ה א ו נ י ב ר ס י ט ה   ה פ ת ו ח ה

20585

מבוא לתורת החישוביות והסיבוכיות

חוברת הקורס - אביב ב2010

כתב: אלעזר בירנבוים

מרץ 2010 - סמסטר אביב - תש"ע

תוכן העניינים

אל הסטודנטים,

אני מקדם את פניכם בברכה עם הצטרפותכם אל הלומדים בקורס "מבוא לתורת החישוביות והסיבוכיות".

בחוברת זו תמצאו תיאור מלא ככל האפשר של הקורס, וכן פרטים על כלל פעילויותיכם במהלך הלימודים. רצוי שתראו בה כעין מדריך אישי שתפקידו להבהיר לכם עניינים שונים. קראו בעיון רב את כל הסעיפים שלהלן לפני שתתחילו בלימודיכם.

לוח הזמנים של הקורס, המטלות ובחינת גמר לדוגמה מצורפים בהמשך.

פרטים נוספים על המערכת המסייעת ללימוד עצמי ופרטים מנהליים הקשורים לביצוע הפעילויות השונות במסגרת לימודיכם תמצאו בקטלוג הקורסים ובידיעון האקדמי. עדכונים יישלחו מדי סמסטר.

שעות הייעוץ בקורס מתקיימות בימי ראשון בשעות 18:00-20:00 בטלפון 04-6850321.
אבקש מאד לא להתקשר לטלפון הזה בשעות לא סבירות ובשבתות.
ניתן לפנות גם בדואר אלקטרוני: elazar@openu.ac.il

אני מאחל לכם הצלחה בלימודים.

בברכה,

אלעזר בירנבוים

מרכז ההוראה

מתכונת הקורס

1. תיאור הקורס

הקורס מבוסס על 7 פרקי לימוד ועל הספר **Introduction to the Theory of Computation** שנכתב על ידי Michael Sipser.

לספר מצורף מדריך למידה, שתפקידו להנחות את הסטודנט בלימוד הקורס. משימות הלימוד לכל שבוע והתאריך האחרון למשלוח כל אחת מהמטלות רשומים ב"לוח זמנים ופעילויות" שבהמשך.

7 פרקי הלימוד מהווים את כל חומר הלימוד שעליו תיבחנו בגמר הקורס.
להלן פירוט פרקי הלימוד :

פרק 1 - התזה של צ'רץ' וטיורינג

פרק 2 - כריעות

פרק 3 - רדוקציות

פרק 4 - סיבוכיות זמן

פרק 5 - סיבוכיות מקום

פרק 6 - משפטי היררכיה

פרק 7 - נושאים מתקדמים בתורת הסיבוכיות

פרק 8 - נספח - נושאים מתקדמים בתורת החישוביות

2. כיצד ללמוד

במצורף לספר הלימוד תקבלו מדריך למידה המהווה את המדריך הצמוד שלכם לאורך הקורס. מדריך הלמידה מכיל הנחיות על אלו חלקים בספר אפשר לפסוח, ומהם עיקרי הדברים אותם יש להבין ולדעת. המדריך מהווה את נקודת המוצא לתהליך הלימודי.

עליכם ללמוד את היחידות בהתאם לסדר הלימוד המתואר **במדריך הלמידה**.

רצוי להקדיש ללימוד ותרגול החומר כ- 15-20 שעות בשבוע. אם אתם נתקלים בקשיים תוך כדי לימוד, נצלו את ההנחיה הטלפונית, או שאלו את שאלתכם במפגש עם המנחה.

משנראה לכם שהבנתם היטב את חומר הלימוד, תוכלו לגשת לפתרון המטלה. המטלה כוללת, בדרך-כלל, שאלות קשות ומורכבות יותר מאלו המופיעות בפרקי הלימוד. שאלות אלה נועדו לבדוק את יכולתכם ביישום חומר הלימוד.

הלימוד השיטתי של פרקי הלימוד, יחד עם פתרון המטלות, יקנו לכם הכנה מלאה לקראת בחינת הגמר.
שמירה על קצב הלימוד המומלץ והגשת המטלות בזמן, ימנעו מכם קשיים בלתי רצויים במהלך הסמסטר, ויסייעו לכם בהפקת מלוא התועלת מהקורס.

