב על ידי פולינום טיילור. שגיאת קיטוע ועיגול. מידת דיוק בקירובים פולינומיאליים. קירוב מינימקס. פולינומי צ'בישב. פולינום ריבועים פחותים. קירובי ריבועים פחותים ומינימקס. משוואות דיפרנציאליות רגילות. שיטות רונגה-קוטה. שיטות *Predictor-Corrector*. משוואות חריפות (*Stiff equations*). בעיות השפה. משוואות דיפרנציאליות חלקיות. שיטת הפרשים סופיים למשוואות אליפטיות, פרבוליות והיפרבוליות.

ספרי לימוד:

חישוב נומרי, יחידות 1-2, האוניברסיטה הפתוחה.

חישוב נומרי, יחידות 3-4, האוניברסיטה הפתוחה.

חישוב נומרי, יחידות 5-7, האוניברסיטה הפתוחה.

S.Chapra and K.Canal, Numerical Methods for Engineering, McGraw-Hill, 2006

S.Rao, Applied Numerical Methods for Engineers and Sciences, Prentice-Hall, 2002

G. Lindfield and J. Penny, Numerical Methods using MATLAB, Prentice-Hall, 2nd ed., 2000.

John H. Mathews, Numerical Methods for Mathematics, Science, and Engineering, Prentice-Hall Pearson, 2005

Ackleh, Azmy S, Classical and modern numerical analysis :theory, methods, and practice, Chapman & Hall/CRC, 2010

## 21312 - אלגוריתמים באופטימיזציה

### Algorithm in Optimization

שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: חשבון אינפיניטסימאלי 2, משוואות דיפרנציאליות רגילות (אפשר במקביל).

הקניית ידע הן תיאורי והן מעשי בשיטות האופטימיזציה היסודיות ורווחות ביותר. שיטות אלה מופיעות באין ספור תחומים יישומיים.

הקורס מתחלק לחמישה חלקים עקרים:

1. שיטות אופטימיזציה חד-ממדיות: שיטת הדיכוטומיה (dichotomy), שיטת החתך הזהב (golden section), שיטת פיבונצ'י (Fibonacci), שיטת ניוטון-רפסון (Newton – Raphson).
2. שיטות אופטימיזציה רב-ממדית בלי אילוצים: שיטת הגרדיאנט, שיטת ההרפיה (relaxation), שיטת ניוטון, שיטת גרדיאנטים צמודים.
3. שיטות אופטימיזציה רב-ממדית עם אילוצים. אילוצים מסוג שוויונות – כופלי לגרנג' (Lagrange). אילוצים מסוג אי-שוויונות – כופלי קרוש – קוהן – טאקר (Karush – Kuhn – Tucker).
4. אופטימיזציה לא חלקה: תכנות ליניארית. משפטים בסיסיים. ראייה גיאומטרית. שיטת הסימפלקס. בעיות דואליות.

5. מבוא לחשבון ווריאציות. עקרונות של חשבון הוריאציות. תנאי הכרחי למינימום. משוואת אוילר (Euler). דוגמאות שימוש במשוואת אוילר.

ספרי לימוד:

Chong, E.K.P., Zak, S.H., An Introduction to Optimization, 4<sup>th</sup> Ed., John Willey & Sons, 2013.  
Elsogol, L.D., Calculus of Variations, Dover Publications, 2007.  
Fletcher, R., Practical Methods of Optimizations, 2<sup>nd</sup> Ed., John Willey & Sons, 2003.  
Jahn, J. Introduction to the Theory of Nonlinear Optimization, 3<sup>rd</sup> Ed., Springer, 2007.  
Venkataraman, P., Applied Optimization with MATLAB Programming, 2<sup>nd</sup> Ed., John Willey & Sons, 2009.

## 21317 - למידת מכונה -

### Machine Learning

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: הרצאה - 3 שעות, תרגול - 1 שעה, סה"כ שעות - 4  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: הסתברות, אלגברה לינארית, חשבון אינפיניטסימלי

הנושאים שיילמדו בקורס:

למידה מפוקחת: רגרסיה לינארית, רגרסיה לוגיסטית, מודלים לינאריים מוכללים, אלגוריתמי למידה גנריים, SVM, בחירת מודל, Boosting.  
תיאורית הלמידה: פשרה בין סטייה לשונות, אי-שיוויון Hoeffding/Charnoff, ממד VC  
למידה לא מפוקחת (Clustering): שיטת ה-K-means, אלגוריתם EM וצירוף התפלגויות נורמליות, ניתוח גורמים, PCA, ICA.  
למידת חיזוק (Reinforcement Learning): תהליכי החלטה של Markov, משוואות Bellman, אלגוריתם איטרציית הערך (value iteration), קירוב פונקציה.

ספרי לימוד:

David Barber, Bayesian Reasoning and Machine Learning, Cambridge University Press, 2012.  
Mehryar Mohri, Afshin Rostamizadeh, Ameet Talwalkar, Foundations of Machine Learning (Adaptive Computation and Machine Learning series), The MIT Press, 2012.  
Sergios Theodoridis and Konstantinos Koutroumbas, Pattern Recognition, 4<sup>th</sup> Edition, Academic Press, 2009.  
Trevor Hastie, Robert Tibshirani and Jerome Friedman, The Elements of Statistical Learning, 2<sup>nd</sup> Edition, Springer, 2009.

## 21318 - מודלים סדרתיים במדע הנתונים

### Science Data in Models Sequential

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4  
נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 20152 חשבון אינפי 2, 20077 אלגברה ליניארית, 20019 הסתברות, אלגוריתמים באופטימיזציה 21312

מטרת הקורס הנה להקנות ידע עיוני וכלים למימוש מודלים רציפים במדע הנתונים. במהלך הקורס, הנושאים הבאים יילמדו: יסודות שיטת BAYES בסטטיסטיקה, מבוא ל-RELEVANCE VECTOR MACHINE, שיטות MONTE\_CARLO לחישוב אינטגרל, סינון בייס רציף: כללים, סינון KALMAN, סינון מבוסס רשת (GRID\_BASED FILTER), סינון חלקיים (PARTICLE FILTER), שרשרות MARKOV, שרשרות MARKOV נסתרות (HIDDEN MARKOV MODELS).

#### ספרי לימוד ומאמרים:

A .Gelman ,J .Carlin ,H .Stern and Donald Rubin ,*Bayesian Data Analysis* , Chapman & HALL.2009 ,  
M. Tipping, *Bayesian Inference: An Introduction to Principles and Practice in Machine Learning*, 2004. Available at :  
<http://www.miketipping.com/papers.htm>  
D .Fox ,J .Hightower ,L .Liao ,D .Schulz ,G .Borriello ,*Bayesian Filtering for Location Estimation* ,In *Pervasive Computing* ,IEEE.2003 ,  
S .Arulampalam ,S .Maskell ,N .Gordon ,T .Clapp ,*A Tutorial for Online Nonlinear/Non-Gaussian Bayesian Tracking* ,*IEEE Transactions on Signal Processing* ,vol.2002 ,(2)50 .  
C .Bishop ,*Pattern Recognition and Machine Learning* ,Springer.2006 ,

#### 61101 - מבוא למדעי המחשב -

#### Introduction to Computer Science

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 6 (שיעור - 4, תרגיל - 2)  
נקודות זכות: 5  
דרישות קדם: אין

#### הנושאים שילמדו בקורס:

טיפוסים; משתנים; אופרטורים ומשפטים; קלט/פלט: printf, scanf.  
משפטי בקרה: לולאות, ביטויים בוליאניים, if-else.  
פונקציות; פונקציות סטנדרטיות; Call by Value.  
רקורסיה, פיתוח פתרונות רקורסיביים.  
תכונות בסיסיות של מצביעים; Call by Reference.  
מצביעים ומערכים, העברת מערכים לפונקציות.  
הקצאת זיכרון סטטית והקצאת זיכרון דינאמית.  
שיטות חיפוש, שיטות מיון (כולל מיון מיזוג ומיון מהיר).  
מערכים דו-ממדיים; העברת מערכים דו-מימדיים לפונקציות.

#### ספרי לימוד:

עמית רש ומושה ליכטמן, המדריך השלם לשפת C, הוצאת הוד-עמי לספרי מחשבים בע"מ, מהדורה חמישית מורחבת, 2001.  
קורמן ת., לייזרסון צ., ריבסט ר., מבוא לאלגוריתמים, האוניברסיטה הפתוחה, תשס"ח 2008.  
Al Kelley and Ira Pohl, *A Book on C: Programming in C*, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1990

Brian W. Kernighan and Dennis M. Ritchie, The C Programming Language, Prentice Hall PTR, Prentice-Hall, Inc., 1988  
Deitel & Deitel, C How to Program, Prentice Hall, 2007.

## 61104 - מבני נתונים -

### Data Structures

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 5 (שיעור - 3, תרגיל - 2)  
נקודות זכות: 4  
דרישות קדם: 61101 מבוא למדעי המחשב

#### מטרת הקורס:

1. להכיר מספר דוגמאות של מבני נתונים ואלגוריתמים הקשורים אליהם;
2. ללמוד את היתרונות והחסרונות של כל מבנה נתונים;
3. לדעת לבחור עבור בעיה אלגוריתמית כלשהי את מבנה/י הנתונים המתאימ/ים לפתרונה;
4. להיות מסוגלים לבנות מבנה נתונים חדש שיתאים לבעיה אלגוריתמית חדשה.

#### תיאור הקורס:

קורס זה דן במושגים והשיטות הבסיסיים הנוגעים לפיתוח אלגוריתמים ומבני-נתונים.

#### הנושאים שיילמדו בקורס:

מבוא – ניתוח יעילות אלגוריתם (זמן ומקום), נוסחאות נסיגה, משפט האב, מחסנית, רשימה מקושרת, תור, עצים בינאריים, עצים מאוזנים, טבלאות גיבוב, פתרון בעיות משולבות.

#### ספרי לימוד:

T. H. Cormen. Introduction to Algorithms, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein, MIT Press, 3 edition, 2009

## 61108 - סדנה מתקדמת בתכנות -

### Advanced Programming Workshop

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 2, תרגיל - 2)  
נקודות זכות: 3  
דרישות קדם: 61101 מבוא למדעי המחשב

#### מטרות הקורס:

להעניק לסטודנטים מיומנות בשיטות תכנות על בסיס כלים מתקדמים של שפת C.

#### הנושאים שיילמדו בקורס:

טיפוסי משתנים וקבועים בשפת C. הגדרת טיפוסים חדשים. קשר הדדי בין מצביעים ומערכים; פעולות אריתמטיות על מצביעים; מצביעים למצביעים. הקצאת זיכרון דינאמית: מערכים דינאמיים חד-, דו-, ורב ממדיים; העברת מערכים דינאמיים לפונקציות; רשימות מקושרות. מחרוזות ופונקציות סטנדרטיות עליהן. מצביעים לפונקציות. רשומות ואיגודים. פעולות על סיביות. מאפייני אחסון משתנים. הנחיות קדם-מעבד ומאקרו. קבצים.

Deitel, H. M. and Deitel, P. J., *C How to Program*, Prentice Hall, 2007.  
עמית רש ומושה ליכטמן, המדריך השלם לשפת C, הוצאת הוד-עמי לספרי מחשבים בע"מ, מהדורה  
חמישית מורחבת, 2001.

### 61307 - תכנות מונחה עצמים –

#### Object Oriented Programming

אופן ההוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 6 (שיעור - 4, תרגיל - 2)  
נקודות זכות: 5  
דרישות קדם: 61108 סדנה מתקדמת בתכנות

#### תיאור הקורס:

הקורס מציג את מהות התחום של OOP, יתרונותיו בהשוואה לתכנות מבנית. הסטודנטים לא רק  
יכירו את השיטה ומושגים הבסיסיים של תכנות ותכנון מונחה עצמים הם גם יכירו שפות תכנות  
מודרניות ומסחריות ( C++ ) שמאפשרות לישים רעיונות פרויקטים בגישה OOP.

#### מטרת הקורס:

לרכוש ניסיון מעשי בתכנות בשפת C++. הקורס מיועד לחזק מיומנויות בתכנות, לפתח חשיבה  
מערכתית ואלגוריתמית, וכן לחשוף סטודנטים לאופני פתרונות אלגנטיים לבעיות תכנותיות. לרכוש  
ניסיון מעשי בתכנון, פיתוח ותכנות פרויקטים מורכבים של WINDOWS הכוללים מערכות  
הירארכיות בשפת C++.

#### ספרי לימוד:

C++

#### Text Books

Deitel, "C++ How to Program", 8ed. 2011, ISBN-10: 0132662361  
Stanley B. Lippman, "C++ Primer", 5ed, 2012, ISBN-10: 0321714113  
Robert Lafore . Object-Oriented Programming in C++ , 4ed, 2001 ISBN-10:  
0672323087

#### Recommended Reading

Bjarne Stroustrup, "The C++ Programming Language", Addison-Wesley. 4ed  
2013, ISBN-10: 0321563840  
David West. Object Thinking, Microsoft Press, 2004, ISBN-10:  
0735619654  
Bruce Eckel, "Thinking in C++", Prentice-Hall, 2ed, 2001, ISBN-10:  
0139798099  
Leen Ammeraal, "STL for C++ Programmers", John Wiley & Sons. 1997,  
ISBN-10: 0471971812

### 61309 - תורת הגרפים –

#### Graph Theory

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות : 4 (שיעור-3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות : 3.5  
דרישות קדם: 20066 מתמטיקה בדידה למדעי המחשב , 20077 אלגברה ליניארית .

### תיאור הקורס:

במשך 40 השנים האחרונות, תורת הגרפים הייתה אחד התחומים בעולם המתמטיקה שהתפתחו במהירות רבה. בעשור האחרון, מחקר בתורת הגרפים שם יותר דגש על בעיות אלגוריתמיות מאשר על משפטים קיום ואיפיון. הקורס משקף את השינוי בדגש זה ומיועד להיות קורס הקדמה לסטודנטים של מדעי המחשב.

### מטרת הקורס:

תורת הגרפים מספקת לסטודנטים כלי מחקרי שימושי ביותר ואוסף בעיות הניתנות לפתירה אלגוריתמית. מלבד חומר לימוד בסיסי לתחום זה, הקורס כולל אלגוריתמים לאופטימיזציה בגרפים, כגון מסלולים קצרים ביותר, עצים פורשים מינימליים, צביעת גרפים.

### הנושאים שילמדו בקורס:

- מושגים עיקריים בגרפים מכוונים ולא מכוונים: קשירות, עצים, מעגלי ומסלולי EULER ו: Hamilton מיישוריות, צבעית גרפים, זיווגים בגרפים
- אלגוריתמים בסיסיים בגרפים: BFS, DFS, Dijkstra, Kruskal, Prim, greedy coloring ויישומים, מציאת זיווג מקסימאלי בגרף דו-צדדי

### ספרי לימוד:

1. ת. קורמן, צ. לייזרסון, ר. ריבסט, מבוא לאלגוריתמים, האוניברסיטה הפתוחה, 2001
2. נ. ליניאל, מ. פרנס, מתמטיקה בדידה, נ. בן-צבי מפעלי דפוס בע"מ, 2005

### ספרי יעוץ:

1. D. B. West, Introduction to graph theory, Prentice Hall, 2nd ed., 2001
2. R. Diestel, Graph theory, Springer, 2nd ed., 2000
3. Schaum's solved problems series: V. K. Balakrishnan, Theory and problems of graph theory, McGraw-Hill, 1997

### 61210 – תכנון וניתוח אלגוריתמים -

#### Design and Analysis of Algorithm

אופן ההוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 5 (שיעור - 3, תרגיל - 2)  
נקודות זכות: 4  
דרישות קדם: 61104 מבני נתונים, 61309 תורת הגרפים (או במקביל)

### מטרות הקורס:

לימוד שיטות בסיסיות בתכנון וניתוח אלגוריתמים, ייועל אלגוריתמים. רכישת כלים לפתרון בעיות אלגוריתמיות. בסיום הקורס, הסטודנט יהיה מסוגל לנתח בעיה, לבחור באלגוריתם מתאים לפתרון או לפתח אלגוריתם חדש על בסיס שיטות שנלמדו בקורס, ולממש את האלגוריתם בשפת C או C++.

### הנושאים שילמדו בקורס:

יעילות ונכונות של אלגוריתמים. פתרון בעיות אלגוריתמיות באינדוקציה. אלגוריתמים מתקדמים לחיפוש ומיון. חיפוש של איבר ה-k הקטן ביותר. חיפוש חציון. התאמת מחרוזות. תכנון דינאמי (כפל סדרת מטריצות, תת-סדרה משותפת ארוכה ביותר (LCS), בעיית התרמיל). אלגוריתמים חמדניים.

ת. קורמן, צ. לייזרסון, ר.ריבסט, מבוא לאלגוריתמים, האוניברסיטה הפתוחה, תשס"ח.  
T.H. Cormen, C. E. Leiserson and R.L. Rivest, Introduction to Algorithms,  
The MIT Press, Cambridge, MA, 2001.  
U. Manber, Introduction to Algorithms: A Creative Approach, Addison  
Wesley, Reading, MA, 1989  
A. Levitin, Introduction to the Design and Analysis of Algorithms, Addison  
Wesley, 2006.

