

## שנת הלימודים תשפ"ה קורסים לתואר שני

עדכון אחרון: 30.09.24

ייתכנו שינויים  
בקורסים - אנא עקבו  
אחר ההודעות

### קורסי חובה

קורסי חובה למתחילים לימודיהם בשנה"ל תשע"ו ואילך, לפי תוכניות הלימודים.  
תלמידים אשר עבורם קורסים אלו אינם קורסי חובה רשאים לבחור בקורסים אלו כקורסי בחירה.

קקורס בחירה = קורס יסוד בגיאומטריה וטופולוגיה

**קורס בסיס בגיאומטריה וטופולוגיה, 210.4361**

**קדם:** אינפי' ג' (210.2115), טופולוגיה (210.2525), נושאים נבחרים בגיאומטריה (210.3015)

יריעות: יריעות מופשטות ומשוכנות, חבורות מטריצות כדוגמאות ליריעה, המרחב המשיק והאגד המשיק, תבניות חלקות.  
משטחים: משטחים סימפליציאליים, טופולוגיים וחלקים. מציין אוילר, מיון המשטחים.  
גאומטריה: יריעות רימאניות. מרחבים אוניברסאליים בעלי עקמומיות קבועה (ספירות, מרחבים אוקלידיים והיפרבוליים), איזומטריות ופעולות של חבורות. יריעות מנה. גאומטריה של משטחים.

זמנים	נ"ז	שעות	מרצה	סוג	שם הקורס	סמסטר
18-20 + ה', 18-20 ב'	4	4	ד"ר פרול זפולסקי	שיעור	קורס בסיס בגיאומטריה וטופולוגיה	סמסטר א'

קקורס בחירה = קורס יסוד באלגברה

**210.4452, BASIC COURSE IN ALGEBRA (זהה לקורס 210.4305)**

**קדם:** אלגברה מודרנית א' (210.2100)

Topics include: \* **Rings and Modules:** semisimplicity, exact sequences, Hom functors, and tensor products. Modules over principal ideal domains. \* **Foundations of the Representation Theory of Finite Groups**, including the character theory. \* **Foundations of Commutative Algebra:** Prime ideals, Hilbert's basis theorem, quotient rings, integral extensions, oether normalization theorem, Hilbert's Nullstellensatz, Krull's theorem and Krull's dimension.

**הקורס יעבר באנגלית.**

זמנים	נ"ז	שעות	מרצה	סוג	שם הקורס	סמסטר
16-18 + ה', 16-18 א'	4	4	פרופ' אנטון חורושקין	שיעור	BASIC COURSE IN ALGEBRA	סמסטר ב'

קקורס בחירה = קורס יסוד באנליזה

**קורס בסיס באנליזה, 210.4593**

**קדם:** פונקציות מרוכבות (210.2130), מבוא לאנליזה פונקציונלית (210.3005)

משפטי הן-בנד וההעתקה הפתוחה ומסקנותיהם, כולל רפלקסיביות ומשפט הגרף הסגור ודוגמאות; מרחבי מנה; משפטים על מרחבי פונקציות: סטון-ויירשטרס וארצלה-אסקולי; נושאים נוספים לבחירת המרצה.

זמנים	נ"ז	שעות	מרצה	סוג	שם הקורס	סמסטר
18-20 + א', 14-16 א'	4	4	ד"ר אדם דור און	שיעור	קורס בסיס באנליזה	סמסטר ב'

## קורסי בחירה

### סמסטר א'

**אלגוריתמים מקוונים ומקורבים, 210.4144**  
**קדם:** מבני נתונים (210.2770)

הקורס עוסק בבעיות אופטימיזציה. אלגוריתמים מקורבים מטרנסם היא למצוא פתרון קרוב בערכו לפתרון הטוב יותר. אלגוריתמים מקוונים הם אלגוריתמים אשר מוצאים פתרון מקורב תחת מצב של מידע חלקי. בקורס נכיר מספר בעיות (לדוגמה בעיות בגרפים, אריזה, תזמון ואיזון עומסים) נציג להן מודלים מתמטיים ונראה שיטות שונות למציאת פתרון מקורב והוכחות אי-היתכנות.