3. מפגשים

במהלך הסמסטר יתקיימו שבעה מפגשי הנחיה במרכז הלימוד. מפגשים אלה נועדו להבהיר את החומר הנלמד עד למועד המפגש, ולעזור לכם להתגבר על קשיים בהבנה או בפתרון של השאלות בגוף הפרק ובמטלות. מפגשי ההנחיה יארכו כשלוש שעות כל אחד.

בכל מפגש יוקדש חלק מן הזמן להבהרת נקודות מרכזיות מהחומר שביחידת הלימוד השוטפת, ועיקר הזמן הנותר יוקדש לשאלות הסטודנטים ולדיון במטלה. כמו-כן ייתן המנחה רקע להכנת המטלה הבאה שעליכם להגיש ויכוון אל הגישה הנכונה לפתרונה.

שימו לב ! ההשתתפות במפגש ההנחיה אינה חובה אך היא בהחלט רצויה!

להלן פירוט הנושאים שיידונו במפגשי ההנחיה :

מפגש 1 - פרק 1 (פרק 3 בספר)

מפגש 2 - פרק 2 (פרק 4 בספר)

מפגש 3 - פרק 3 (פרק 5 בספר)

מפגש 4 - פרק 4 (פרק 7 בספר)

מפגש 5 - פרק 4 (פרק 7 בספר)

מפגש 6 - פרק 5 (פרק 8 בספר)

מפגש 7 - פרקים 6, 7 (סעיפים 9.1, 10.1 ו-10.2 בספר)

4. בחינות הגמר

הנכם זכאים לגשת לבחינת הגמר בקורס רק אם עמדתם **בכל** דרישות הקורס **לפני** מועד הבחינה. (כלומר הגשתם מטלות במשקל מינימלי והשתתפתם בשאר פעילויות החובה של הקורס).

בחינות הגמר יחלו כשבוע ימים לאחר תום הסמסטר. הודעה על המועדים המדויקים תישלח לסטודנטים ע״י מרכז ההישגים הלימודיים כחודשיים לאחר תחילת הסמסטר.

מועדי בחינות הגמר שנקבעו לסמסטרים הבאים מפורטים בידיעון האקדמי.

לתשומת לב!
הנכם זכאים להבחן בקורס פעמיים: במועדים של הסמסטר הנוכחי ובמועדים של הסמסטר הבא בו נלמד הקורס, ובכך מיציתם את זכותכם להבחן בקורס.
סטודנט שניגש לבחינות גמר בשני מועדים ונכשל בשניהם, יוכל להירשם לקורס זה פעם נוספת ולקבל הנחה בשכר הלימוד. הפרטים מופיעים בידיעון האקדמי.

5. התנאים לקבלת נקודות זכות בקורס

כדי לקבל נקודות זכות בקורס זה עליכם לעמוד בדרישות הבאות :

א. להגיש מטלות במשקל כולל של 24 נקודות לפחות.

ב. ציון של לפחות 60 בבחינת הגמר.

ג. ציון סופי בקורס של 60 נקודות לפחות.

6. למידה מתוקשבת ואתר הקורס באינטרנט

http://telem.openu.ac.il

לקורס שבו אתם לומדים קיים אתר באינטרנט הפועל כמעין מרכז לימוד וירטואלי של הקורס. האתר מהווה עבורכם ערוץ תקשורת עם סטודנטים אחרים בקורס ועם צוות ההוראה, ומאפשר לכם ליהנות מחומרי למידה נוספים שמפרסם מרכז ההוראה. ההשתתפות בפעילות המתוקשבת באתר אינה דורשת הרשמה מיוחדת. הכניסה לאתר מתבצעת מכל עמדת מחשב שיש בה חיבור לאינטרנט (בבית, במקום העבודה, ממחשב של חבר), בשעות ובימים הנוחים לכם.

מהם הציוד והתוכנה הנדרשים כדי לגלוש באתר?

כדי לבקר באתר ולהשתתף בפעילות נדרשת גישה למחשב המסוגל להריץ Microsoft Internet Explorer 6 ומעלה, הכולל מעבד התמלילים Microsoft Word 7.0 ומעלה. תוכנות Office אחרות מומלצות.

כיצד מגיעים לאתר הקורס?

תחילה עליכם להיכנס לאתר הראשי של שוהם בכתובת: http://telem.openu.ac.il
לאחר מכן הקלידו את מספר הקורס או את שמו בחלון שלהלן:

מה כוללים אתרי הקורסים?