## קורסי שירות

20020 – הסתברות לניהול טכנולוגיה –

### Probability for Management of Technology

אופן ההוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: חשבון אינפיניטסימלי 1 לניהול טכנולוגיה

הנושאים שיילמדו בקורס:  
מושגי יסוד: ניסוי אקראי, מרחב מדגם, מאורע, אלגברת מאורעות וסוגי מאורעות; שלוש גישות להסתברות; פונקצית ההסתברות.  
קומבינטוריקה: חליפות, תמורות, צירופים, הבינום של ניוטון ומשולש פסקל.  
הסתברות מותנית: הסתברות מותנית ושלמה, משפט בייס; אי תלות של מאורעות.  
משתנה מקרי חד ממדי בדיד: פונקצית ההסתברות, פונקצית התפלגות מצטברת.  
מדדי מ"מ: תוחלת, שונות, סטיית תקן ושכיח.  
התפלגויות בדידות מיוחדות: התפלגות אחידה, בינומית, גיאומטרית, בינומית שלילית, היפרגיאומטרית, פואסון.  
מ"מ דו ממדי בדיד: פונקציות ההסתברות משותפת ושוליות, תלות ומתאם, שונות משותפת ומקדם מתאם.  
מ"מ רציף: פונקצית צפיפות ופונקצית התפלגות מצטברת.  
התפלגויות רציפות מיוחדות: אחידה, מערכתית ונורמאלית.  
משפטי גבול: אי שוויון מרקוב וצ'בישב. משפט הגבול המרכזי, החוק החלש של המספרים הגדולים.  
ספרי לימוד:

שלדון, ר. הסתברות – קורס ראשון. מהדורה חמישית: האוניברסיטה הפתוחה, 2001.  
Ross, S. A First Course in Probability. 6th ed., Prentice Hall, 2002.  
Ross, S. Introduction to Probability Models. 8th ed., Academic Press, 2003.  
Grinstead, C.M. and Snell, J.L. Introduction to Probability, 2nd ed., AMS, 1997.

20027 - חשבון אינפיניטסימלי 1 לניהול טכנולוגיה –

### Calculus 1 for Management of Technology

אופן ההוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 7 (שיעור - 4, תרגיל - 3)  
נקודות זכות: 5.5  
דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:  
מבוא לתורת הקבוצות.  
מושג הפונקציה: תחום הגדרה, תמונה וטווח, זוגיות ואי-זוגיות, חד-חד ערכיות ועל. פונקציה זוגית ואי-זוגית, פעולות בפונקציות, פונקציות הפוכות, פונקציות אלמנטאריות.



גבולות: הגדרה, חישוב, תכונות יסודיות (סכום, כפל, מנה), תנאים מספיקים לקיום הגבול, גבולות מיוחדים.  
 רציפות הפונקציה: רציפות בנקודה, מיון נקודות האי-רציפות, תכונות של פונקציות רציפות בקטע סגור.  
 גזירות: תכונות יסודיות, הנגזרות של פונקציות סתומות, הפוכות, פרמטריות, כלל השרשרת, משוואת המשיק, דיפרנציאל, תכונות יסודיות, קירוב ליניארי.  
 נגזרות ודיפרנציאלים מסדר גבוה: משפטי רול, לגרנז', קושי, כלל לופיטל, נוסחת טיילור וטור טיילור.  
 חקירת פונקציות: קיצון ותחומי עליה וירידה, קמירות, קעירות, נקודת פיתול, אסימפטוטות, גרף של פונקציה.  
 האינטגרל הלא-מסוים: פונקציה קדומה, תכונות יסודיות, טבלת האינטגרלים, תכונות של האינטגרל הלא-מסוים.  
 שיטת אינטגרציה: הצבה, אינטגרציה בחלקים, אינטגרציית שברים חלקיים, פירוק הפונקציות הרציונאליות לשברים חלקיים.  
 איטגרל מסויים: הגדרה ותכונות עקריות ונוסחת ניוטון-לייבניץ.

ספרי לימוד:

יעקובזון, פיאה, טולדנו, דבורה, שוחט, דוד, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי במשתנה אחד, מאגנס/ האוניברסיטה העברית, תשס"ט 2008.  
 אנטון, הווארד, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי א', האוניברסיטה הפתוחה, תשנ"ז.  
 אנטון, הווארד, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי ב', האוניברסיטה הפתוחה, תשנ"ז.  
 קון בן ציון, זעפרני סמי, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 1, הוצאה ספרי לימוד, מהדורה מורחבת ומתוקנת, 1994.  
 Walker, Peter, Examples and Theorems in Analysis, Springer, 2004.

## 20028 - חשבון אינפיניטסימלי 2 לניהול טכנולוגיה –

### Calculus 2 for Management of Technology

אופן ההוראה: שיעור ותרגיל  
 שעות שבועיות: 6 (שיעור - 4, תרגיל - 2)  
 נקודות זכות: 5  
 דרישות קדם: חשבון אינפיניטסימלי 1 לניהול טכנולוגיה

הנושאים שיילמדו בקורס:  
 האינטגרל המסוים: הגדרת האינטגרל המסוים של רימן, פונקציות אינטגרליות, התכונות היסודיות של האינטגרל המסוים, אינטגרציה לפי חלקים, שיטת הצבה.  
 שימושים של האינטגרל המסוים: שטח של התחום המישורי, נפח ושטח פנים של גוף סיבוב, אורך של קשת, שימושים פסיקליים.  
 אינטגרל לא אמיתי: הגדרה ודוגמאות של אינטגרל לא אמיתי מסוג ראשון ושני, משפטי התכנסות והתבדרות.  
 מספרים מרוכבים ותכונותיהם.  
 פונקציות ממשיות רבות משתנים: הגדרה ודוגמאות, קווי רמה, גבולות ורציפות, נגזרת חלקית, דיפרנציאל שלם, נגזרת מכוונת ווקטור גרדיאנט, כלל שרשרת, פונקציות סתומות ונגזרותיהן, נגזרות חלקיות מסדר גבוה. קיצון מקומי, מוחלט ובתנאי, שיטת כופלי לגרנז'.  
 מבוא למשוואות דיפרנציאליות: דוגמאות ומיון משוואות דיפרנציאליות.  
 משוואות מסדר ראשון: משוואות עם משתנים מופרדים, משוואות הומוגניות, משוואות ליניאריות, משוואות ברנולי, משוואות מדויקות.

משוואות מסדר שני: משוואות ליניאריות מסדר שני עם מקדמים קבועים, שיטת וריאציה של פרמטרים.

ספרי לימוד:

יעקובזון, פיאנה, טולדנו, דבורה, שוחט, דוד, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי במשתנה אחד, מאגנס/ האוניברסיטה העברית, תשס"ט 2008.

בומה אברמוביץ', מרים ברזינה, לודמילה שורצמן, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי במשתנים אחדים, תוצרת מאגנס, ירשלים, תשס"ח 2008.

אנטון, הווארד, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי א', האוניברסיטה הפתוחה, תשנ"ז.

אנטון, הווארד, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי ב', האוניברסיטה הפתוחה, תשנ"ז.

קון בן ציון, זעפרני סמי, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 1, הוצאה ספרי לימוד, מהדורה מורחבת ומתוקנת, 1994.

קון, בן-ציון, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 2: תאוריה ותרגילים, בק-ספרי לימוד, 1992.

דגן, מרים, מדריך במשוואות דיפרנציאליות רגילות להנדסה, המכללה האקדמית להנדסה סמי שמעון, 2007.

Walker, Peter, Examples and theorems in analysis, Springer, 2004.

## 20046 - אלגברה ליניארית לניהול טכנולוגיה -

### Linear Algebra for Management of Technology

אופן ההוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: אין

הנושאים שילמדו בקורס:

אלגברה וקטורית: חיבור, כפל בסקלר, מכפלה סקלרית ואורתוגונאליות, מכפלה וקטורית במרחב, מכפלה מעורבת.

גיאומטריה אנליטית במישור ובמרחב: ישרים ומישורים במרחב הדו-ממדי והתלת-ממדי.

מערכת משוואות ליניאריות: שיטת החילוף של גאוס, פעולות שורה אלמנטריות, פתרון וחקירת מערכות משוואות ליניאריות

מטריצות: מושגים יסודיים, אלגברה של מטריצות. גדלים הקשורים למטריצות ומטריצות מיוחדות. מטריצה הפיכה ומטריצות אלמנטריות.

דטרמיננטות: הגדרת דטרמיננטה, תכונות יסודיות של דטרמיננטות, המטריצה המצורפת, כלל קרמר.

מרחב ווקטורי: תתי-מרחבים, תלות ליניארית, בסיס ומימד, דרגה של מטריצה.

העתקות ליניאריות: הגדרה, תכונות יסודיות, גרעין ותמונה ותכונותיהן, חד-חד-ערכיות ועל.

ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים: פולינום אופייני, לכסון מטריצות.

ספרי לימוד:

א. יעקובוב, ד. גולדשטיין, ד. גרבר, ר. שקליאר, אלגברה ליניארית - תיאוריה, תרגילים ופתרונות. 2006.

0. ליפשיץ, אלגברה ליניארית. הוצאת סטימצקי, האוניברסיטה הפתוחה, 1993.

Lay, D. Linear Algebra and its Applications. Addison - Wesley Pub. Comp., 1991.

Anton, H. Elementary Linear Algebra. Wiley, 1998.

Discrete Mathematics for Computer Science

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
 שעות שבועיות: 6 (שיעור - 4, תרגיל - 2)  
 נקודות זכות: 5  
 דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:  
 לוגיקה: פסוקים, קשרים לוגיים, גורר ושקילות, לוחות אמת. אקסיומות ומשפטים, תנאי הכרחי ותנאי מספיק, עקרונות יסודיים ושיטות הוכחה מרכזיות: ישירה, בדרך השלילה, הוכחת ה-contrapositive; אינדוקציה מתמטית; דוגמאות תורת הקבוצות: הקבוצה ואיבריה, תת-קבוצה, קבוצת החזקה, איחוד, חיתוך והפרש קבוצות, משלים של קבוצה, כללי דה-מורגן ועיקרון הדואליות, דיאגרמות ואן. יחסים: מכפלה קרטזית, יחס על קבוצה, תחום וטווח של יחס, הרכבת יחסים. יחס רפלקסיבי, סימטרי וטרנזיטיבי. סגור טרנזיטיבי, יחס שקילות, מחלקות שקילות, חלוקה של קבוצה וקבוצת המנה; יחס סדר חלקי ויחס סדר מלא, איבר מינימאלי ומקסימאלי, איבר קטן ביותר ואיבר גדול ביותר, דיאגרמת הסה של יחס סדר. פונקציות: הגדרת פונקציה. תחום וטווח של פונקציה. פונקציה חד-חד-ערכית ועל, הרכבת והרחבת פונקציות, פונקציה הפיכה. קצב גידול פונקציות. עוצמות: קבוצות בנות מנייה; עוצמת הרצף; עוצמת קבוצת החזקה, משפט קנטור. משפט קנטור-ברנשטיין. קומבינטוריקה: עיקרון החיבור ועיקרון הכפל, בחירת  $k$  איברים מתוך  $n$  – עם או בלי חשיבות לסדר, עם או בלי חזרות, תמורות, פיזור כדורים בתאים. זהויות קומבינטוריות. הבינום של ניוטון ומשולש פסקל. המשפט הקטן של פרמה; מקדמים מולטינומיים. משפט ההכלה וההדחה. תמורות אי-סדר מלא, נוסחה לפונקצית אוילר. עקרון שובך היונים ודוגמאות לשימושיו. פתרון נוסחאות נסיגה: פתרון בעיות קומבינטוריות באמצעות נוסחאות נסיגה, פתרון נוסחאות נסיגה לינאריות במקרה ההומוגני ובמקרה הלא-הומוגני. דוגמאות (מספרי Fibonacci). פונקציות יוצרות ושימוש בפונקציות יוצרות לפתרון יחסי רקורסיה. מספרי Catalan ומספרי Stirling מסוג שני.

ספרי לימוד:

גינזבורג א., מתמטיקה דיסקרטית, כרכים 1, 4, האוניברסיטה הפתוחה, 1994  
 ליניאל נ., פרנס מ., מתמטיקה בדידה, נ. בן-צבי מפעלי דפוס בע"מ, 2005  
 גירון ש., דר ש., מתמטיקה בדידה (דיסקרטית) אקדמיה הוצאה לאור, 2000

ספרי יעץ:

R. P. Grimaldi, Discrete and combinatorial mathematics. An applied introduction, Addison- Wesley, 1998  
 E. G. Goodaire, M. M. Parmenter, Discrete mathematics with graph theory, Prentice Hall, 2nd ed., 2002  
 R. Brualdi, Introductory combinatorics, Prentice Hall, 3rd ed., 1999  
 J. Truss, Discrete mathematics for computer scientists, Addison-Wesley, 1999  
 K. A. Ross, C. R.B. Wright, Discrete mathematics, Upper Saddle River, N.J. : Prentice-Hall Pearson, 2005.  
 Simpson, Discrete mathematics by example, London : McGraw-Hill, 2002  
 Schaum's outline of Theory and Problems of Discrete Mathematics: S. Lipschutz and M. L. Lipson, 1997

Schaum's solved problems series:  
Lipschutz and M. L. Lipson, 2000 solved problems in discrete mathematics,  
1992  
V. K. Balakrishnan, Theory and problems of combinatorics, McGraw-Hill, 1995

## 20170 – פונקציות מרוכבות למהנדסים-

### Complex Functions for Engineers

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים, טורים והתמרות אינטגרליות (במקביל)

הנושאים שיילמדו בקורס:  
מספרים מרוכבים: הגדרה, צורה אלגברית, גיאומטרית ומעריכית. פעולות יסוד, מישור מרוכב הטלה הסטריוגרפית.

פונקציות אלמנטריות:  $\text{Log } z, e^z, \sqrt[n]{z}, z^n$ , פונקציות טריגונומטריות ופונקציות טריגונומטריות הפוכות. רציפות. נגזרת של פונקציה של משתנה מרוכב, משוואות קושי-רימן. פונקציות אנליטיות והרמוניות. מיפוי על ידי פונקציות אלמנטריות מושג קונפורמיות בנקודה.

אינטגרל: הגדרה ותכונות, פונקציה קדומה בתחום פשוט קשר. משפט האינטגרל של קושי טורי חזקות: תחום התכנסות, פיתוח לטור טיילור ולורן. נקודות סינגולריות: הגדרה, מיון של נקודות סינגולריות מבודדות. שארית, משפט שארית, חישוב אינטגרלים ממשיים בעזרת משפט השארית. משפט רושה ועקרון ארגומנט.

ספרי לימוד:

בן-ציון קון. פונקציות מרוכבות, הוצאת בק-ספרי לימוד, 2002.  
פונקציות מרוכבות. א"פ קורס מס' 202423, יחידות 1 – 10. או"פ 1988.  
Brown, J.W., Churchill, R.V. Complex Variables and Applications, 6th ed. McGraw-Hill, 1996.  
Duffy, D., Advanced Engineering Mathematics, CRC Press, 1998.  
Kwok, Y.K. Applied, Complex Variables for Scientists and Engineers, Cambridge University Press, 2002.  
Milewski, E.G., The Complex Variables Problem Solver, 1987.  
Bak and Newman, Complex Analysis 1996, Springer.  
Saff, E.B., Snider, A.D. Fundamentals of Complex Analysis with Applications to Engineering and Science., Pearson Education, 2003.

## 20171 – משוואות דיפרנציאליות רגילות למהנדסים –

### Ordinary Differential Equations for Engineers

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים (במקביל), טורים והתמרות אינטגרליות (במקביל), אלגברה ליניארית.

הנושאים שיילמדו בקורס:

מבוא למשוואות דיפרנציאליות, מיון, משמעותן ושימושיהן, דוגמאות ממכאניקה וחשמל, מושגים יסודיים, משוואות מסדר ראשון, משפט קיום ויחידות של הפתרון, שיטות פרטיות לפתרון של משוואות מסדר ראשון, משוואות מסדר שני, הורדת סדר, משוואות ליניאריות מסדר n, האופי הליניארי של פתרונות, תלות ואי-תלות ליניארית של פתרון, ורונסקיאן, משוואות ליניאריות והומוגניות ולא הומוגניות. אפיון של פתרון כללי. פתרון של משוואות ליניאריות בעלות מקדמים קבועים, שיטות וריאציית פרמטרים והשוואת המקדמים. פתרון של משוואות ליניאריות בעזרת טורי חזקות סביב נקודה רגולרית וסינגולארית. מערכות משוואות ליניאריות מסדר ראשון. התמרת לפלס ושימושה לפתרון משוואות דיפרנציאליות. פונקציה דיראק והוויסייד. קונבולוציה.

ספרי לימוד:

דגן, מרים, מדריך במשוואות דיפרנציאליות רגילות להנדסה, המכללה האקדמית להנדסה סמי שמעון, 2007.

לרון, יאן, משוואות דיפרנציאליות: התמרות לפלס וטורי פוריה – להנדס, שורש, 2004.  
Boyce, William E, Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems, 2005.

Nagle, R. Kent, Fundamentals of Differential Equations, Addison-Wesley, 2000

## 20172 – משוואות דיפרנציאליות חלקיות למהנדסים -

### Partial Differential Equations for Engineers

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: משוואות דיפרנציאליות רגילות למהנדסים, טורים והתמרות אינטגרליות

הנושאים שיילמדו בקורס:

משוואות דיפרנציאליות חלקיות, מיון, משוואות חלקיות מסדר ראשון, משוואות קווי-ליניאריות, שיטות מאפיינים והפרדת המשתנים. טורי פורייה המוכללים. בעיות שטורם-ליוביל. משוואות חום במרחב החד ממדי, הפרדת משתנים, משוואת חום במרחב החד ממדי, שוטות הפרדת משתנים ומאפיינים. משוואות גלים וחום במישור ומרחב, פונקציות בסל. משוואות לפלס במישור ומרחב. משוואת פואסון. משוואות חום ולפלס בתחום לא חסום, התמרת פורייה. שיטת פונקציית גרין לפתרון מד"ר ומד"ח.