זמנים	נ"ז	שעות	מרצה	סוג	שם הקורס	סמסטר
ה', 12-16	4	4	פרופ' לאה אפשטיין	שיעור	אלגוריתמים מקורבים ומקוונים	סמסטר א'

**פרויקט מחקר במתמטיקה שימושית-חלק א', 210.4170**  
**קדם:** מתמטיקה דיסקרטית (210.1515)

הקורס עוסק בהיבטים מתמטיים הקשורים לבעיות בבילוגיה מודרנית ושיטות הנובעות מניתוח רצפים ביולוגיים מולקולריים. הגישה לחומר תהיה מתמטית ואלגוריתמית, כלומר ילמדו ההיבטים החישוביים של הבעיות השונות (סבוכיות, קירובים, היוריסטיות ויישומים). הסטודנטים יבחרו פרויקט שידרוש מהם ללמוד את שאלת המפתח, ולפתח שיטה לפתרון הבעיה, ולבסוף תוכנה המממשת את הפתרון בשפת תכנות מתמטית כלשהי כגון Python, Maple, Matlab או דומים.

בסיום הפרויקט יציגו התלמידים מצגת המתארת את הבעיה, ההתקדמות במהלך השנה, התוצאות הסופיות והמסקנות. קורס שנתי המורכב משני חלקים. חלק א' בסמסטר א' וחלק ב' בסמסטר ב'. לא ניתן ללמוד את אחד מהחלקים בלבד. לקבלת ציון בקורס הסטודנטים נדרשים ללמוד את הקורס לאורך כל שנת הלימודים תשפ"ה.

זמנים	נ"ז	שעות	מרצה	סוג	שם הקורס	סמסטר
ב', 08-10	2	2	פרופ' שגיא שניר	שיעור	פרויקט מחקר במתמטיקה שימושית-חלק א'	סמסטר א'

קורס יסוד באלגברה

**מבוא לגיאומטריה אלגברית, 210.4335**  
**קדם:** אלגברה לינארית ב' (210.1250), אלגברה מודרנית א' (210.2100), טופולוגיה (210.2525)

אלגברה חילופית: אלגבראות מעל שדה, אידיאלים מקסימליים וראשוניים. יריעות אפייניות: משפט האפסים של הילברט, טופולוגיית זריצקי, רכיבים אי-פריקים, תתי-יריעות סגורות, תתי-יריעות פתוחות ראשיות, מימד. יריעות כלליות ויריעות פרידות. יריעות פרויקטיביות: חוגים מדורגים, אידיאלים מדורגים ותתי-יריעות סגורות, שלמות, העתקות נאותות. שקילות בי-רציונאלית. אם יוותר זמן: חלקות, אגדים וקטוריים, ניפוח.

זמנים	נ"ז	שעות	מרצה	סוג	שם הקורס	סמסטר
ה', 08-12	4	4	פרופ' אוריה פירסט	שיעור	מבוא לגיאומטריה אלגברית	סמסטר א'

**לוגיקה ותורת המודלים, 210.4392**  
**קדם:** אלגברה מודרנית א' (210.2100)

זהו קורס יסודי בלוגיקה עם דגש על תורת המודלים. הקורס יכסה בין השאר, בהתאם להספק: סיגנטורה, מבנה ותת מבנה. מבנה נוצר סופית, איזומורפיזם של מבנים, צמצום (רדוקט) והעשרה של מבנים. הגדרת שפה: שמות עצם ונוסחאות. מבנה מספק נוסחה, קבוצות גדירות. משפט על איזומורפיזם של מבנים, שקילות אלמנטרית והרחבות אלמנטריות. מסנן (פילטר) ועל מסנן (אולטרה פילטר), משפט לוש. משפט הקומפקטיות ומסקנות. תורת שלמות, חילוף. כמתים: משפטים כלליים ודוגמאות של חילוף כמתים במתמטיקה. לפי ההספק, הקורס יכסה גם נושאים נוספים.