אתרי הקורסים מאפשרים לקיים **תקשורת זמינה ושוטפת** בין כל השותפים ללמידה ולהוראה בקורס.

נוסף על כך באתרי הקורסים מתפרסמים **חומרי לימוד** כגון: עדכונים ליחידות הלימוד, תרגול נוסף, דוגמאות של מבחנים, משובים לממ"נים, המחשות, לומדות ועוד. **חומרי העשרה** כגון: מצגות, עבודות לדוגמה של סטודנטים, נושאים אקטואליים, מבחני רב ברירה עם משוב מיידי, קישורים למאגרי מידע ולאתרים שונים ברשת האינטרנט ועוד.

בחלק מהאתרים משולבים **שיעורי וידיאו** מוקלטים המחולקים לפרקים והמזמנים לימוד הדומה במקצת לשיעור חי. החלוקה לפרקים מאפשרת צפייה נוחה בשיעור, ובמיוחד חזרה על פרקים ספציפיים מתוך הרצף. בדקו האם יש הפניה לשיעורי וידיאו בקורס שלכם והיעזרו בהם ללמידה.

כל אלה הן דוגמאות בלבד - באתר של כל קורס בוחר מרכז ההוראה להציג את החומרים המתאימים לתכני הקורס.

💻 הפנקס האישי

באתרי הקורסים משולב "**פנקס אישי**" המאפשר לכם לרכז הערות אישיות לחומרים שתבחרו מתוך אתר הקורס. הפנקס האישי, כשמו כן הוא - אישי. רק אתם מורשים לצפות בו. אותו פנקס ילווה אתכם בכל תקופת לימודיכם באוניברסיטה הפתוחה וישרת אתכם בכל הקורסים שתלמדו. תוכלו לאסוף לפנקס האישי פריטי תוכן מאתרי קורסים שונים, בתנאי שיש לכם הרשאה אליהם.

פרטים על הפנקס האישי והמלצות לשימוש בו ראו באתר תלם, אזור מידע לסטודנטים או ישירות בכתובת: http://telem.openu.ac.il/personal_notes

💻 כיצד מתבצעת התקשורת באתר?

בדף הבית באתר פרוס **לוח הודעות** בו מתפרסמות הודעות שוטפות מטעם צוות ההוראה בנושאים ואירועים הקשורים לקורס.

באתר יש **קבוצת דיון** המאפשרת שיח שוטף בין כל משתתפי הקורס באמצעות חילופי טקסט. אפשר לשתף ולהתייעץ, לדון בחומר הלימוד, להעלות קשיים, לשאול שאלות ולקיים שיח לימודי וחברתי. קבוצת הדיון פתוחה רק בפני הסטודנטים והמנחים הלומדים ומלמדים בקורס.

הדואר האלקטרוני מאפשר קיום תקשורת בינאישית בין הסטודנטים ומול צוות ההוראה.

הצ'ט מאפשר לכל משתתפי הקורס, לומדים ומלמדים, "לשוחח" בזמן אמת באמצעות הודעות טקסט במועד שנקבע מראש.

💻 ביקור ראשון באתר הקורס

הצעד הראשון בביקורכם באתר הוא לערוך עימו הכרות - התחילו לשוטט במדורים השונים הנמצאים באתר בצורה חופשית כדי להכיר את המבנה שלו ואת התכנים שנמצאים בו.

היכנסו ל עדכון פרטים אישיים ובצעו את הפעולות הבאות:

- ***עדכנו את כתובת הדואר האלקטרוני שלכם*** כדי שתוכלו לקבל דואר ממרכז ההוראה.
- אשרו פרסום שמכם בדף רשימות הסטודנטים באתר כדי שסטודנטים אחרים יוכלו לפנות אליכם ישירות.
- תוכלו לשנות את סיסמת הגישה האישית לאתר (אם היא מסובכת מדי לזכירה).

בקרו בקבוצת הדיון והציגו עצמכם בפני צוות הקורס וחברי הקבוצה, תוכלו לספר מעט על עצמכם ולשתף אחרים בציפיות שלכם מהקורס. בביקורים הבאים באתר, נצלו את קבוצת הדיון להעלות שאלות, להציע רעיונות ולשתף אחרים בחוויות ובפתרונות.