ספרי לימוד:

פינצ'ובר יהודה. מבוא למשוואות דיפרנציאליות חלקיות, הפקולטה למתמטיקה, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל, 2003.

Arnold, V. I, Lectures on Partial Differential Equations, Springer, 2004.

Boice, W.E., DiPrima, R.C., Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems - 7th ed., Wiley, 2001. (Chapters 10, 11).

Constanda, C., Solution Techniques for Elementary Partial Differential Equations – 2nd ed., Chapman & Hall, 2010.

Pinchover, Y., Introduction to Partial Differential Equations, Cambridge University Press, 2005.

Stanoyevitch, A., Introduction to Numerical Ordinary and Partial Differential Equations using Matlab, Wiley, 2005.

Tyn, M-U, Lokenath, D., Linear Partial Differential Equations for Scientists and Engineers - 4-th ed., Birkhäuser, 2007.

## 20173 – טורים והתמרות אינטגרליות למהנדסים –

### Series and Integral Transforms for Engineers

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים

הנושאים שיילמדו בקורס:

טורים מספריים, התכנסות של טורים, תנאי הכרחי להתכנסות. טורים חיוביים, מבחני התכנסות של טורים חיוביים: מבחן דלמבר, מבחן קושי, מבחן אינטגרלי ומבחן השוואה. טורים כלליים, התכנסות בהחלט והתכנסות בתנאי. טורים מתחלפים, מבחן לייבניץ. טורים פונקציונליים, טורי חזקות וטורי טיילור. טורי פורייה בצורה טריגונומטרית ואקספוננציאלית. שחזור פונקציה ממקדמי פורייה (משפט דיריכלה), חישוב סכומים בעזרת טורי פורייה. שוויון פרסבל. טור סינוסים וטור קוסינוסים. התמרת פורייה, תכונות ונוסחאות. התמרת פורייה ההפוכה, שוויון פלנשראל, נוסחת הדואליות. קונבולוציה, משפט הקונבולוציה. התמרת לפלס, תכונות ונוסחאות. התמרת לפלס ההפוכה. התמרת  $Z$ , תכונות של התמרת  $Z$ , פתרון משוואות הפרשים בעזרת התמרת  $Z$ .

ספרי לימוד:

אנטון, ה., חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי א', תל-אביב, האוניברסיטה הפתוחה, תשנ"ז. (פרק 11).

זעפרני, ס., פינקוס, א., טורי פוריה והתמרות אינטגרליות. הטכניון, הפקולטה למתמטיקה, 1997.

קון, ב-צ., חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי: 2 תאוריה ותרגילים. חיפה, בק - ספרי לימוד, 1992.

בעז פורת. עיבוד אותות ספרתי. אוניברסיטה פתוחה. (חלק ג': פרקים 1, 2).

Chu, E., Discrete and Continuous Fourier Transforms: Analysis, Applications and Fast Algorithms, CRC Press, 2008.

Gasquet, C., Witomski, P., and Ryan, R. Fourier Analysis and Applications: filtering, numerical computation, wavelets. NY, Springer, 1999.

Dyke, P. P. G, An Introduction to Laplace Transforms and Fourier Series (Springer Undergraduate Mathematics Series), London, Springer, 2000.

W.E.Boyce, R.C.DiPrima. Elementary differential equations and boundary value problems, 7th ed. Wiley, 2001. – (Chapters: 6, 10.2, 10.3, 10.4).

D.W. Jordan, P. Smith. Mathematical Techniques. 2nd edition, Oxford University Press, 2001. – (Chapters: 6, 21, 25, 26.10, 37).

E. Kreyszig. Advanced Engineering Mathematics. 8th edition, Wiley, 1999. – (Chapters: 3, 5, 7, 10.5, 12.1, 12.2).

אופן ההוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: אין

הנושאים שילמדו בקורס:

אינדוקציה מתמטית: תיאוריה ודוגמאות.

מבנים בסיסיים של השפה המתמטית: לפחות, בלבד, לכל היותר, אחד ויחיד; מילות הקישור גם ואו; הכמתים לכל וקיים; שלילת טענות; תנאי הכרחי ומספיק; לוגיקה: ביטויים לוגיים, קשרים לוגיים: דיסיונקציה, קוניונקציה, שלילה, גורר ושקילות, ולוחות אמת שלהן. טאוטולוגיה וסתירה. שקילות לוגית וזהויות. צורה קוניונקטיבית נורמלית וצורה דיסיונקטיבית נורמלית. קבוצה מינימלית של קשרים. תחשיב הפרדיקטים, נוסחאות, מבנים, שקילות של נוסחאות, פעולות על נוסחאות עם כמתים, צורה פרנקסית נורמלית. תורת הקבוצות: הקבוצה ואיבריה, תת-קבוצה. דיאגרמת ואן, איחוד חיתוך והפרש קבוצות, קבוצה אוניברסלית וקבוצה ריקה, משלים של קבוצה, כללי דה-מורגן ועיקרון הדואליות. קבוצת החזקה.

יחסים: מכפלה קרטזית, יחס על קבוצה, תחום וטווח של יחס, הרכבת יחסים ויחס הפוך. יחס רפלקסיבי, סימטרי, אנטי-סימטרי וטרנזיטיבי.

יחסי שקילות: הגדרה, מחלקות שקילות, חלוקה של קבוצה וקבוצת המנה.

יחס סדר: הגדרת יחס סדר חלקי ויחס סדר מלא, דיאגרמת הסה של יחס סדר, איבר מינימלי ומקסימלי, איבר קטן ביותר ואיבר גדול ביותר.

פונקציות: הגדרת פונקציה. תחום וטווח של פונקציה, פונקציה שלמה, פונקציה חד-חד-ערכית ועל, הרכבת פונקציות, אפיון חח"ע ועל באמצעות הרכבת פונקציות, פונקציה הפיכה, תמונה ותמונה הפוכה של פונקציה.

מערכות דיסקרטיות: מבוא ודוגמאות, מערכות לינאריות, משוואות הפרשים ופתרון. התמרת Z ותכונותיה, שימוש בהתמרת Z לפתרון משוואות הפרשים.

ספרי לימוד:

מתמטיקה בדידה, נתי ליניאל ומיכל פרנס, מהדורה שניה מתוקנת, הוצאת בן-צבי מפעלי דפוס, 2005.

מתמטיקה דיסקרטית, שי גירון ושוני דר, מהדורה שניה, סדרת קוויז, הוצאת אקדמיה, 2000.

מתמטיקה דיסקרטית, אברהם גינזבורג, הוצאת האוניברסיטה הפתוחה, 1993.

Rosen, K.H., Discrete mathematics and its applications, 5th ed., New York : McGraw-Hill, 2003.

Simpson, A., Discrete mathematics by example, London : McGraw-Hill, 2002.

Anderson, I., A first course in discrete mathematics, London : Springer, 2001.

Lipschutz, S., 2000 Solved Problems in Discrete Mathematics, McGraw-Hill, 1992.

## קורסי בחירה עיקריים במתמטיקה שימושית

21186 - מבוא לעיבוד אותות דיבור -

### Introduction to Speech Signal Processing

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: מבוא לעיבוד אותות

הנושאים שיילמדו בקורס:

מבוא, אפליקציות של עבוד אות דיבור וסיווג של מערכות, סקירת מערכות לעבוד אות דיבור בעבר ובהווה.

מבנה פיזיולוגי ואקוסטי של איברי הדיבור והשמיעה.

תורת ההיגוי והדקדוק, התורה האקוסטית של היווצרות הדיבור, התדר היסודי והפורמנטות. מודלים אקוסטיים של אות הדיבור: מודל הצינורות, מודל מקור-מסנן.

התכונות הסטטיסטיות של אות הדיבור.

שיטות לניתוח אות הדיבור, תרשים עבוד כללי, מיצוי מאפיינים, מאפייני AMDF, קורלציה, חציית אפסים, אנרגיה, תדרי יסוד.

ניתוח בעזרת סדרות זמניות, מקדמי החיזוי הליניארי, שיטות לשערוך מקדמי החיזוי הליניארי.

ניתוח קפסטרלי, הקשר בין המאפיינים השונים.

כימות ווקטורי

מדדי מרחק.

מבוא לזיהוי תבניות.

ספרי לימוד:

Deller, J., J. Proakis, "Discrete Time Processing of Speech Signals", Prentice-Hall, 1995.

Rabiner, L.R., R.W. Schafer, "Digital Processing of Speech Signals", Prentice-Hall, 1978.

ספרי עיון:

Oppenheim, A.V., R.W. Schafer, "Discrete Time Signal Processing", 2nd Ed., Prentice-Hall, 1999.

Oppenheim, A.V., R.W. Schafer, "Digital Signal Processing", Prentice-Hall, 1991.

Rabiner, L.R., B. Gold, "Theory and Application of Digital Signal Processing", Prentice-Hall, 1975.

Frank Fallside, William A. Woods, "Computer Speech Processing" Prentice/Hall, 1985



## Image Processing

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: עיבוד אותות

הנושאים שיילמדו בקורס:  
פרמטרים בסיסיים של תמונה, קליטה ואיכסון של תמונה, ייצוג תמונה דיגיטלית, ייצוג תמונת גוני-אפור, תמונת צבע, תמונה בינרית, ייצוג תמונת גוני-אפור באמצעות תמונה בינרית. שיפור תמונה בעזרת התמרת פורייה, חידוד תמונה, החלקה, סילוק טשטוש, הקטנת הפרעה מחזורית, התמרה בעזרת קונבולוציה, קורלציה, התמרת KLT. היסטוגרמות של גוני-אפור, שינוי ניגודיות (contrast), שינוי בהירות, מסננים לניקוי רעשים בתמונה, להחלקת תמונה, לחידוד תמונה, לזיהוי קצוות, ניתוח מסננים באמצעות אנליזת פורייה.

ספרי לימוד:

בן-צבי, ד. עיבוד ספרתי של תמונות. האוניברסיטה הפתוחה, 1996.  
Gonzalez R.C. and Woods, R.E. Digital Image Processing. Addison-Wesley, 2nd ed., 1993.  
Castleman, K.R. Digital Image Processing. Prentice Hall, 1989.  
Bernd, J. Digital Image Processing: Concepts, Algorithms, and Scientific Applications. Springer, 2005.

## 21201 - מבוא למערכות מידע גיאוגרפי (ממ"ג)-

### Introduction to Geographic Information Systems

אופן ההוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:  
מקורות המידע, מודלים גיאומטרתיים, סוגיות גיאודטיות, דאטום, היטלים ומערכות קואורדינטות, דיגיטציה וקליטת מידע מרחבי ממקורות שונים, סוגי בסיסי נתונים למימוש מידע מרחבי ומידע תיאורי ב GIS, שיטות לאנליזה מרחבית, שיטות לתשאל בסיס הנתונים, קרטוגרפיה וסימבולוגיה, הפקת מפות ועזרים מורכבים, ויזואליזציה. שיטות בעיבוד וניתוח של נתונים לפני השטח במודל תלת ממדי. הצגת דוגמאות לפרויקטים מעשיים בתחום ה-GIS.

ספרי לימוד:

P. Bolstad, GIS Fundamentals A First Text on Geographic Information Systems, 2005. Second Edition.  
R. Burke, A. Arana, Getting to Know ArcObjects, 2003.  
R. Burke, Getting to Know ArcGIS Desktop, Second Edition, 2004.

J. Star, J. Estes. Geographic Information Systems: An Introduction, Prentice Hall, 1990.  
T. Bernhardsen, Geographic Information System, VIAK IT, 1992.  
D. J. Maguire. Computers in Geography, Longman, 1989.  
D. J. Maguire et al, Geographical Information Systems, Principles and Applications, v. 1 & 2, Longman, 1991.

## 21202 - מערכות מידע גיאוגרפיות 2 (ממ"ג)

### Geographic Information Systems 2 -

אופן ההוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: מבוא למערכות מידע גיאוגרפי

הנושאים שיילמדו בקורס:

בסיסי נתונים גיאומטריים. שיטות מתקדמות לאנליזה מרחבית בממ"ג וקטורי ובממ"ג רסטרי, אינטרפולציה מרחבית, ואלגברה של מפות. טכניקות חישוב וניתוח של נתונים ופני השטח במודל תלת-ממדי. Model Builder לבנייה והרצה של מודלים מרחביים. רשתות (Networks), הרכבת Hybrid Model לשמירת נתוני הרשת ושיטות לניתוח רשתות תנועה. שיטות לניתוח שגיאות ובדיקת תקינות של נתונים גיאוגרפיים ועריכתם.

ספרי לימוד:

K.-T. Chang, geographic information systems, 2002.  
T. Bernhardsen, Geographic Information Systems, 2002.  
R. Laurini, D. Thompson, Fundamentals of Spatial Information Systems, AP, London, 1992.  
D. J. Maguire et al, Geographical Information Systems, Principles and Applications, v. 1 & 2, Longman, 1991.  
NCGIA Core Curriculum 1994 ([www.ucgia.ucsb.edu/giscc/](http://www.ucgia.ucsb.edu/giscc/)).

## 21410 - הסקה סטטיסטית

### Statistical Inference

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: הרצאה - 3 שעות, תרגול - 1 שעה, סה"כ שעות - 4  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: 20152 חשבון אינפי 2, 20077 אלגברה לינארית, 20019 הסתברות, 21312 אלגוריתמים באופטימיזציה.

מטרת הקורס הנה להקנות ידע עיונים וכלים למימוש הסקה סטטיסטית. במהלך הקורס, הנושאים הבאים יילמדו: *Sufficiency Principle*, *Maximum Likelihood Principle*, *BAYES*, *PRIOR*, *BAYES* משערך, בדיקת השערות, שערך טווח, עקרון שערך *BAYES*, תאוריית ההחלקה, *BAYES* משערך של *BAYES*, בחירת *PRIOR*, בדיקת השערות, חישובי *BAYES*

1. G. Casella, R. Berger, Statistical Inference, 2<sup>nd</sup> Edition, Duxbury, 2002.
2. J. Ghosh, M. Delampady, T. Samanta, An Introduction to Bayesian Analysis, Springer, 2006.

### 21521 - מבוא לתורת ההצפנה א' – אלגוריתמים

#### Introduction to Cryptography 1 – Algorithms

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: הרצאה - 3 שעות, תרגול - 1 שעה, סה"כ שעות - 4  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: מתמטיקה דיסקרטית, אלגברה לינארית

הנושאים שיילמדו בקורס:

מבוא לתורת ההצפנה, אלגוריתמים סימטריים, אלגוריתמים סימטריים קלאסיים, אריתמטיקה מודולארית, Stream Ciphers, מספרים אקראיים ופסבדו-אקראיים וייצור של מספרים אקראיים ופסבדו-אקראיים, LFSRs, RC4, Trivium, Block Ciphers, DES, שדות Modes of Operations, AES, Extension Fields, Prime Fields, גלואה,

אלגוריתמים א-סימטריים, תורת המספרים, האלגוריתם של אוקלידס, האלגוריתם המורחב של אוקלידס, פונקציית פי של אוילר, התאורמה הקטנה של פרמה והתאורמה של אוילר, RSA

בעיית הלוגריתם הדיסקרטי, החלפת מפתחות בשיטת Diffie-Hellman, הצפנת אל-גמאל, Elliptic Curves, הצפנה קוונטית

ספרי לימוד:

Bruce Schneier, Applied Cryptography, 2<sup>nd</sup> edition  
Charlie Kaufman, Radia Perlman, Mike Speciner Network Security - Private Communication In A Public World, 2<sup>nd</sup> edition  
Douglas R. Stinson (2002), Cryptography Theory and Practice, 2nd edition, Chapman & Hall,  
סטה תמיר, (2006) מבוא לקריפטוגרפיה, מדריך למידה בהוצאת האוניברסיטה הפתוחה.

### 21523 - כלים מתמטיים לשוק המניות

#### Mathematical tools for Stock Markets

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: הרצאה - 3 שעות, תרגול - 1 שעה, סה"כ שעות - 4  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: הסתברות, אלגברה לינארית, חשבון אינפיניטימלי

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. Brownian Motion and Geometric Brownian Motion
2. ריביות וערך עכשוי
3. Arbitrage

ספרי לימוד:

Sheldon Ross: An Elementary Introduction to Mathematical Finance, Cambridge University Press, 3<sup>rd</sup> Edition, 2001.

## 21525 - הדמיית נתונים ככלי במחקר ופיתוח

### Data visualization as an R&D tool

שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 1 + 3 :

נקודות זכות: 3.5 :

דרישות קדם: מעבדה למחשבים או תכנות PYTHON ויישומים ב-BIG DATA ובמולטימדיה

הקניית כלים להמחשה וויזואלית של נתונים בסביבת מחקר ופיתוח. הקניית כלים לבחינה ביקורתית של הצגה גרפית של נתונים ובחירת הדרך המיטבית להצגה כזאת. התנסות מעשית בכלים שונים להצגת נתונים הן ככלי בתהליך מחקר ופיתוח והן ככלי לדיווח והעברת המידע. עקרונות מנחים בהמחשת נתונים: תפיסת מרחב וצבע, צורה וקרבה. יחס בין סיגל לרעש (signal to noise ratio). גישת grammar of graphics. תצוגת נתונים אינטראקטיבית ככלי למחקר סיורי (exploratory analysis) וככלי להעברת המידע. הדמיה תלת ממדית: בעיות, אתגרים ויישומים.

ספרי לימוד:

Few, Stephen. Show me the numbers: Designing Tables and Graph to Enlighten. Analytics Press; Second edition 2012

Tufte, Edward R. *The Visual Display of Quantitative Information*. Cheshire, Conn. (Box 430, Cheshire 06410): Graphics Press, 1983. Print.

Ware, Colin. *Information Visualization: Perception for Design*. San Francisco: Morgan Kaufman, 2000. Print.