זמנים	נ"ו	שעות	מרצה	סוג	שם הקורס	סמסטר
16-18, ה' + ב', 14-16	4	4	פרופ' קובי פתר (פטרזייל)	שיעור	לוגיקה ותורת המודלים	סמסטר א'

**210.4666, TOPOLOGICAL DATA ANALYSIS (MATHEMATICAL INTRODUCTION)**  
**קדם:** אינפי ב' (210.1150), אלגברה לינארית ב' (210.1250)

Topological Data Analysis (TDA), or computational topology, is a branch of applied mathematics that utilizes theoretical concepts and results from algebraic topology and algebra to describe the key characteristics of data sets. Interestingly, the application of TDA often requires the introduction of rigorous mathematical concepts to explain these characteristics and develop computational tools for practical use. The primary objective of this course is to explain the concept of "persistent homology," describe algorithms for specific computations, and explore the mathematical foundations from algebraic topology that support this concept.

Topics to be covered include: (1) Topological spaces and topological invariants, (2) Simplicial complexes, (3) (co)homology of a complex, (4) persistent homology. *Note:* This course focuses primarily on the theoretical mathematical background of persistent homology and, regrettably, will not involve any practical coding exercises. All course exercises will be conducted by pen and paper.

**הקורס ייעבר באנגלית.**

זמנים	נ"ו	שעות	מרצה	סוג	שם הקורס	סמסטר
16-18, ה' + ב', 16-18	4	4	פרופ' אנטון חורושקין	שיעור	TOPOLOGICAL DATA ANALYSIS (MATHEMATICAL INTRODUCTION)	סמסטר א'

**אלגוריתמים בגנומיקה חישובית, 221.4424 (קורס במחלקה לביולוגיה וביולוגיה אבולוציונית)**

בעקבות מהפכת המידע וההאצה האקספוננציאלית בכמויות ונגישות המידע הגנומי, שאלות מהותיות שלפני שנים מועטות נראו כבלתי ניתנות לפתרון, קיבלו דחיפה משמעותית וניצבות היום בחזית העולם המדעי והתעשייתי. במקביל עלו בעיות חישוביות חדשות הנוגעות לעיבוד יעיל של אותו מידע לצורך פתרון אותן שאלות מרכזיות. בפרט, מגפת הקורונה, החזירה לראש סדר היום שיטות אלגוריתמיות קלאסיות באבולוציה.

הקורס עוסק בנושאים אלגוריתמיים ושיטות העולות מבעיות בגנומיקה השוואתית העוסקות בניתוח רצפים ביולוגיים מולקולאריים. צורת הגישה אל החומר תהיה אלגוריתמית, משמע ילמדו ההיבטים החישוביים של הבעיות השונות (סיבוכיות, קירובים, יוריסטיקות ואפליקציות), אך דרך שיטות אלו יחשפו נושאי ליבה אקטואליים בגנומיקה. הנושאים השונים שילמדו יכללו: תכנון דינאמי, ישור רצפים (sequence Alignment), הסקת מרחקים גנומיים, מודלים של התפתחות רצפים, בניית עצים פילוגנטיים, יישוב עץ גנים בעץ המינים (Gene tree/species tree reconciliation), סידור גנומי (genome rearrangement), חיזוי וקיפול רנא (RNA folding), אבולוציה של וירוסים. הקורס יציע נושאים פתוחים לתיזות למסטר ודוקטורט.