Nature Methods papers:

Design of data figures. Bang Wong. Nature Methods 7, pp. 665, Sept 2010.

Color coding. Bang Wong. Nature Methods 7, pp. 573, Aug 2010.

Avoiding color. Bang Wong. Nature Methods 8, pp. 525, Jun 2011.

Gestalt principles (part 1). Bang Wong. Nature Methods 7, pp. 863, Nov 2010.

Gestalt principles (part 2). Bang Wong. Nature Methods 7, pp. 941, Dec 2010.

Negative space. Bang Wong. Nature Methods 8, pp. 5, Jan 2011.

Saliency to relevance. Bang Wong. Nature Methods 8, pp. 889, Nov 2011.

Points of review (part 2). Bang Wong. Nature Methods 8, pp. 189, Mar 2011.

## 21526 - ראית מכונה

### Machine Vision

שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: עיבוד תמונה (21187)

הנושאים הנלמדים בקורס הם:  
 האתגרים בפיענוח וניתוח תמונות "מהחיים". מדידת אור, מקורות אור, הצללה, ומודלים.  
 תכונות של מודלים גאומטריים ומודלים אנליטיים לניתוח תמונה, פרספקטיבה  
 פילטרים לכיול התמונה, זיהוי שפות ופינות, זיהוי טקסטורות, שימוש בהסטוגרמות,  
 Laplacian pyramid and orientation pyramids ושיחזור התמונות, morphing.  
 פילטרים מקומיים וגלובליים.  
 מציאת "נקודות מפתח" (key point features) בתמונה, קווים, ופינות, Harris detector,  
 מנגנון הראיה והתפיסה האנושית, השליות אופטיות כדרך בירור האלגוריתמים שבשימוש  
 של המוח האנושי. אלגוריתמים בלתי תלויים בכוון, גודל, עיוות ותנאי תאורה (invariants),  
 טכניקות ואלגוריתמים להתאמה. correlation, least square, usage of gradients,  
 קונטורים, השלמת קונטורים חסרים, סגמנטציה, צרוף, בנית אשכולות. ניתוח וידאו  
 ואלגוריתמים למעקב: background subtraction - ו-meanshift, camshift, optical flow,  
 בנית מסווגים ושימושם במציאת תבניות, (Support Vector Machine (SVM),  
 אופטימיזציות מקומיות וגלובליות, Registration. שימושים בהדמיה רפואית.

ספרי לימוד:

D. Forsyth and J. Ponce, Computer Vision - A Modern Approach, Prentice Hall  
 2<sup>nd</sup> ed, 2011  
 R. Szeliski, Computer Vision: Algorithms and Applications, Springer-Verlag ed.  
 2011  
 R.C. Gonzales and R. E. Woods Digital Image Processing, Prentice Hall 2<sup>nd</sup> ed.  
 2002

## 67001 - מבוא לתורת ההצפנה ב'

### Introduction to Cryptography 2

אופן ההוראה: 3 שעות הרצאה + 1 שעת תרגול  
 שיעור 67001 תרגיל : 667001  
 3.5 נקודות זכות  
 דרישות קדם: מבוא לתורת ההצפנה א' - אלגוריתמים

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. חזרה: הצפנה סימטרית וא-סימטרית
2. Modes of Operations
3. מבוא לפרוטוקולי הצפנה
4. חתימות דיגיטליות
  - 4.1 מבוססות RSA
  - 4.2 מבוססות אל-גמאל
  - 4.3 מבוססות Elliptic Curves
5. פונקציות hash חד-כיווניות
6. MACs – Message Authentication Codes
7. הפצת מפתחות
8. מכירת סודות
9. ביט התחייבות, חישוב רב משתתפים בטוח
10. הוכחת אפס מידע
11. אימות משתמשים וסיסמאות

ספרי לימוד:

Bruce Schneier , Applied Cryptography, 2<sup>nd</sup> edition  
2. Charlie Kaufman, Radia Perlman, Mike Speciner Network Security - Private Communication In A Public World, , 2<sup>nd</sup> edition  
Douglas R. Stinson (2002), Cryptography Theory and Practice, 2nd edition, Chapman & Hall,  
סטה תמיר, (2006) מבוא לקריפטוגרפיה, מדריך למידה בהוצאת האוניברסיטה הפתוחה.

## 67003 - אבטחת רשתות ומרשתת

### Network and Internet Security

אופן הוראה: שיעור + תרגיל  
שעות שבועיות: הרצאה - 3 שעות, תרגיל - 1 שעות  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: מבוא להסתברות, רשתות תקשורת מחשבים, אבטחת מחשבים  
הנושאים שיילמדו בקורס:

#### Denial of Service (DoS) התקפות

זיהוי התקפות מסוג Denial of Service, הגנה מפני התקפות אלה

#### זיהוי חדירה לרשת (Network Intrusion Detection)

זיהוי גישות לא מאושרות לרשת באמצעות ניתוח התעבורה. מערכות לזיהוי גישות לא מורשות (NIDS – Network Intrusion Detection Systems). דרכי התחמקות מגילוי.

#### דרכים להסקת פעילות ברשת

ניתוח מבוסס זמן להתקפה על SSH

#### צנזורה ואנונימיות: רשת Tor

אנונימיות ברשת: מה ניתן לדעת עלינו וכיצד נוכל לשמור על אנונימיות. רשת Tor.

#### ספאם, Botnet וכלכלת הצללים המזינה אותם

Botnets חוקיים ולא חוקיים. Botnets ששולחים ספאם. כלכלת הצללים שמזינה תוכנות זדוניות ומשלוח הודעות ספאם.

ספרי לימוד:

הקורס מתבסס על מאמרים ודו"חות טכניים.

### Internet and Network Security

667003/67003

3 Hours Lessons, 1 Hours Lab

3.5 Credits

Prerequisites:

6. (21019) Probability and Statistics
7. (61305) Computer Communication Networks
8. (67002/667002) Computer Security

## Computer Security

אופן הוראה: שיעור + תרגיל  
 שעות שבועיות: הרצאה - 3 שעות, תרגיל - 1 שעות  
 3.5 נקודות זכות  
 דרישות קדם: מערכות הפעלה, ההצפנה 1 + 2

הנושאים שיילמדו בקורס:  
 אבטחת מערכות הפעלה ומחשב:  
 שיטות השתלטות זדונית על מחשב תוך ניצול קוד לא מאובטח (כגון: buffer overflow, injections), עקרונות הגנה על תכניות מחשב, מנגנוני אבטחה במערכת הפעלה

אבטחת יישומי מרשתת (כולל דוא"ל-ים ומסדי נתונים):  
 מודל ההגנה על דפדפנים: הדפדפן כמערכת הפעלה ופלטפורמת ריצה, תקשורת http, ממשק הדפדפן וכיצד הוא מלמד אותנו על בעיות אבטחה. אבטחת יישומי מרשתת (בעיות ודרכי הגנה). זיהוי משתמש וניהול session (ניהול מצב). מטרות ובעיות בתקשורת מבוססת https.

תוכנות זדוניות:  
 ווירוסים, תולעים, תוכנות ריגול ו-key-loggers

אבטחת פלטפורמות ניידות:  
 מודלים של אבטחת פלטפורמות ניידות, זיהוי תוכנות זדוניות באנדרואיד

ספרי לימוד:

Michael Goodrich Roberto Tamassia, (2011), Introduction to Computer Security. Addison-Wesley, 2011  
 Ross J. Anderson (2008), Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems, 2<sup>nd</sup> edition., Wiley,

## 21513 - שיטות חיזוי -

## Forecasting Methods

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
 שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
 נקודות זכות: 3.5  
 דרישות קדם: הסתברות וסטטיסטיקה

הנושאים שיילמדו בקורס:  
 יסודות של חיזוי כמותית. שיטות החלקה. שיטות פירוק. שיטות רגרסיה. מודל אקונומטרי. שיטות של טורי-זמן מאת Box-Jenkins. תחזית של מחזור. שיטות איכותיות.

ספרי לימוד:

Abraham, B. and Ledolter, J. Statistical Methods for Forecasting. Wiley, 2005.  
 Brockwell, P.J. and Davis, R.A., Introduction to Time Series and Forecasting. Springer, 2003.  
 Makridakis, S.G., Wheelwright, S.C. and Hyndman, R.J. Forecasting: Methods and Applications. Wiley, 3rd ed., 1997.

## קורסי בחירה נוספים במתמטיקה שימושית

21167 - מבוא לאנליזה נומרית-

### Introduction to Numerical Analysis

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: חשבון אינפיניטסימלי 2 למדעי המחשב(במקביל)

הנושאים שיילמדו בקורס:  
מבוא. חישובים בעזרת מחשב. נקודה הצפה. שגיאת עיגול. מקורות השגיאה. שיטות לפתרון משוואות לא ליניאריות: שיטה גרפית, שיטת החצייה, שיטת האיטרציה. ההתכנסות של תהליך איטרטיבי, שיטת המיתר, שיטת ניוטון-רפסון. שיטות לפתרון משוואות לא ליניאריות ב-MATLAB. שיטות לפתרון מערכת משוואות ליניאריות: האלימינציה של גאוס, פירוק LU, שיטת חולסקי, פירוק QR, שיטות איטרטיביות: יעקובי וזיידל-גאוס. בעיות בעלות הצגה גרועה. Pseudo-inverse. שיטות לפתרון מערכות משוואות ליניאריות ב-MATLAB. אינטרפולציה. אינטרפולציה ליניארית, אינטרפולציה פולינומיאלית, פולינומי האינטרפולציה על פי לגרנז', ניוטון והרמיט. אינטרפולציה ע"י ספליינים. אינטרפולציה ב-MATLAB. אינטגרציה וגזירה נומרית: נוסחאות ניוטון-קוטס, כלל טרפז וכלל סימפסון, נוסחת גאוס, נוסחאות הנגזרות הנומריות. curve fitting. תלות ליניארית וריבועית. מציאת פרמטרי הנוסחה. דיוק הנוסחה. Curve fitting ב-MATLAB.

ספרי לימוד:

צבס גדעון, מבוא לאנליזה נומרית. רמות/אוניברסיטת תל-אביב, תשנ"ח, 1985.  
Penny, J. and Lindfield, G. Numerical Methods using MATLAB. 2nd ed.,  
Prentice Hall, 1999.  
Mathews, J.H. Numerical Methods for Mathematics, Science, and  
Engineering. Prentice Hall, 2005.  
Chapra S. and Canal, K., Numerical Methods for Engineers., McGraw-Hill,  
2006.  
Rao, S. Applied Numerical Methods for Engineers and Scientists.

21169 - מעבדה למחשב למתמטיקה שימושית –

### Computer Laboratory for Applied Mathematics

אופן הוראה: מעבדה  
שעות שבועיות: 2  
נקודות זכות: 1  
דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס (לפי שבועות):  
שבוע 1-2: הכרת על המערכת. חלונות הסביבה. שימוש ב-Matlab כי מחשבון מתקדם.



שבוע 3-4: Symbolic toolbox – ערכים מדויקים ומקורבים. סוגי משתנים. פקודות מסוג ezplot ו- ezsurf.  
שבוע 5-6: מטריצות: הגדרות פעולות אלמנטאריות. מטריצות הפוכות, דטרמיננטות, פטרון מערכת משוואות.  
שבוע 7: חקירת פולינומים. בניית גרפים של פונקציות (plot ו- plot3)  
שבוע 8-9: Numeric toolbox.  
שבוע 10: Image processing toolbox.  
שבוע 11-14: תכנות בסביבת Matlab

## 21170- אנליזה נומרית 2 –

### Numerical Analysis 2

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 5 (שיעור - 3, תרגיל - 2)  
נקודות זכות: 4.0  
דרישות קדם: מבוא לאנליזה נומרית

הנושאים שיילמדו בקורס:

קירובים פולינומיאליים. קירוב ע"י פולינום טיילור. שגיאת קיטוע ועיגול. מידת דיוק בקירובים פולינומיאליים. קירוב מינימקס. פולינומי המינימקס ממעלה ראשונה ושנייה. ולינומי צ'בישב. אינטרפולציה בנקודות צ'בישב. פיתוח של פולינומי צ'בישב. פולינום ריבועים פחותים. פונקציות אורתוגונאליות בקטע. אורתוגונאליות של פולינומי צ'בישב. קירובי ריבועים פחותים ומינימקס.

מבוא לשיטות נומריות לאופטימיזציה חלקה. בעיות אופטימיזציה חלקה. שיטות אופטימיזציה עבור פונקציה של משתנה אחד: שיטת פיבונצ'י, שיטת היחס הזהב. שימוש ב-MATLAB. שיטות אופטימיזציה עבור פונקציות של כמה משתנים. מינימיזציה ללא אילוץ. שימושים ב-MATLAB. מינימיזציה באילוץ. שימושים ב-MATLAB. פתרון למערכות משוואות לא ליניאריות ב-MATLAB. תכנות ליניארי. שיטת סימפלקס ופתרון גרפי. תכנות ליניארי ב-MATLAB.

התמרת פורייה. פיתוח של פונקציות מחזוריות לטור פורייה. תופעת גיבס. התמרת פורייה הדיסקרטית. התמרת פורייה המהירה.

משוואות דיפרנציאליות רגילות. שיטת אוילר והתקדמותה. שיטות Runge-Kutta. שיטות אדמס. שיטות Predictor-corrector. Stiff equations. ספריית MATLAB למשוואות דיפרנציאליות רגילות. בעיות השפה. שיטת הפרשים סופיים. שיטת ריבועים פחותים. משוואות דיפרנציאליות חלקיות. מיון משוואות. שיטת הפרשים סופיים למשוואות אליפטיות, היפרבוליות ופרבוליות.

ספרי לימוד:

צבס גדעון, מבוא לאנליזה נומרית. רמות/אוניברסיטת תל-אביב, תשנ"ח, 1985.  
Penny, J. and Lindfield, G. Numerical Methods using MATLAB. 2nd ed., Prentice. Hall, 1999.  
Mathews, J.H. Numerical Methods for Mathematics, Science, and Engineering. Prentice Hall, 2005.  
Chapra S. and Canal, K., Numerical Methods for Engineers., McGraw-Hill, 2006.  
Rao, S. Applied Numerical Methods for Engineers and Scientists. Prentice Hall 2002

## 21174- משוואות דיפרנציאליות חלקיות 2 -

### Differential Partial Equations 2

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: (שיעור - 3, תרגיל - 1) 4  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: משוואות דיפרנציאליות חלקיות

הנושאים שיילמדו בקורס:  
משוואות חלקיות מסדר ראשון. קווים אופייניים.  
משוואות חלקיות מסדר שני, סיווג, צורות קנוניות. קווים אופייניים. בעיית קושי, משפט קושי-  
קוואלברסקאיה.  
פונקציות מוכללות. גזרות מוכללות. מרחב של סובולב. פתרונות חלשים. פתרונות יסודיים.  
פתרונות משוואות לא הומוגניות בעזרת פתרונות יסודיים  
משוואות הפרבוליות, בעלות מוצדקות היטב. משפטי קיום ויחידות.  
משוואת גלים. בעיית קושי מוכללת. פוטנציאל הגלים. נוסחת דה-למבר.  
התפשטות גלים בישר, במישור ובמרחב.  
משוואות פרבוליות, בעלות מוצדקות היטב. בעיטות יסודיות. משפטי קיום ויחידות.  
משוואת החום. בעיית קושי מוכללת. פוטנציאל החום. נוסחת פואסון. התפשטות חום.  
משוואות אינטגרליות של Fredholm ו-Volterra. גרין, ממס (resolvent).  
ערכים עצמיים ופונקציות עצמיות. משפטי Fredholm.  
משוואות אליפטיות, משפטי קיום ויחידות. ערכים עצמיים ופונקציות עצמיות.  
משוואת לפלס, משוואת פואסון, נוסחאות גרין.. פונקציות הרמוניות. פוטנציאל של ניוטון.  
עקרון המקסימום.  
בעיות שפה למשוואות לפלס ופואסון.  
הערכות אסימפטוטיות דוגמאות. יישומים של הערכות אסימפטוטיות לפתרונות משוואות  
דיפרנציאליות.

ספרי לימוד:

פינצ'ובר, יהודה, מבוא למשוואות דיפרנציאליות חלקיות, הפקולטה למתמטיקה, הטכניון -  
מכון טכנולוגי לישראל, 2003.

Pinchover, Yehuda, Introduction to Partial Differential Equations, Cambridge  
University Press, 2005.

Stanoyevitch, Alexander, Introduction to Numerical Ordinary and Partial  
Differential Equations using Matlab, Wiley, 2005.

Arnold, V. I, Lectures on Partial Differential Equations, Springer ;PHASIS,  
2004

## 21175- בניית מודלים מתמטיים ב' -

### Mathematical Modeling B

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: בניית מודלים מתמטיים א'

הנושאים שיילמדו בקורס:  
מודל ניח (קבוע, לא דינמי, סטציונרי) ולא ניח. תהליך סטוכסטי. תהליכי מרקוב ולא מרקוב.  
מודלים ניחים: אנליזה של שונות, רגרסיה, זמן ומרחב רציף או בדיד.  
מבוא לשיטות סטוכסטיות. מבוא לרשתות עצביות. רשתות הופפילד וקשתות קוהונן. מודלים  
רכים: קבוצות עמומות, מספרים עמומים, לוגיקה עמומה. תכניות MATLAB לבניית רשתות  
עצביות והחלטות ע"י לוגיקה עמומה. ביצוע התוצאות.  
תפקיד של סימולציה. הערכת הפרמטרים. שיטות (טכניקות) רגרסיה: שיטת הריבועים  
הקטנים ביותר, שטת המומנט, מקסימום של סבירות. מבחן טיב ההתאמה: (שגיאה  
מוחלטת/יחסית, משקלים, מדידת הרעש), מבחן של  $\chi^2$ .  
ניתוח לוחות  $2 \times 2$ ,  $m \times n$ .  
שיטת סימולציה מונטה-קארלו. מבוא לתכנון הניסויים.

ספרי לימוד:

Bender, E.A., An Introduction to Mathematical Modeling. Dover Publications, 2000.  
Buckley, J.J., Eslami, E., An Introduction to Fuzzy Logic and Fuzzy Sets, Springer, 2002.  
Enns, R.H., McGuire, G.C., Computer Algebra Recipes : An Introductory Guide to the Mathematical Models of Science. Springer, 2006.  
Hagan, M.T. et al, Neural Network Design, PWS, 1996.  
Klir, G.J., Bo Yuan, Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications, Prentice-Hall, 1995.  
Mehrotra, K. et al, Elements of artificial neural networks, MIT, 1997.

## 21203 – פרויקט לתעשייה 1 –

### Industrial Project 1

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 6  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: אין

כללי:

פרויקט לתעשייה מיועד לאפשר לסטודנטים ממתטיקה שימושית וממדעי המחשב, לרכוש ניסיון בסביבת פיתוח אמיתית ולהתמודד עם ביצוע של פרויקט מעשי לתעשייה. הפרויקט יעסוק בסוגיות הקשורות להתמחות של הסטודנט במסלול הלימודים. הפרויקט הינו ברמה אקדמית, יבוצע בצוותים של שניים עד שלושה סטודנטים, ויתמקד בתכנון ובבניית פתרונות אשר יש להם ערך מוסף לתעשייה או לידע הקיים בתחום.

ביצוע הפרויקט:

הסטודנט מבצע פרויקט אישי על כל שלביו בליווי מנחה אקדמי ומנחה תעשייתי: הצעת פרויקט, תיכון, מימוש מערכת, כתיבת מסמכים ודוחות התקדמות במהלך הפרויקט, וספר פרויקט בסוף הסמסטר. מטרת הקורס היא התמודדות עם פרויקט באופן עצמאי ולהוכיח בגרות מקצועית, תוך שימוש בספרות מקצועית ובשילוב של כל החומר שנלמד במהלך הלימודים לקראת התואר. ביצוע הפרויקט מחייב בחינת הצורך בפרויקט, בהתכנות שלו, בבדיקת הפתרונות הקיימים אם בכלל, בהצעת חלופות לפתרון, ובבניית הפתרון עצמו הן מהבחינה התיאורטית והן מהבחינה המעשית

## Industrial Project 2

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 6

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: פרויקט לתעשייה 1

כללי:

קורס מתקדם המהווה המשך לפרויקט לתעשייה 1. ונועד להקנות לסטודנטים ממתמטיקה שימושית וממדעי המחשב ידע וניסיון מעמיק בייזום, בתכנון, ובבניית פתרונות מתקדמים בסוגיות הקשורות למסלולי ההתמחות של הסטודנט. הפרויקט מיועד להכשיר את הסטודנט לקראת מגעים ראשוניים עם התעשייה. הפרויקט יהיה ברמה, אשר יביא לידי ביטוי את הידע הנלמד של הסטודנט, וישקף את יכולת הסטודנט לבצע עבודה עצמאית, תוך כדי לימוד עצמי והשלמת ידיעות ממקורות נוספים (ספרות מקצועית, מאגרי מידע וכו') וכן כישורים בחיבור דו"ח הנדסי מסכם והצגתו. הסטודנט מבצע פרויקט אישי על כל שלביו בליווי מנחה אקדמי ומנחה תעשייתי: הצעת פרויקט, תיכון, מימוש מערכת, כתיבת מסמכים ודוחות התקדמות במהלך הפרויקט, וספר פרויקט בסוף הסמסטר. מטרת הקורס היא התמודדות עם פרויקט תעשייתי אמיתי ולהוכיח בגרות מקצועית, תוך שימוש בספרות מקצועית ובשילוב של כל החומר שנלמד במהלך הלימודים לקראת התואר. ביצוע הפרויקט מחייב בחינת הצורך בפרויקט, בהתכנות שלו, בבדיקת הפתרונות הקיימים אם בכלל, בהצעת חלופות לפתרון, ובבניית הפתרון עצמו הן מהבחינה התיאורטית והן מהבחינה המעשית.

ביצוע הפרויקט:

הסטודנט מבצע פרויקט אישי על כל שלביו בליווי מנחה אקדמי ומנחה תעשייתי: הצעת פרויקט, תיכון, מימוש מערכת, כתיבת מסמכים ודוחות התקדמות במהלך הפרויקט, וספר פרויקט בסוף הסמסטר. מטרת הקורס היא התמודדות עם פרויקט באופן עצמאי ולהוכיח בגרות מקצועית, תוך שימוש בספרות מקצועית ובשילוב של כל החומר שנלמד במהלך הלימודים לקראת התואר. ביצוע הפרויקט מחייב בחינת הצורך בפרויקט, בהתכנות שלו, בבדיקת הפתרונות הקיימים אם בכלל, בהצעת חלופות לפתרון, ובבניית הפתרון עצמו הן מהבחינה התיאורטית והן מהבחינה המעשית.

## 21301 - דחיסת תמונה וראייה ממוחשבת –

## Picture Compression and Computer Vision

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:

עקרונות של דחיסת תמונה

מאפיינים בסיסיים של דחיסה, דחיסה משמרת ודחיסה שאינה משמרת, יחס הדחיסה, מדדים לאיכות התמונה לאחר הדחיסה, מהירות ביצוע הדחיסה והפריסה, דרכים אפשריות לדחיסת תמונה, דחיסה על ידי הקטנת כמות המידע הגולמי, ניצול תכונות העין והתמונה לשם דחיסה יעילה, סיווג שיטות לדחיסת תמונה, דחיסת פיקסל, קידוד סטטיסטי, קידוד הופמן, קידוד Run – length (RLE) דחיסה משמרת, דחיסת התמרה. תקני דחיסת תמונה

תקן הדחיסה לתמונות בודדות: JPEG, אלגוריתם הבסיס של JPEG, תקן הדחיסה לחוזי טלפוני: CCITT – H.261, מבנה תמונה, תהליך הדחיסה, תהליך הפריסה, תקני הדחיסה לחוזי בידורי: MPEG, הדרישות העיקריות מתקן MPEG, תקן 1 – MPEG. ראייה ממוחשבת

תיאור עקרוני של מערכת לזיהוי צורות, קדם עיבוד, גילוי והדגשות נקודות, קווים וקצוות, גילוי והדגשת תנועה על ידי יצירת תמונת הפרש, הפקת מאפיינים, מאפיינים צורניים, המידות הפיסיות, ייצוג צורות בעזרת מאפיין קוד השרשרת, ייצוג צורות בעזרת תבניות צורניות בסיסיות, מאפייני התמרה, סיווג, זיהוי צורות על ידי התאמת תבניות.

ספרי לימוד:

בן-צבי, ד. עיבוד ספרתי של תמונות. האוניברסיטה הפתוחה, 1996.  
R. E. Gonzalez and R. C. Woods, Digital Image Processing, 2nd edition, Prentice Hall, 2002

S.G. Hoggar, Mathematics of Digital Images, Creation, Compression, Restoration, Recognition Cambridge University Press, 2006

### 21303 - ייצוגי Wavelet ויישומיהם –

#### Representations and Applications of Wavelets

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: טורי פורייה והתמרות אינטגרליות

הנושאים שיילמדו בקורס:  
מערכות אורתוגונליות, Multiresolution Analysis (MRA), הפונקציה היוצרת (Scaling Function), בסיס Wavelet, תכונות דוגמאות. אלגוריתמים מהירים לחישוב מקדמי פירוק Wavelet:  
Low Pass Filter (LPF) & High Pass Fister (HPF)  
ספריות בסיסי Wavelet Packets: ספריות בסיסים אורתונורמליים אשר מורכבות מפונקציות בסיס ממוקדים במרחב זמן תדר ומסודרות בצורת עץ מאפשר חיפוש יעיל אחר הבסיס הטוב ביותר בספרים.  
שימושים בבעיות עיבוד אותות ועבוד תמונה.

ספרי לימוד:

Dubieties Ten Lectures on Wavelet Society for Industrial and Applied Mathematics Philadelphia, PA, 1992.  
Wickerhauser, M.V., Adapted Wavelet Analysis; from Theory to Software A.K. Peters, 1994.  
Strang, G. and Nguyen, T., Wavelets and Filter Banks. Wellesley College, 1996.  
Mallat, S. A wavelet tour of signal processing. Academic Press, 2nd ed. 1999.

## 21304 - מבוא לאלקטרו-אופטיקה ואופטיקה מודרנית - Introduction to Electrooptics and Modern Optics

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:  
גלים וקרניים, גלים מישוריים, חוקי סנל ופרנל, התאבכות ואינטרפרומטרים: מייקלסון, מך  
זנדר, סנייק ופברי פרו, משוואת האינקונל.  
אופטיקה גאומטרית: חוקי האופטיקה הגאומטרית, עקרון פרמה, מעבר קרן דרך משטח  
כדורי, עדשה דקה, מכשירים אופטיים: העין, משקפים, זכוכית מגדלת, טלסקופ ומיקרוסקופ.  
עדשה עבה, מטריצות ABCD, מערכות אופטיות מחזוריות, אברציות.  
התפשטות גלים: גל כדורי, גל פרבולואידי, משוואת הלמהולץ הפרקיאליית. גלים דאסיים:  
תכונות, מעבר דרך אלמנטים אופטיים, חוק ABCD.  
עקרונות אופטיקת פורייה: התמרת פורייה דו מימדית, פונקציית תמסורת של תווך אחיד,  
עקיפת פרנל ועקיפת פרנהופר, התמרת פורייה דרך עדשה, OTF ו- MTF.

ספרי לימוד:

Seleh, B. and Teich, M.C. Fundamentals of Photonics. Wiley, 1991.  
Goodman, J.W. Introduction to Fourier Optics McGraw-Hill, 1968.  
Kopeika, N.S. A System Engineering Approach to Imaging. SPIE, 1998.

## 21306 - מערכות ספרתיות-

### Digital Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:  
מבוא לייצוג מידע: מספרים, פעולות אריתמטיות, קודים, אלגברה בוליאנית, מעגלי לוגיקה  
צירופית, מימוש מעגלי לוגיקה צירופית, מעגלים אריתמטיים, משווא, מרבב, דקודר, אנקודר,  
מערכים מתוכנתים (PAL, PLA, ROM). מעגלי עקיבה: סיווג מעגלי עקיבה, ייצוג מעגלי  
עקיבה, מעגלי עקיבה סינכרוניים, זיכרון, אנליזה צמצום מצבים, תכנון מעגלי עקיבה  
סינכרוניים: זיכרון, תזמון, אנליזה, תכנון מעגלי עקיב MSI ו- LSI: רגיסטר מקבילי,  
רגיסטר הזזה, מונה אסינכרוני וסינכרוני, יחידת זיכרון קריאה/כתיבה (RAM). מבנה עיבוד  
מרכזית (CPLI).

ספרי לימוד:

Ghausi, M.S. Electronic Devices and Circuits: Discrete and Integrated.  
Oxford University Press, 1984.  
Mano, M.M. Digital Design. Prentice Hall, 1991.

## Vision and Hearing Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:  
מושגי יסוד על הבסיס הפיסיקלי והפיסילוגי של תקשורת במערכות ראייה ושמיעה: מבנה ואופן פעולת העין והאוזן, מנגונים פיסילוגיים המשמשים לקידוד, לעיבוד והעברת אותות במערכת הראייה, ניתוח הרמוני של אותות דינמיים, בקרת הגבר אוטומטית ברשתית, ייצוג אותות במרחב משולב תדר מקום, התכונות הסטטיסטיות של האותות וחוקי סף פסיכופיסיים, מודלים של עיבוד אותות במערכת הראייה, מבנה תמונות והיבטים טכנולוגיים (ראייה ממוחשבת).

ספרי לימוד:

Antonio Camara, Environmental Systems: A Multidimensional Approach, Oxford University Press, 2002

Age R. Møller, Sensory Systems: Anatomy and Physiology, Elsevier Science (Academic Press), 2003.

Guy A. Orban and Hans-Hellmut Nagel, Artificial and Biological Vision Systems (ESPRIT Basic Research Series), Springer, 1992

Overington, Computer Vision –A unified, biologically - inspired approach, Elsevier, 1992.

R.L. Gregory, Eye and Brain, Oxford University Press, 1997.

W.A. Yost, Fundamentals of Hearing, Academic Press, 2000

## 21308 - עיבוד וניתוח תמונות -

### Pictures Processing & Analysis

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:  
מבוא לראייה ולעיבוד תמונות, אותות ומערכות דו-ממדיים רציפים ובדידים, קוונטיזציה, שיפור תמונות: השוואת היסטוגרמות, סינון והחלקה, הדגשת שפות, זיהוי שפות וסגמנטציה, התמרת ראדון, התמרת HOUGH, ייצוג וניתוח תמונות ברזולוציה משתנה, מבוא לשיטות מתקדמות בעיבוד תמונות, מבוא לראייה ממוחשבת.

ספרי לימוד:

Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, Digital Image Processing (2nd Edition) Prentice Hall, 2002

Scott E Umbaugh, Computer Imaging: Digital Image Analysis and Processing, CRC Press, 2005

Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, Digital Image Processing Using MATLAB, Prentice Hall, 2003  
J.R. Parker, Algorithms for Image Processing and Computer Vision, John Wiley & Sons. Inc., 1997

### 21309 - שיטות מתמטיות לעיבוד אותות-

#### Mathematical Methods in Signal Processing

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: טורי פורייה והתמרות אינטגרליות

הנושאים שיילמדו בקורס:  
דיגמה ומשפט נייקויסט, התמרות אינטגרליות במקרה הברידי: FFT, DFT, התמרת Z, קונבולוציה וקורלציה חלונות, שימושיהם והשפעתם על ספקטרום האות, שיטות שונות של דחיסת נתונים ויישומיהם, שערך פרמטרים סטטיסטי, משפט קרמר ראו, קודים מתקני שגיאות, סקירה כללית. דוגמאות ושימושים במערכות תקשורת, מערכות מכ"ם ועוד.

ספרי לימוד:

Todd K. Moon, Wynn C. Stirling, Mathematical Methods and Algorithms for Signal Processing, Prentice Hall, 1999.

Darrell Williamson Discrete-time Signal Processing: An Algebraic Approach (Advanced Textbooks in Control and Signal Processing), Springer, 1999.

Boaz Porat, A Course in Digital Signal Processing, John Wiley&Sons, Inc., 1997.

Gilles Aubert, Pierre Kornprobst, Mathematical Problems in Image Processing: Partial Differential Equations and the Calculus of Variations, Springer, 2004.

S.G. Hoggar, Mathematics of Digital Images, Creation, Compression, Restoration, Recognition Cambridge University Press, 2006.

### 21310 - תורת הקירובים -

#### Approximation Theory

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: מבוא לאנליזה מודרנית

הנושאים שיילמדו בקורס:  
קירובים במרחבי בנך והילברט. קירובים במרחבי פונקציות שונות. קירובים על ידי פולינומים ופונקציות רציונאליות. שימושי תורת הקירובים באנליזה ספקטרלית של אותות ובדחיסת נתונים. דוגמאות: עיבוד תמונה, מערכות תקשורת, מערכות מכ"ם.



- M J D Powell, Approximation theory and methods, 1981 (CUP, reprinted 1988)  
 E. W. Cheney, An Introduction to Approximation Theory, 2nd ed., New York: Chelsea, 1982  
 R. DeVore, G.G. Lorentz, Constructive Approximation, Springer Verlag, 1993.  
 K.-G. Steffens The History of Approximation Theory: From Euler to Bernstein, Birkhauser, Boston 2006  
 J. Davis, Interpolation and Approximation, Dover Publications, 1975.

**21316 - אלגוריתמים בגרפים -**

**Algorithms on Graphs**

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
 שעות שבועיות: 4 (שיעור – 3, תרגיל – 1)  
 נקודות זכות: 3.5  
 דרישות קדם: אלגברה ליניארית, מתמטיקה בדידה

הנושאים שיילמדו בקורס:

גרפים מכוונים ובלתי מכוונים: הגדרות ודוגמאות של בעיות הניתנות לפתירה על ידי גרפים; מושגים בסיסיים: גרף שלם, גרף דו-צדדי, טיול ומסלול, מעגל; דרגה של צומת ומשפט EULER. גרפים קשירים; עצים: הגדרות, דוגמאות ואיפיון; יישומים: בניית קוד הצפנה מושלם על ידי קבוצות בלתי תלויות ואלגוריתם חמדני לבניית קבוצה בלתי תלויה בגודל מסימלי בגרפים מכוונים היטב המרחב הוקטורי של המעגלים: בסיס ומימד; ייצוג גרפים על ידי מטריצות: מטריצת שכנויות ומטריצת הפגישה; ערכים עצמיים של מטריצת שכנויות; עצים פורשים: בניה וחישוב מספר עצים פורשים, המשפטים של Pruffer, Cayley, Kirchhoff; יישומים: בניית עצים פורשים מינימאליים (האלגוריתמים של Prim, Kruskal), הקוד של Huffman. גרפים מישוריים: נוסחת Euler ויישומים; משפט Kuratowski. האלגוריתמים BFS, DFS. יישומים: חישוב של קוטר של עץ, חישוב של מספר מסלולים קצרים ביותר מצומת מסוים, מיון טופולוגי של גרף, מציאת רכיבים קשירים (היטב), פתרון לבעיית התנועה חד-שיטתית מסלולים קצרים ביותר והאלגוריתם של Dijkstra. גרפים EULER: מעגל EULER ומסלול EULER; אפיון ואלגוריתם לבניה (Hierholzer) גרפים Hamilton, המשפטים של Ore, Dirac ואלגוריתם לבניה מעגל Hamilton יישומים: פתרונות לבעיית הסוכן הנוסע ולבעיה הסינית של הדוור. צביעת גרפים: המספר הכרומטי, האלגוריתם greedy coloring, יישומים: בניית מערכת רמזורים וחישוב של המספר הכרומטי של interval graph. dioids ו: semirings: הגדרות, דוגמאות, תכונות אלגוריתמים בסיסיים בגרפים: ייצוגים על ידי פעולות עם מטריצות ב- semirings.