זמנים	נ"ו	שעות	מרצה	סוג	שם הקורס	סמסטר
16-19, ה'	3	3	פרופ' שגיא שניר	שיעור	אלגוריתמים בגנומיקה חישובית	סמסטר א'

## סמסטר ב'

### מימוש אלגוריתמים בתוכנה, 210.4169

**קדם:** תכנת מונחה עצמים (210.1726), מבני נתונים (210.2770)

מטרת הקורס היא להמחיש את הפן המעשי של תכנון אלגוריתמים ומימושם. כל סטודנט יקבל בעיית אופטימיזציה קומבינטורית (למשל בעיית תזמון, בעיית אריזה או בעיה בגרפים) ויממש מספר יוריסטיקות לפתרונה. המימוש כולל תכנון אלגוריתמים, תכנותם בשפה עילית, בדיקת התוכנה על-ידי קלטים שונים והשוואת ביצועי האלגוריתמים השונים לאותה בעיה. הקורס יכלול מספר מפגשים קבוצתיים בתחילת הסמסטר ופגישות מעקב פרטניות בהמשך.

זמנים	נ"ז	שעות	מרצה	סוג	שם הקורס	סמסטר
ג', 16-20	4	4	פרופ' לאה אפשטיין	שיעור	מימוש אלגוריתמים בתוכנה	סמסטר ב'

### פרויקט מחקר במתמטיקה שימושית-חלק ב', 210.4171

**קדם:** מתמטיקה דיסקרטית (210.1515), פרויקט מחקר במתמטיקה שימושית-חלק א' (210.4170)

הקורס עוסק בהיבטים מתמטיים הקשורים לבעיות בביולוגיה מודרנית ושיטות הנובעות מניתוח רציפים ביולוגיים מולקולריים. הגישה לחומר תהיה מתמטית ואלגוריתמית, כלומר ילמדו ההיבטים החישוביים של הבעיות השונות (סבוכיות, קירובים, היוריסטיות ויישומים). הסטודנטים יבחרו פרויקט שידרוש מהם ללמוד את שאלת המפתח, ולפתח שיטה לפתרון הבעיה, ולבסוף תוכנה המממשת את הפתרון בשפת תכנות מתמטית כלשהי כגון Pyhton, Maple, Matlab או דומים. בסיום הפרויקט יציגו התלמידים מצגת המתארת את הבעיה, ההתקדמות במהלך השנה, התוצאות הסופיות והמסקנות. קורס שנתי המורכב משני חלקים. חלק א' בסמסטר א' וחלק ב' בסמסטר ב'. לא ניתן ללמוד את אחד מהחלקים בלבד. לקבלת ציון בקורס הסטודנטים נדרשים ללמוד את הקורס לאורך כל שנת הלימודים תשפ"ה.

זמנים	נ"ז	שעות	מרצה	סוג	שם הקורס	סמסטר
ב', 08-10	2	2	פרופ' שגיא שניר	שיעור	פרויקט מחקר במתמטיקה שימושית-חלק ב'	סמסטר ב'

### אלגברה מודרנית ב', 210.3305

**קדם:** אלגברה מודרנית א' (210.2100)

השלמות בתורת החבורות: חבורות פתירות ונילפוטנטיות, סדרה מרכזית ונגזרת; משפטי Sylow. הרחבות אלגבריות וטרנסצנדנטיות של שדות; אי-פריקות פולינומים: קריטריון אייזנשטיין; שדות פיצול; סגור אלגברי; הרחבות נורמליות וספרביליות; נורמה ועקבה; אוטומורפיזמים ושדות שבת; חבורות גלואה והמשפט היסודי של תורת גלואה; פתרון משוואות אלגבריות על ידי הוצאת שורשים; בניית בסרגל ומחוגה; שורשי יחידה ופולינומים ציקלוטומיים; פונקציות סימטריות; שדות סופיים ושימושים.