ספרי לימוד:

- T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, Introduction to algorithms, Open Univ., 2001  
 J. Gross and J. Yellen, Graph theory and its applications, CRC Press, 1998

E. G. Goodaire and M. M. Parmenter, Discrete mathematics with graph theory, Prentice Hall, 2nd ed., 2002  
M. Gondran, M. Minoux, Graphs, dioids and semirings, Springer, 2008  
J. Kepner, J. Gilbert, Graph algorithms in the language of linear algebra, Society for Industrial and Applied Mathematics 2011

### 21518 - תורת הקירובים היישומית -

#### Applied Approximation Theory

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: מבוא לאנליזה מודרנית

הנושאים שיילמדו בקורס:  
קירובים על ידי יריעות ליניאריות: שיטת ריבועים פחותים, קירובים על ידי פולינומים טריגונומטריים, קירובים על ידי ספליינים עם צמתים קבועים, קירובים במידה שווה, דיסרטיזציה של בעיות הקירוב הטוב ביותר.  
קירובים על ידי יריעות לא ליניאריות: קירובים על ידי ספליינים עם צמתים שאינם קבועים, קירובים על ידי פונקציות רציונאליות, קירובים רציונאליים דיסקרטיים.  
אינטרפולציה: אינטרפולציה על ידי פולינומים, אינטרפולציה במרחבים חד ורב מימדים, אינטרפולציה על ידי ספליינים.

ספרי לימוד:

M J D Powell, Approximation theory and methods, 1981 (CUP, reprinted 1988)  
E. W. Cheney, An Introduction to Approximation Theory, 2nd ed., New York: Chelsea, 1982  
R. DeVore, G.G. Lorentz, Constructive Approximation, Springer Verlag, 1993.  
K.-G. Steffens The History of Approximation Theory: From Euler to Bernstein, Birkhauser, Boston 2006

### 21520 - שיטת BAYES בעיבוד אותות -

#### Bayesian Approach in Signal and Image Processing

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: טורי פורייה והתמרות אינטגרליות

הנושאים שיילמדו בקורס:  
שיטת Bayes בסביבה מרועשת מיושמת בהצלחה רבה כבר עשרות שנים. הקורס יגיש את הן יסודות השיטה והן מספר רחב של דוגמאות בעיבוד אותות ותמונות: הפחתת רעש, שערך פרמטרים, עקיבה, גלוי אות ושיטות נומריות.

- E.T. Jaynes, Probability Theory: The Logic of Science, Cambridge University Press, 2003.  
 D. Sivia and J. Skilling, Data Analysis: A Bayesian Tutorial, Oxford University Press, 2006.  
 W.M. Bolstad, Introduction to Bayesian Statistics, Wiley-Interscience, 2007.  
 C.P. Robert, The Bayesian choice, Springer, 2007.  
 G. Aubert and P. Kornprost, Mathematical Problems in Image Processing, Springer, 2006.  
 N. Paragios, Y. Chen and O. Faugeras (Eds), Handbook of Mathematical Models in Computer Vision, Springer, 2005.  
 T. Chan and J. Shen, Image Processing and Analysis, SIAM, 2005.

## 21522 - יסודות מתמטיים בתורת הקודים

### Mathematical Foundations of Coding Theory

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
 שעות שבועיות: הרצאה - 3 שעות, תרגול - 1 שעה, סה"כ שעות - 4  
 נקודות זכות: 3.5  
 דרישות קדם: מתמטיקה דיסקרטית, אלגברה לינארית

#### הנושאים הנלמדים:

1. תורת האינפורמציה: הגדרות בסיסיות ואנטרופיה
2. קודים ללא רעש: עקרונות וקוד Huffman
3. קודים בנוכחות רעש: קו תקשורת מרועש ומשפט אומדן הסיכוי של שגיאה
4. מבנים אלגבריים:
- 1) חוג המספרים השלמים: פריקות, יחס שקילות, שדות  $\mathbb{Z}/(p)$ , אריתמטיקה מודולארית.
- 2) חבורות: הגדרות, משפט Lagrange, חבורות ציקליות, הומומורפיזם, גרעין ותמונה, תתי-חבורות, שורשי היחידה, חבורות ותמורות
- 3) חוגים ושדות: הגדרות, הומומורפיזם, גרעין ותמונה, אידאלים.
- 4) פולינומים: פריקות, אלגוריתם Euclid
- 5) שדות סופיים: חזרה על  $\mathbb{Z}/(p)$  בנקודת מבט כללית
5. קודים דואליים: Hamming
6. Primitive element in finite field and polynomial rings
7. קודים RS ו-BCH

ספר לימוד:

Paul Garrett, The Mathematics of Coding Theory, Pearson Education, 2004.

## Random Signals

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: הסתברות וסטטיסטיקה

הנושאים שיילמדו בקורס:

משתנים ותהליכים אקראיים. פילוג וצפיפות ההסתברות, מיצוע, פרמטרים ממוצעים שונים (מומנטים) ופונקציות אופייניות, פילוג של גאוס. משתנים ופילוגים רב - ממדיים. קורלציה, קו - ואריאציה, יחס בין פונקציות קורלציה לבין ספקטרומים של הספק, תגובת מערכת ליניארית לאות אקראי. העברת רעש לבן דרך מערכת בעלת פס מוגבל, אנליזה בתחומי זמן ותדר. גישה כללית להערכה ולסינון אופטימאליים, יחס בין מיצוע בתחום סטטיסטי ובזמן. תהליכים קבועים וארגודיים, אנליזה דיסקרטית בזמן ובתדר, מסננים של Wiener. בעיות אופטימיזציה, כולל מקרה רב - ממדי ונתונים דיסקרטיים, סינון, הערכה וחיזוי אופטימאליים על - פי קריטריון  $\min \text{MSE}$  (Minimal Mean - Square - Error). מסננים של Kalman. תיאור בזמן רציף ובזמן בדיד. יחס בין מסנני Wiener ו - Kalman. אלגוריתם רקורסיבי טיפוס עבור מסנן Kalman סקלרי. הכללה לאנליזה וקטורית.

פרי לימוד:

Cadzow, J. A. Foundations of Digital Signal Processing and Data Analysis. McMillan. 1987.  
Brown, R.G. and Hwang, C. P. Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering. Wiley, 1992.

## 69981 - עיבוד אותות תמונה לתעשייה א' -

### Signal and Image Processing for Industry 1

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3  
דרישות קדם: טורי פורייה והתמרות אינטגרליות, הסתברות וסטטיסטיקה

הנושאים שיילמדו בקורס:

הקורס מבוצע בשני מישורים עיקריים, מישור תיאורטי ומישור מעשי כלהלן - מישור תיאורטי: סדרת הרצאות על החומר הבסיסי הנדרש לעיבוד אותות ותמונות, אשר יכול סדרות ומערכות, הגדרות יסודיות, תכונות ודוגמאות. מערכות ליניאריות קבועות בזמן וניתוח בתחום המקום ובתחום התדר. אפיון מערכות בעזרת אותות עצמיים. מרחבים וקטורים, מכפלה פנימית, מושגים אורתוגונאליות ואורתונורמליות. טורי פורייה. התמרת פורייה, פונקצית הלם ומושג הקונבולוציה, אנליזה במישור תדר זמן. מישור מעשי: הכרת אלגוריתמים בסיסיים בעיבוד אותות ותמונות לדוגמה; עיבוד אותות אקוסטיים, ספקטרו גרמה, שיפור תמונה, זיהוי צורה, קידוד ודחיסת תמונות, מיצוי מאפיינים, סגמנטציה, זיהוי תנועה בסרטי וידיאו.

Gonzalez, R.C. and Woods, R.E. Digital Image Processing. Addison-Wesley, 2002.  
Jain, A.K. Fundamentals of Digital Image Processing. Prentice Hall, 1989.

### 69982 - עיבוד אותות ותמונה לתעשייה ב'- Signal and Image Processing for Industry 2

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3  
דרישות קדם: עיבוד אותות ותמונת לתעשייה א', הסתברות וסטטיסטיקה

הנושאים שיילמדו בקורס:  
יסודות התמונות הדיגיטציות. אפיון צבע. היסטוגרמות תמונה. פעולת עיצוב היסטוגרמות.  
מאפיינים ספקטראליים. התמרות פורייה: דיסקרטית ו- " מושגי הרעש . מסננים ליניאריים  
ולא ליניאריים. גילוי שפה. Thresholding ו- התמרת Hough. מסנן Wiener, de-  
Blurring. פעולות מורפולוגיה של תמונה. דחיסת תמונה: מושגי יסוד, שיטתיות עיקריות,  
טקסטורה של תמונה.

ספרי לימוד (חובה):

Gonzalez, R.C. and Woods, R.E. Digital Image Processing. Prentice Hall, 2nd ed., 2002.  
Jahne, B. Digital Image Processing. Prentice-Hall, 4th ed., 1996.  
Castleman, K.R. Digital Image Processing. Prentice Hall, 1989.  
Sonka, M., Hlavic, V. and Boyle, B. Image Processing, Analysis and Machine Vision. Thomson-Engineering, 2nd ed., 1998.

ספרי לימוד (מומלץ):

Jain, A. K., Fundamentals of Digital Image Processing. Prentice Hall, 1989.  
Parker, J.K. Algorithms for Image Processing and Computer Vision. Wiley, 1997.  
Pratt, W.K. Digital Image Processing : PICS inside. Wiley, 3rd ed., 2001.  
Umbaugh, S. E. Computer imaging : digital image analysis and processing. Taylor & Francis, 2005.  
Crane, R., A Simplified Approach to Image Processing. Prentice Hall, 1996

### 65332 - פרויקט בעיבוד אותות ותמונה - Project in Signal and Image Processing

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3  
דרישות קדם: טורי פורייה והתמרות אינטגרליות, הסתברות וסטטיסטיקה

הנושאים שיילמדו בקורס:

כללי: אופן היווצרות אות דיבור. מודל של מערכת דיבור. הצגה גרפית של אותות דיבור. חלונות זמן ומקטעים.  
גילוי תדר ה-Pitch. גילוי Pitch, תוך שימוש ב-FFT. גילוי Pitch, תוך שימוש ב-Wavelet. פרמטרים של אות דיבור אחרים. יחס בין מידה על אות ופרמטרים התמרת אות שונים.  
נושאי הפרויקט: "ניתוח יחס בין פרמטרים של אות דיבור ומצב של מכשיר-דיבור של בן האדם".  
נושאי הפרויקט: "ניתוח ובחירת פרמטרים של אות דיבור להגדרת מידה משמעות של מילים שונים".

ספרי לימוד:

- Rabiner, L.R. and Schafer, R.W. Digital Processing of Speech Signals. Prentice Hall, 1978.
- Rabiner, L.R. and Juang, B.H. Fundamentals of Speech Recognition. Prentice Hall, 1993.
- Rabiner, L. R. Speech processing applications: The goals for 2001. AT&T Tech. Magazine, vol. 10, no. 2, Summer 1995.
- Goldberg, R. and Riek, R. A practical handbook of Speech Coders. CRC Press, 2000.
- Barnwell, T.P., Nayebi, K. and Richardson, C.H. Speech Coding - A Computer Laboratory Textbook. Wiley, 1995.
- Proakis, J.G. and Manolakis, D.G. Digital Signal Processing. Prentice Hall, 3rd ed., 1996.
- Deller, J. R., Hansen, J. H. L. and Proakis, J. G. Discrete-Time Processing of Speech Signals. Wiley, 1999.
- Hu, G. and Wang, D.L. Monaural Speech Segregation Based on Pitch Tracking and Amplitude Modulation. IEEE, Vol. 15, No. 5, September 2004.
- Proakis, J.G. Salehi, M. and Bauch, G. Contemporary Communication Systems Using MATLAB and Simulink. Thomson-Brooks/Cole; 2nd ed., 2004.
- Daubechies, I. Ten Lectures on Wavelets. Society for Industrial and Applied Mathematics Philadelphia, Pennsylvania, 1992.

## 21407 - סימולציה מתמטית-

### Mathematical Simulation

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: משוואות דיפרנציאליות רגילות

הנושאים שיילמדו בקורס:  
שיטה ממוחשבת לפתרון של בעיות טכנולוגיה. ניתוח הבעיה. מודלים מתמטיים נבחרים ותכנותי. מודל דיפרנציאלי. מודל דיסקרטי. מודל סטוכסטי. דוגמאות.  
הפכת המודל לאלגוריתם. אלגוריתמים נבחרים למודלים מסוג דיפרנציאלי, דיסקרטי וסטוכסטי. דיבינג של תוכנית מדעי. אמות חישובים. ניתוח התוצאות.  
ויזואליזציה מדעית, ממשק גרפי למשמש. תוכניות לויזואליזציה. לגרפים דו-ממדיים, תלת-ממדיים. שימוש בצבע. אנימציה מדעית.

De Vries, G. et al. A course in Mathematical Biology – Quantitative Modeling with Mathematical and Computational Methods. SIAM Mathematical Modeling and Computation, 2006.

Ogata, K. System Dynamics. 2nd ed. Prentice Hall, 1991.

Fowkes, N. D., Mahony, J.J. An Introduction to Mathematical Modeling. Wiley, 1994.

### **21408- עיבוד תמונות ביו-רפואיות-**

#### **Image Processing in Biomedicine**

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:

ניתוח ואפיון תמונות מהדמיה רפואית ופיסיולוגית, יישום במערכות רפואיות של ייצוג תמונה באמצעות פורמליזם מתמטי, שיפור תמונה וסינון ליניארי, הנחתת רעשים, התמרות מורפולוגיות, זיהוי סף, טיפול באמצעות אזורי חיפוש, שחזור תמונה, סדרות של תמונות, שיטות לעיבוד נתונים זמניים וייצוג תלת-ממדי של גופים דינמיים (לב), יישום של שיטות הדמיה שונות בקליניקה.

ספרי לימוד:

Jiri Jan, Medical Image Processing, Reconstruction and Restoration (Signal Processing and Communications), CRC Press, 2006

R. E. Gonzalez and R. C. Woods, Digital Image Processing, 2nd dition, Prentice Hall, 2002

S.G. Hoggar, Mathematics of Digital Images Creation, Compression, Restoration, Recognition Cambridge University Press, 2006

A.C. Kak, M. Slaney, Principles of Computerized Tomographic Imaging, SIAM 2001

A.P. Dhawan, Medical Image Analysis IEEE PRESS, 2003

### **21501 - אופטימיזציה סטוכסטית-**

#### **Stochastic Optimization**

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:

אופטימיזציה דטרמיניסטית וסטוכסטית; סיקוס של שיטות קלאסיות והגבלות שלהם. מבוא לחיפוש מקרי. שיטת Monte-Carlo. שיטות של תוכנית אופטימאלי, תוכנית ניסיונית.

שיטות רקורסיביות עבור מערכות ליניאריות. שיטת הריבועים המינימאליים, שיטת הריבועים הרקורסיביים.

פילטר של Kalman. התקרבות סטוכסטית מבוססת לשיטת גרדיאנט (Robbins-Monro)

התקרבות סטוכסטית חופשית מגרדיאנט: שיטת הבדלים סופיים ושיטת דאגה סימולטנית (בו-זמנית). אופטימיזציה סטוכסטית עם דאגה בו-זמנית: יעילות וניתוח תיאורטי, יישומים. התקרבות סטוכסטית עם דאגה בו-זמנית: שיטות מתקדמות ודוגמאות. שיטת לחשל מזעף ושיטות קרובות. חישובים מתפתחים: אלגוריתמים גנטיים, תכנון מתפתח, אסטרטגיות של התפתחות (אבולוציה). חישוב התפתחותי (המשך): השוואה בין שיטת התפתחות ושיטות אחרות. לימוד מחשבי: Q-לימוד, שיטת ההבדלים זמניים וכו"ל. אופטימיזציה מבוססת בסימולציה: יישום של סימולציית Monte-Carlo עבור תהליך האופטימיזציה, יישומים של שיטות הנ"ל.

ספרי לימוד:

Cairol, R. and Dalang, R.C. Sequential Stochastic Optimization. Wiley, 1996.

Chen, G., Chen, G. and Hsu, S.H. Linear Stochastic Control Systems. CRC, 1995.

Stengel, R.F. Optimal Control and Estimation. Dover Publications, 1994.

Zhou, X.Y. and Yong, J. Stochastic Controls: Hamiltonian Systems and HJB Equations. Springer, 1999

### 21503 - אופטימיזציה דיסקרטית-

#### Discrete Optimization

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:

אלמנטים של אנליזה קמורה. מושגים מתמטיים באופטימיזציה. בעיות אופטימיזציה ללא אילוצים. אופטימיזציה לא ליניארית ללא אילוצים. דואליות והתנאים Karush-Kun-Takker. אלגוריתמים לאופטימיזציה.

ספרי לימוד:

Korte, B. and Wygen, J. Combinatorial Optimization. Springer, 2nd ed., 2002.

Kocay, W. and Kreher, D. L., Graphs, Algorithms and Optimization, Chapman & Hall/CRC, 2004.

Wu, B.Y. and Chao, K.M. Spanning trees and optimization problems.

Chapman & Hall/CRC, 2004

Lee, J. A first course in combinatorial optimization,. Cambridge University Press, 2004

Papadimitriou, C. H. and Steiglitz, K. Combinatorial optimization : algorithms and complexity. Dover Publications, 1998.



## Introduction to Finite Elements

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: משוואות דיפרנציאליות רגילות

הנושאים שיילמדו בקורס:  
בעיות שפה חד-ממדיות ושיטות אנליזה מקורבות. שיטה של Ritz, שיטה של Bubnov-Galerkin. פיתוח מטריצה לאלמנט ליניארי. הרכבה מטריצת הבעיה השלמה ממטריצות האלמנט. תנאי גבול הומוגני ואי-הומוגני.  
בעיות שפה דו-ממדיות (בעיות שדה). אלמנטים ליניאריים ודו-ליניאריים. מערכות יסוד שונות. פיתוח מטריצות האלמנט לאלמנט ליניארי (משולש) ודו-ליניארי (מלבן). הרכבה מטריצת הבעיה השלמה ממטריצות האלמנט. תנאי שפה הומוגני ואי-הומוגני.  
שימוש בשיטת אלמנטים סופיים לבעיות על ערכים עצמיים, יישום שיטת אלמנטים סופיים לחישובי תנודות.  
מעבדת מחשב: מבוא לתכנית MAPLE - תכנית לחישובים סימבוליים. יסודות שפה של MAPLE. יישום של MAPLE לאלמנטים סופיים.

ספרי לימוד:

Buchanan, G.R . Shaum's Outline of Theory and Problems of Finite Element Analysis. McGraw-Hill, 1995.  
Mori, M, The Finite Element Method and Its Applications. Macmillan Press, 1986.  
Seeger, L.J. Applied Finite Element Analysis, Wiley, 2nd ed., 1984.  
Portela, A. and Charafi, A. Finite Elements Using MAPLE: a symbolic programming approach. Springer, 2002.  
Zienkiewicz, O. C., Taylor, R.L. and Zhu, J.Z. The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals, Butterworth-Heinemann, 6th ed., 2005.

## 21505 - מכניקה של זרימה -

### Fluid Mechanics

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: חשבון אינפיניטסימלי 2, משוואות דיפרנציאליות חלקיות

הנושאים שיילמדו בקורס:  
הרצף, הנוזל והגז המושלם. השדה ההידרוסטאטי. כוחות הפועלים על גופים מטובעים, חוק ארכימדוס. קווי מסלול, זרם ועקבה. מערכת ונפח בקרה. שימור מסה בנפח בקרה ובצורה דיפרנציאלית. שימור תנע. שימור מומנט המומנטום בנפח בקרה. חוק ברנולי ושימושו.  
אנליזה מימדית וקבוצות חסרות מימד. הקשרים בין מודל לאב-טיפוס. מבוא לזרימה פוטנציאלית, שימור צירקולציה. פוטנציאל זרימה ופוטנציאל זרם. עילוי של כנף גלילית.  
זרימה צמיגה: משוואות נביה-סטוקס. זרימת פואסייל. מבוא לשכבת גבול, הפתרון לפי בלאסיוס, השיטה האינטגרלית של פון-קרמן. זרימה טורבולנטית בצינורות ובשכבת גבול. מבוא למודלים בזרימה טורבולנטית.

Pnueli, D. and Gutfinger, H., Fluid Mechanics, Cambridge University Press, 1992.

Mott, R. L. Applied Fluid Mechanics, Prentice Hall, 5th ed., 1999.

### 21506 - מכניקה של מוצקים -

#### Mechanics of Solids

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: משוואות דיפרנציאליות חלקיות

הנושאים שיילמדו בקורס:

הקדמה. מכאניקה של מוצקים היא אגף של מכאניקה המתארת מוצקים כחומרים רציפים. כלומר היא תיאוריה פינומנולוגית ומטרתה למצוא תאור מתמטי מתאים לעובדות ניסיוניות הנקבעות על ידי ניסויים מיקרוסקופיים. כדי לבצע זה מנסחים משוואות מוגדרות ההתנהגות מכאנית של חומרים ופותרים את המשוואות האלו, יחד עם משוואות תנועה (או שיווי משקל), יחד עם תנאי שפה ותנאי ההתחלה מסוימים. בתוצאות המתקבלות על ידי כך משתמשים כדי לפתור בעיות הנדסה רבות.

מטרה. המטרה של הקורס היא ללמד לסטודנטים את יסודות של מכאניקה של מוצקים ושיטות מתמטיות לפתרון של בעיות הנדסה חשובות.

תוכן הקורס. מבוא. וקטורים וטנזורים. מאמץ בחומר רצוף. מאוות וקצב של מאוות. חומרים ותכונות מכאניות שלהם. בעיות של תורת אלסטיות ליניארית. מאוות פלסטית והתנהגות תלויה בזמן - מוסגים בסיסיים. שבר והתייפות - מוסגים בסיסיים.

ספרי לימוד:

Long, R.R., Mechanics of Solids and Fluids. Prentice-Hall, 1961.

Dowling, N.E. Mechanical Behavior of Materials: Engineering Methods for Deformation, Fracture, and Fatigue. Prentice-Hall, 1993.

### 21507 - מעבר חום ומסה -

#### Heat and Mass Transfer

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: משוואות דיפרנציאליות חלקיות

הנושאים שיילמדו בקורס:

חוק פורייה, בעיות חד-ממדיות בהולכה. משוואת החום הכללית, בעיות דו-ממדיות בהולכה. בעיות במצב בלתי-עמיד.

מבוא לזרימה. עקרונות מעבר חום בהסעה. מעבר חום בזרימה למינרית וטורבולנטית, בתוך צינורות וסביב הגופים. מעבר חום בהסעה חופשית ובהסעה מאולצת.

מחליפי חום. מעבר חום במחליפי חום בזרימה מקבילה, נגדית וניצבת. שיטת הפרש טמפרטורה לוגריתמי ממוצע ושיטת יחידות מעבר חום תיאורטיות. מעבר חום בקרינה. הגוף השחור, הגוף הממשי. מעבר חום במערכות סגורות, מקדמי מעבר חום בקרינה. קרינת שמש ויישומיה. חוק פיק ומעבר מסה. אנלוגיה בין מעבר חום לבין מעבר מסה.

ספרי לימוד:

Bejan, A.D. Heat Transfer. Wiley, 1993  
Holman, J.P. Heat Transfer. McGraw-Hill, 8th ed., 1997.

## 21508 - מערכות בקרה לינאריות -

### Linear Control Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:  
תורת המערכות. מרחב המצב. מטריצה העברה (טרנספר). יכולת שליטה (קונטרולאביליות). יכולת הצפיה (אובסרביליות). מערכות פידבק. יציבות. המשפט הכללי של נאיקביסט. בעיית הסטביליזציה. חוסן (robustness): דוגמנות של אי ודאות, מטריצות של רגישות.

ספרי לימוד:

Anderson, B. and Moore, J.,. Optimal Control: Linear Quadratic Methods. Prentice- Hall, 198  
Antsaklis, P. and Michel A. Linear Systems. Series in Electrical and Computer Engineering. McGraw-Hill 1997.  
Friendland, B. Control System Design: An Introduction to State Space Methods. MsGraw-Hill, 1987.  
Klamka, J. Controllability of dynamical systems. Kluwer, 1991.  
Liu, C. L. and Jane W.S. Linear system analysis. McGraw-Hill, 1975.  
Kailath, T. Linear Systems. Prentice-Hall, 1980.  
Zabczuk, J. Mathematical Control Theory: An Introduction. Springer, 1992.

## 21509 - שיטות אופטימיזציה -

### Optimization Methods

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:

דוגמאות של בעיות אופטימיזציה בתחומי פיסיקה, הנדסה, כלכלה. תכנון ליניארי, שיטת סימפלקס דואליות, מינימיזציה חד משתנה, מינימיזציה רב משתנים, תכנון קמור. שיטת ירידה תלולה, שטת ניוטון, שיטת הגראדיאנט הצמוד. שיטות כנס. שיטת כבונים אפשריים, שיטת דואליות.

ספרי לימוד:

Bazaraa, M.S., Sherali, H.D. and Shetty, C.M. Nonlinear Programming: Theory and Applications, Wiley, 2nd ed., 1994.  
Bertsekas, D. P., Nonlinear Programming Athena Scientific, 2nd ed., 1999.  
Deterministic Global Optimization: Theory, Algorithms and Applications Kluwer, 1999.  
Nash, S. and Sofer, A., Linear and Nonlinear Programming McGraw-Hill, 1996.  
Nemhauser, G.L., Rinoooy Kan, A.H.G. and Todd, M.J. Handbooks in Operations Research and Management Science, 1: Optimization. Elsevier, 1989.

### 21510 - שיטות איכותיות למערכות דינמיות -

#### Qualitative Methods for Dynamical Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: משוואות דיפרנציאליות רגילות

הנושאים שיילמדו בקורס:  
מרחב פאזה. מרחב פאזה חד-ממדי: יציבות, נקודות שבת, סיווג של נקודות שבת, מוסג של ביפורקציה (פיצול).  
מערכות דו-ממדיות סיווג של נקודות שבת ליניאריות ואי-ליניאריות. סיווג של נקודות שבת. שקילות טופולוגי, יציבות המבנה של המערכת, ביפורקציה, מחזור הגבול. תיאוריה של Poincaré-Bendixon. ביפורקציה של Hopf. מבוא למערכות תלת-ממדיות.

ספרי לימוד:

Arrowsmith, D.K. and Place, C.M., Ordinary Differential Equations: A Qualitative Approach with Applications. Chapman&Hall, 1982.  
Drazin, P.G. Nonlinear Systems. Cambridge University Press, 1992.  
Dumortier, F. , Libre, J. and Artes, J.C. Qualitative Theory of Planar Differential Systems. Springer, 2006.  
Jordan, D.W. and Smith, P. Nonlinear Ordinary Differential Equations: An Introduction to Dynamical Systems. Oxford University Press, 1999.  
Verhulst, F. Nonlinear Differential Equations and Dynamical Systems. Springer, 2006.

## Advanced Topics in Optimal Control

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:

בקרה אופטימלית של מערכות ליניאריות: Attainability Set עבור מערכות עם בקרה חסומה. בקרת נימום זמן במערכות ליניאריות. בקרה למינימום של מחיר אינטגרלי חסום. בקרה אופטימלית. תנאים הכרחיים ותנאים מספקים לבקרה אופטימלית, עקרון המקסימום. שיטת תכנון דינמי. מערכות עם אילוצים של משתני המצב. שיטות קירוב וישומיים: שיטות קירוב אנליטיות, שיטות נומריות מקורבות, יישומי בקרה אופטימלית במערכות הנדסיות.

ספרי לימוד:

Ioffe, A., Reich, S. and Shafir, I. Calculus of Variations and Optimal Control Technion 1998. Chapman & Hall/CRC, 1999.  
Barnett, S. and Cameron, R. G. Introduction to Mathematical Control Theory. Oxford University Press, 2nd ed., 1990.  
Saber, A., Stoorvogel, A.A. and Sannuti, P. Control of Linear Systems With Regulation and Input Constraints. Springer, 2000.  
Siouris, G. M. An Engineering Approach to Optimal Control and Estimation Theory. Wiley, 1997.  
Levine, W. E. The Control Handbook. CRC Press, 1997

## 21514 - שיטות נומריות לאופטימיזציה-

## Numerical Methods in Optimization

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:

אופטימיזציה בלי אילוצים: שיטות Newton ו-quasi-Newton, שיטות DFP ו-BFGS, תחומי הביטוח, שיטות Levenberg-Marquardt, שיטות ריבועים. אופטימיזציה עם אילוצים: תורת האופטימיזציה עם אילוצים, גרמי Lagrange, תנאי Karush-Kuhn-Tucker, קמורה, דואליות, תכנון ריבועי, אופטימיזציה עם אילוצים ליניאריים ולא ליניאריים, פונקציות של קנס ומחסום, שיטות ישירות בר-ביצועיות, אלגוריתם Karmakar/

ספרי לימוד:

Fletcher, D. Practical Methods of Optimization. Wiley, 2nd ed., 1987.  
Floudas, C., Deterministic Global Optimization: Theory, Algorithms and Applications. Kluwer, 1999.

Nemhauser, G.L., Rinooy Kan, A.H.G. and Todd, M.J. Handbooks in Operations Research and Management Science, 1: Optimization. Elsevier, 1989.

## 21515 - תורת הבקרה האופטימלית-

### Optimal Control Theory

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:  
אופטימיזציה סטטית. ביעה של ריבועים מינימליים. בקרה אופטימלית בזמן בדיד. שיטת התכנון הדינמי.  
חשבון וריזיונלי: ביעות של אוילר- לגרנז' ו ביעות של בולץ. הגדרה כללית של בקרה אופטימלית בזמן רציף. המילטוניאן. עיקרון המקסימום. בעיית הזמן המינימלי. בקרה אופטימלית סינגולרית.

ספרי לימוד:

Ioffe, A., Reich, S. and Shafir, I. Calculus of Variations and Optimal Control : Technion 1998. Chapman & Hall/CRC, 1999.

Barnett, S. and Cameron, R. G., Introduction to Mathematical Control Theory. Oxford University Press, 2nd ed., 1990.

Saberi, A., Stoorvogel, A.A. and Sannuti, P. Control of Linear Systems With Regulation and Input Constraints. Springer, 2000.

Siouris, G. M. An Engineering Approach to Optimal Control and Estimation Theory. Wiley, 1997.

Levine, W. E. The Control Handbook. CRC Press, 1997.

Rokafellar, R. Convex Analysis. Mir, 1973.

## 21516 - תהליכים סטוכסטיים -

### Stochastic Processes

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: הסתברות וסטטיסטיקה

הנושאים שיילמדו בקורס:  
שרשרות מרקוב, תהליך פואסון, תהליכי הסתעפות, תהליכים מקריים, תהליכי לידה ומוות, תהליכי מרטינגל. משתנים אקראיים: חזרה על המושגים הבסיסיים של תורת ההסתברות. תהליכים מקריים: הגדרה ודוגמאות, אפיונים בסיסיים, תהליכים מקריים בסיסיים: תהליכי גאוס, תהליכי מרקוב, תהליכים הומוגנים וסטציונריים, תהליכי מרקוב: תכונות מרקוב, משוואת Chapman – Kolmogorov, תהליכי מרקוב סטציונריים, שרשרות מרקוב, תהליכים עם תוספות בלוני תלויות תנועת בראון, תהליך פואסון, תהליכי לידה – מוות. דוגמאות ושימושים.

Karlin, H. and Taylor M. A First Course in Stochastic Processes. Academic Press, 2nd ed., 1975.  
Papoulis A. Probability, Random Variables and Stochastic Processes. McGraw-Hill, 3rd ed., 1991.  
Gardiner W.C. Handbook of Stochastic Methods for Physics, Chemistry and the Natural Sciences. Springer, 2002

### 21517 - מבוא לתורת הקטסטרופות-

#### Introduction to Catastrophe Theory

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: חשבון אינפיניטסימלי 2

הנושאים שיילמדו בקורס:  
מושגי יסוד בתורת הקטסטרופות. מכונת הקטסטרופות של זימן. קיפול ונקודות חוד. ניתוח של הנקודות הקריטיות. יציבות וטרנסוורסאליות. שבע קטסטרופות יסודיות. שימושים בפיסיקה, אופטיקה, טכנולוגיה וברפואה.

ספרי לימוד:

Poston, T. and Stewart, I. Catastrophe Theory and Its Applications. Dover Publications, 1996.  
Gilmore, R. Catastrophe Theory for Scientists and Engineers. Dover Publications, 1993.  
Brown, C., Chaos and Catastrophe Theories (Quantitative Applications in the Social Sciences). SAGE Publications,

### 21519 - אנליזה מרוכבת יישומית -

#### Applied Complex Analysis

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: פונקציות מרוכבות

הנושאים שיילמדו בקורס:  
מיפוי קונפורמי  
זווית בין העקומות, שמירה על גודל הזווית, גורם הגדלת השטח, תנאי לקונפורמאליות בנקודה, דיפרנציאל המיפוי ממישור במישור, בעיית גריון' ופתרונה, משוואת בלטרמי ודיפרנציאל בלטרמי, דוגמאות של העתקות קונפורמיות. העתקות ביליניאריות (מיוביאוס) ותכונותיהן, מודל פואנקרה של הגיאומטריה הלא אוקלידית, עיקרון סימטריה של שוורץ-כריסטופל, משפט רימן על העתקה קונפורמית של תחום פשוט קשר ויישומיו, מיון תחומי פשוט קשר, העתקות של המצולע על העיגול.  
יישומים של מיפוי קונפורמי במכאניקה ופיסיקה

יישומים בהידרודינאמיקה, פוטנציאל מרוכב של הזרימה, יישומים באלקטרוסטטיקה, שדה אלקטרוסטטי, פוטנציאל מרוכב של שדה אלקטרוסטטי. תורת מטען חלול. בעיות השפה בתורת הפונקציה ויישומיה פונקציות הרמוניות, בעיות השפה של תורת האלסטיות, אינטגרל קושי ובעיות השפה.

ספרי לימוד:

Y-K. Kwok, Applied Complex Variables for Scientists and Engineers, Cambridge University Press, 2002.  
N.H. Asmar, G.C. Jones, Applied Complex Analysis with Partial Differential Equations, Mathematics, Prentice Hall, 2002.  
W. Abikoff, The Real Analytic Theory of Teichmueller Space, Springer-Verlag, 1980.  
M.A. Lavrentiev, B.V. Shabat, Problem of Hidrodynamics and their Mathematical Models, 2nd ed., 1977, Nauka, Moscow.  
M. J. Ablowitz and A. S. Fokas, Complex Variables: Introduction and Applications (2nd edition, C.U.P., Cambridge, 2003).  
J.W. Dettman, Applied Complex Variables, Dover Publications, Inc., New York, 1984

חומר לימוד באתר האינטרנט של המחלקה.