זמנים	נ"ז	שעות	מרצה	סוג	שם הקורס	סמסטר
א', 08-10 + ד', 08-10	4	4	ד"ר ספי לדקני	שיעור	אלגברה מודרנית ב'	סמסטר ב'
ד', 10-12		2		תרגיל		

קורס יסוד בגיאומטריה וטופולוגיה

### מבוא לטופולוגיה אלגברית, 210.4318

**קדם:** אלגברה מודרנית א' (210.2100), אינפי' ג' (210.2115), טופולוגיה (210.2525)

תיאור הקורס: הומוטופיה, תורת הקטגוריות, קומפלקסי שרשראות, קומפלקסים סימפליציאליים, הומוטופיה סינגולרית, אלגברה הומוטופית, הקוהומוטופיה, שימושי הומוטופיה.

זמנים	נ"ז	שעות	מרצה	סוג	שם הקורס	סמסטר
ה', 08-10 + ה', 12-14	4	4	ד"ר יעל אלגום-כפיר	שיעור	מבוא לטופולוגיה אלגברית	סמסטר ב'

קורס יסוד  
בגיאומטריה  
וטופולוגיה

**תורת הקשרים, 210.4429**  
**קדם:** מתמטיקה דיסקרטית (210.1515), אלגברה מודרנית א' (210.2100), טופולוגיה (210.2525)  
מבוא לקשרים ושזרים. חישוב של פולינום ג'ונס ופולינומים דומים הקשר בין קשרים למשטחים.

זמנים	נ"ז	שעות	מרצה	סוג	שם הקורס	סמסטר
12-14 א', 10-12 ה' + 12-14	4	4	ד"ר אורן בן בסט	שיעור	תורת הקשרים	סמסטר ב'

**מודלים חישוביים, 210.4516**  
**קדם:** מתמטיקה דיסקרטית (210.1515)

אוטומטים סופיים: ביטויים רגולריים, למת הניפוח, תכונות סגור ובעיות כרעות, מינימיזציה של אוטומטים; דקדוקים חסרי הקשר: אוטומט מחסנית, למת הניפוח, תכונות סגור; מכונות טיורינג: פונקציות ושפות ניתנות לחישוב, שפות רקורסיביות וניתנות למניה רקורסיביות, מכונות אוניברסליות ובעיות לא כרעות.

זמנים	נ"ז	שעות	מרצה	סוג	שם הקורס	סמסטר
12-14 א', 10-12 ב' + 12-14 ג'	4	4	פרופ' יובל גנוסר	שיעור	מודלים חישוביים	סמסטר ב'

**מבוא לתורת הקודים, 210.4529**  
**קדם:** מתמטיקה דיסקרטית (210.1515), אלגברה לינארית ב' (210.1250), אלגברה מודרנית א' (210.2100)

מבוא לקודים מתקני שגיאות, חסמים על גודל הקוד האפשרי, קודים לינאריים, הקוד הדואלי, מטריצת בדיקת זוגיות, הקודים של Hamming, קודים מושלמים, קודי BCH, קודים ציקליים, קודי Reed-Solomon.

זמנים	נ"ז	שעות	מרצה	סוג	שם הקורס	סמסטר
14-16 א', 10-12 ה' + 14-16	4	4	פרופ' אוריה פירסט	שיעור	מבוא לתורת הקודים	סמסטר ב'

## סמינרים

**סמינר במתמטיקה, 210.4853**  
**קדם:** אלגברה לינארית ב' (210.1250)

הסמינר יעסוק בנושאים הבאים: 1. מטריצות מיוחדות: מטריצות נורמליות, הטלים ואינבולוציות. 2. אי-שוויונות מטריציאליות: אי-שוויונות על מטריצות סימטריות והרמיטיות, נורמות של מטריצות, מטריצות עם אברים אי-שליליים. 3. אלגברה פולינומית: מכפלה טנזורית, טנזורים סימטרים ואנטי-סימטרים, פפיאן, דרגת טנזור, העתקות ליניאריות של מכפלות טנזוריות.

זמנים	נ"ז	שעות	מרצה	סוג	שם הקורס	סמסטר
18-20 א'	2	2	פרופ' אנה מלניקוב	סמינר	סמינר במתמטיקה	סמסטר א'