### 50009 - מבוא למערכות לינאריות-

#### Introduction to Linear Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: פונקציות מרוכבות

הנושאים שיילמדו בקורס:

כללי: בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר אותות ומערכות בסיסיים. מטרת הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בניתוח ותכנון של אותות ומערכות חשמליים. הנושאים שילמדו בקורס: מושגים בפתרון משוואות דיפרנציאליות לינאריות בשיטות קלאסיות ובעזרת התמרת לפלס. משפט יסוד בהתמרות לפלס, משפטי הערך הסופי וההתחלתי, משפטי ההזזה בזמן ובתדירות (Shifting Theorems), התמרות לפלס של אותות לא רציפות בעזרת משפט ההזזה. נגזרת מורכבת. תגובה להלם, אינטגרל הקונבולוציה ומשפט הקונבולוציה של מערכות לינאריות רציפות. ניתוח של מערכות מכניות, חשמליות ואלקטרו-מכניות על ידי משוואות דיפרנציאליות לינאריות ופתרון בעזרת התמרת לפלס. פונקציות תמסורת ותאורן בעזרת אפסים וקטבים. יציבות מערכות רציפות. דיאגרמות מלבניות. תיאור מערכות לינאריות במרחב מצב ופתרון במישור הזמן והתדירות. מערכות בדידות ומשוואות הפרש. התמרת Z ושימושיה. יציבות מערכות בדידות, ניתוח במישור Z.

ספרי לימוד:

Dougherty, T., Systems and Control: An Introduction to Linear, Sampled and Non-Linear Systems. World Scientific Publishing, 1996.  
Antsaklis, P. J. and Michel, A. N. Linear Systems. McGraw-Hill, 1997  
Hanselman, D. and Littlefield, B. The Student Edition of MATLAB, Version 5 User's Guide. Prentice-Hall, 1997.



## Introduction to Electrical Engineering

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: משוואות דיפרנציאליות רגילות (במקביל), פיסיקה 2 (במקביל)

הנושאים שיילמדו בקורס:  
נתונים ומשתנים. אלמנטים אידיאליים ומקורות אנרגיה חשמלית. חוקי קירכהוף. משוואות, משפטי רשת ויישומם לניתוח רשתות. ניתוח שיטתי של מעגלים רשתות לפי צמתים וחוגים. מושגים בטופולוגיה וניתוח מטריציאלי. ערור סינאסואידי (פאזורים) ושיטה סימבולית. הגב ועכבה, הספק פעיל, ריאקטיבי וקומפלקסי. תהודה במעגלים חשמליים. שנאי. מעגלים תלת מופעים (תלת פאזיים). תופעות מעבר: תגובה טבעית ומאולצת, מצב מתמיד.

פפרי לימוד:

Boylestad, R.L. Introductory Circuit Analysis. Prentice Hall, 2006.  
Guru, B.S. and Warriar, R. Electric Circuits : Analysis and Design. Oxford University Press, 2005.  
Irwin, J.D. A Brief Introduction to Circuit Analysis. Wiley, 2003.  
Tung, L.J., and Kwan, B.W., Circuit Analysis. World Scientific Publishing Company, 2002.

## 20148 – פיסיקה 1 למהנדסים-

### Physics 1 for Engineers

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: ידע בסיסי בפיסיקה (4-5 יח"ל) חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים (במקביל)

הנושאים שיילמדו בקורס:  
מכניקה קלאסית  
קינמטיקה של תנועה קווית. אינטגרציה של משוואות התנועה. דינמיקה קלאסית. חוקי ניוטון. מערכות הייחוס האינרציאליות. חוק שימור התנע. כוחות משמרים ולא משמרים. חיכוך סטטי וקינטי. חוק שימור האנרגיה. התנגשויות אלסטיות, אי-אלסטיות ופולסטיות. התנגשויות בדו-מימד. קינמטיקה ודינמיקה של תנועה סיבובית. מערכת רב-גופית. מרכז המסה. מומנט ההתמדה. משפט שטיינר (Steiner). תנועה סיבובית של גוף קשיח. גלגול ללא החלקה. תנע זוויתי. מומנט כוח. חוק שימור של התנע הזוויתי. תנועה הרמונית פשוטה. מושג של מסה מצומצמת.  
תרמודינמיקה

כמות חום וטמפרטורה, תהליכי מעבר חום. החוק הראשון של תרמודינמיקה. גז אידיאלי. התורה הקינטית של הגזים. משוואת המצב של הגז האידיאלי. תהליכים בסיסיים: איזוכורי (נפח קבוע), איזוברי (לחץ קבוע), איזותרמי (טמפרטורה קבועה) ואדיאבטי. תהליכים הפיכים ובלתי הפיכים. החוק השני של תרמודינמיקה. הולכת חום, חוק הקירור. התפשטות תרמית.

למכניקה קלאסית

- D. Halliday, R. Resnick, and K. S. Krane, "Physics", 5th ed. J. Wiley, 2002. Vol. 1. Chapters 1 – 13, 17.
- M. Alonso and E. J. Finn, "Fundamental University Physics", Addison-Wesley Publ. Co, 1992. Vol. 1. Chapters 1 – 10, 12, 13.
- H. D. Young and R. A. Freedman, "Sears and Zemansky's University Physics", 12th ed. Addison-Wesley Publ. Co, 2008. Chapters 1 – 10, 13.
- "מכניקה", יח' 1 - 5 . הוצאת האוניברסיטה הפתוחה, 1979.
- "מכניקה", יח' 6 - 9 . הוצאת האוניברסיטה הפתוחה, 1980.

לתרמודינמיקה

- D. Halliday, R. Resnick and K. S. Krane, "Physics", 5th ed. J. Wiley, 2002. Vol. 1. Chapters 21 - 24.
- H. D. Young and R. A. Freedman, "Sears and Zemansky's University Physics", 12th ed. Addison-Wesley Publ. Co, 2008. Chapters 17 - 20.
- G. J. van Wylen and R. E. Sonntag, "Fundamentals of Classical Thermodynamics", 3rd ed. J. Wiley, 1985. Chapters 1 - 7.
- ח. ברוקר, ח. גולדרינג, צ. גלר, א. גניאל "מבוא לתרמודינמיקה". הוצאת מכון ויצמן למדע, 1989.

20157 – פיסיקה 2 למהנדסים-

**Physics 2 for Engineers**

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 6 (שיעור - 4, תרגיל - 2)  
נקודות זכות: 5  
דרישות קדם: פיסיקה 1 למהנדסים, חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים (במקביל)

הנושאים שיילמדו בקורס:  
חשמל

מטען חשמלי, חוק קולון, שדה חשמלי, פוטנציאל חשמלי, שטף של וקטור, חוק גאוס. שדה מגנטי, כח לורנץ. חוק ביו-סאוואר, חוק אמפר. השראות אלקטרומגנטית וחוק פאראדיי - לנץ. תכונות מגנטיות של חומרים. תנודות אלקטרומגנטיות וזרם חילופין (מעגלי R,L,C). משוואות מקסוול ויישומן במקרים פשוטים.

גלים והתורה האלקטרומגנטית של האור  
גלים בתווך אלסטי. מושגים בסיסיים: חזית של הגל, מימד, גלי אורך וגלי רוחב. מהירות מופע. תופעת דופלר (לגלי קול). גלים אלקטרומגנטיים, ספקטרום האור. העברת האנרגיה בגל אלקטרומגנטי. ווקטור פוינטינג. עקרונות של אופטיקה גיאומטרית: עקרון פרמה (Fermat) ועקרון הויגנס (Huygens). קוהרנטיות של האור. התאבכות. הניסוי של יונג. התאבכות משכבות דקות. עקיפה מסדק, עקיפה משני סדקים. סריג עקיפה. קיטוב.

D. Halliday, R. Resnick, and K.S. Krane, "Physics", 5th ed. J. Wiley, 2002.  
Vol. 1, Chapters 18 – 19. Vol. 2, Chapters 25 - 43.  
M. Alonso and E. J. Finn, "Fundamental University Physics", Addison-Wesley  
Publ. Co, 1992. Vol. 2. Chapters 14 – 19, 22 - 23.  
H. D. Young and R. A. Freedman, "Sears and Zemansky's University  
Physics", 12th ed., Addison-Wesley Publ. Co, 2002. Chapters 15 – 16, 21 -  
36.

י. אשל, "חשמל ומגנטיות". הוצאת "אשל", 1993.  
"מבוא לאופטיקה קלאסית ומודרנית", כרך ב'. הוצאת האוניברסיטה הפתוחה, 1997.

### 61303 - מערכות בסיסי נתונים -

#### Data Base Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: תכנות מערכות, אלגוריתמים ומבני נתונים

נושאים שיילמדו בקורס:  
עקרונות מערכות בסיסי נתונים ומושגים יסודיים הקשורים במערכות בסיסי נתונים. רמות  
הפשטה של נתונים, מודלים של נתונים, אי תלות בנתונים, שפות להגדרת נתונים ולטיפול  
בנתונים. מבנה מערכת בסיסי נתונים, מודל ישויות קשרים, מודל הרשת, מודל היררכי, מודל  
היחסים. תיכון בסיסי נתונים יחסיים, נירמול באמצעות תלויות פונקציונאליות ורב-ערכיות,  
שפות שאילתות, מיפוי קבצים.

ספרי לימוד:

קורט, ה. פ., מערכות בסיסי נתונים. האוניברסיטה הפתוחה, 1989.  
Korth, H. and Silberschatz, A. Database System Concepts. McGraw-Hill,  
1991.  
Kroenke, D. Database Processing. Prentice Hall, 10th ed., 2005.  
Ullman, J. Principles of Database Systems. Computer Science Press, 1990.  
Ullman, J. and Widom J., A First Course in Database Systems. Prentice-Hall,  
1997.

### 61305 - רשתות תקשורת מחשבים-

#### Computer Communication Networks

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5  
דרישות קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים, תכנות מערכות

הנושאים שיילמדו בקורס:  
מהי רשת תקשורת מחשבים, ומהם יישומיה. תקשורת מחשבים מקומית, אזורית וגלובלית,  
אמינה ומהירה, חיונית למדע, לכלכלה ולשלטון תקין. סקירת ארגוני תקינה בינלאומיים.  
דוגמאות לסוגים של רשתות תקשורת. הדרכים שבהן מאורגנות הרשתות על-מנת למנוע

איבוד מידע ולהגברת מהירות ויעילות. אלגוריתמים המונעים צורי בקבוק. תיאור השכבה התחתונה של מודל OSI. התת-שכבה לבקרת הגישה. תיאור שכבת הערוץ ותיאור שכבת הרשת. מערכות קווי תקשורת ובקרת תקשורת.

פפרי לימוד:

Stallings, W. Local & Metropolitan Area Networks. Prentice Hall, 6th ed., 2000.

Tanenbaum, A. S. Computer Networks. Prentice Hall, 4th ed. 2002.

## 63221 - חקר ביצועים בתעשייה -

### Operations Research in Industry

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3  
דרישות קדם: אלגוריתמים ומבני נתונים, כלים מתמטיים למדעי המחשב

הנושאים שיילמדו בקורס:  
סיווג בעיות בחקר ביצועים, סיווג שיטות בחקר ביצועים, תכנות ליניארי, תורת דואליות, בעיית טרנספורטציה, בעיית השמה, בעיית זרימה ברשתות, אלגוריתם Ford-Fullkerson לפתירת בעיית זרימה מקסימלית ברשתות, אלגוריתמים חמדניים בחקר ביצועים. יישומים לבעיות תזמון ולבעיות ניתוב. תכנות דינאמי - יישומים לבעיית תרמיל (knapsack) ובעיית סוכן נוסע, שיטה לסיעוף וחסם (branch and bound), שיטות קומבינטוריות לפתרון בעיות חקר ביצועים על גרפים ורשתות. אלגוריתם Dijkstra ואלגוריתם Bellman-Ford, תורת תזמון וניהול פרויקטים, תורת המשחקים ושימוש בחקר ביצועים.  
הקורס דן בשיקולים בסיסיים לתכנון מימוש וניתוח של מודלים ושיטות המשמשות במערכות תעשייה ותקשורת.

הקורס מציג מבוא לבעיות, לשיטות ולאלגוריתמים מרכזיים בחקר ביצועים, ומתכוון לתת בסיס לפתרון בעיות אמיתיות (מקובלות בתעשייה היי-טק מודרנית) כגון בעיות זמן אמת. הקורס מתכוון ללמד עבודה עם תוכנות מפורסמות ונפוצות בתחום חקר ביצועים המקובלות בתעשייה ובתקשורת כגון: STORM, LINDO, MPL, GAMS.

פפרי לימוד:

זאבי, א. מבוא לחקר ביצועים. דקל, 1987.

Hiller, F.S. and Lieberman, G.J. Operations Research, San McGraw-Hill, 1995.

Winston, W.L. Operations Research: Applications and algorithms. Duxbury Press, 3rd ed., 1994.

Kershenbaum, A. Telecommunications Network Design Algorithms. McGraw Hill, 1993.

## 65212 - ראייה ממוחשבת-

### Computer Vision

אופן הוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)  
נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: כלים מתמטיים, תכנות מערכות, הסתברות וסטטיסטיקה

הנושאים שיילמדו בקורס:

תמונה וייצוגה במחשב: צורה, צבע, מאפיינים שונים. ראיית מכונה ושילובים בתהליך הראיה הממוחשבת. התאמת תבניות. הצללה. תנועה. ייצוג צורות דו-ממדיות. גילוי קצוות. אנליזה של צורות דו-ממדיות. שיטות לזיהוי עצמים: זיהוי עצמים מבני, שחזור עומק בתמונה, ייצוג זיהוי עצמים תלת-ממדיים בתמונה.

פפרי לימוד:

, George C. Stockman, Computer Vision, Prentice Hall, Linda G. Shapiro 2001.

O. Faugeras, Three Dimensional Computer Vision- A Geometric Viewpoint, MIT Press, 1993.

V. S. Nalwa, A Guided Tour of Computer Vision, Addison-Wesley, 1993.

J.R. Parker, Algorithms for Image Processing and Computer Vision, John Wiley & Sons. Inc., 1997

### 65236 - מבוא ללוגיקה עמומה –

#### Introduction to Fuzzy Logic

אופן הוראה: ש"ת

שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: מתמטיקה דיסקרטית

הנושאים שיילמדו בקורס:

תורת הקבוצות העמומות ותכונותיה. פעולות מתמטיות על קבוצות עמומות ומשמעויותיהן הפיסיקליות. משתנים לשוניים ומספרים עמומים. רלציות עמומות. לוגיקה עמומה: השוואות ללוגיקה קלאסית, פסוקים וכמתים עמומים, מחסום לשוני, הסקה עמומה, חישוביית רכה.הסקת מסקנות מקורבת. קבלת החלטות בסביבות לא מדויקות. ניהול אי-ודאות.

פפרי לימוד:

Klir, G. J. and Yuan, B. Fuzzy sets and fuzzy logic, Theory and application. Prentice-Hall, 1995.

### 70001 - מבוא לכלכלה-

#### Introduction to Economics

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4 (שיעור - 3, תרגיל - 1)

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: אין

הנושאים שיילמדו בקורס:

שיקולים כלכליים בהקצאת משאבים. עקומת התמורה והשימושים. הביקוש והגורמים המשפיעים עליו. ההיצע והגורמים המשפיעים עליו. קביעת מחיר בשוק תחרותי. התערבות

ממשלתית בשוק המוצר. השפעת המעורבות הממשלתית על המשק משק פתוח, יצוא, יבוא ומעורבות ממשלתית המשפיעה עליהם.

ספרי לימוד:

גרוס, נ. מבוא לכלכלה, מהדורה ב' מתוקנת, הוצאת אקדמון, 1994.  
חת, מ. מבוא לכלכלה וצפחת השמן לא תחסר?, מהדורה ב', גרסה ישראלית, הוצאת ביאליק, 199

## 69989 – בינה מלאכותית 2 –

### Artificial Intelligence 2

אופן ההוראה: שיעור ותרגיל  
שעות שבועיות: 4 (שיעור - 2, תרגיל - 2)  
נקודות זכות: 3

דרישות קדם: לוגיקה למדעי המחשב, תכנות לוגי, בינה מלאכותית 1

הנושאים שיילמדו בקורס:  
מערכות ייצוג ידע והסק. גישה דקלרטיבית ורמת הידע. פתרון בעיות בעזרת הסק לוגי. זה כולל מגוון רחב של נושאים הקשורים לבינה מלאכותית, רובוטיקה, ובסיסי נתונים, תכנות לוגי, הסק בררת מחדל, תכנון דדוקטיבי ותיאור מערכות דינאמיות. פעולה ותכנון. STRIPS, תחשיב הסיטואציות, תכנון קדימה ותכנון ברגרסיה. APROLOG - תכנות לוגי עם קבוצות תשובה (answer sets). שפה A לתיאור פעולות. תחשיב סיבתי.

ספרי לימוד:

D. Poole, A. Mackworth, R., Goebel Computational Intelligence. A Logical Approach, Oxford University Press, 1998.  
C. Baral, Knowledge Representation, Reasoning and Declarative Problem Solving, Cambridge University Press, 2003.

ספר עיון:

R. J. Brachman and H. J. Levesque, Knowledge Representation and Reasoning. Elsevier r Graphics, Principles and Practice, Addison-Wesley, 1993.