לרשותכם קיים באתר מדריך למשתמש הכולל הנחיות טכניות לתפעול סביבת הלמידה, אליו ניתן להגיע מהקישור | עזרה בראש דף הבית.

💻 תדירות הביקור באתר ולמה כדאי לחזור ולבקר בו

האינטרנט כידוע הוא מדיום בעל יתרונות רבים, אחד מהם הוא האפשרות לעדכן את המידע באופן שוטף ובמהירות. היתרון הזה בא לידי ביטוי באתרי הקורסים ומאפשר לצוות ההוראה לעדכן את האתר ואתכם, הסטודנטים, באופן שוטף בפרסומים, בחידושים, בדוגמאות אקטואליות ועוד. במילים אחרות, בניגוד ליחידות הלימוד הכתובות, אתר הקורס כפי שמוצג בראשית הסמסטר אינו דומה כלל וכלל לאתר הקורס בסוף הסמסטר. אתרי הקורסים מתרחבים ומתעדכנים כל העת. עשו לעצמכם מנהג לבקר באתר באופן שגרתי ולהפנות אליו את שאלותיכם. גם אם בהתחלה הדבר יהיה אולי מכביד או מאולץ, עם הזמן תיווכחו כי עומד לרשותכם אמצעי עזר יעיל ללמידה.

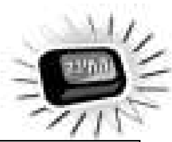
היכנסו לאתר, היעזרו בתכנים השונים וכמובן השתתפו באופן פעיל. האתר נועד לכם ושימוש נכון בו יכול להקל עליכם את הלמידה.
להתראות באתר!

כיצד מקבלים סיסמת גישה לאתר הקורס?

לכל סטודנט הרשום לקורס מתוקשב, נפתח באוניברסיטה חשבון אישי הכולל סיסמת גישה לאתר הקורס באינטרנט. הסיסמה מופקת פעם אחת לכל תקופת הלימודים, ותשרת אתכם בכל הקורסים המתוקשבים שאליהם אתם רשומים. **חשוב לשמור את הסיסמה גם לקורסים ולסמסטרים הבאים**. אם זו פעם ראשונה שאתם לומדים בקורס מתוקשב, תישלח לביתכם הודעה שתכלול את שם המשתמש והסיסמה המקורית שלכם. **אנא הקפידו לשמור פרטים אלה!**
תוכלו לשנות את הסיסמה האישית באתר הקורס בכפתור עדכון פרטים אישיים. אם שיניתם את הסיסמה, אנא הקפידו לרשום אותה לפניכם. אם שכחתם אותה, עליכם ליצור קשר עם מוקד הפניות והמידע בטלפון 09-7782222, באמצעות דואר אלקטרוני: infodesk@openu.ac.il או תוכלו להשתמש גם בשירותי קול האו״פ בטלפון 09-7781111.
שימו לב! מטעמי סודיות לא ניתן לקבל את הסיסמה בטלפון. בכל מקרה של דרישת סיסמה, היא תישלח בדואר לכתובת המעודכנת במחשב האוניברסיטה הפתוחה.

שליחת ממ״נים באמצעות מערכת המטלות

בכל קורס (למעט בודדים), ניתן להגיש מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת. מערכת המטלות המקוונת היא מערכת ממוחשבת מבוססת אינטרנט לשינוע מטלות מן הסטודנטים למנחים ובחזרה. המטלות נשלחות באמצעותה מהסטודנטים למנחי הקורס, ומוחזרות לאחר בדיקתן, כולל ציון ומשוב, תוך בקרה מלאה של מרכזי ההוראה. יתרונותיה הבולטים של המערכת הם האפשרות של הסטודנטים לדעת בכל שלב האם המטלה נמצאת אצל המנחה (הורדה למחשב שלו), האם נבדקה, ומה הציון שניתן עליה. על כל אלה יש להוסיף את היתרון כי שימוש במערכת המקוונת אינו מצריך מילוי ידני של טפסים, וכמובן שאין צורך במשלוח בדואר. לצד המעקב המנהלי, המערכת מאפשרת, קבלת משוב מסודר ומתועד היטב בגוף המטלה או בקובץ נפרד.



תמיכה טכנית ובירורים

מוקד הפניות והמידע
טלפון רב קווי 09-7782222, דואר אלקטרוני: infodesk@openu.ac.il
שעות הפעילות של מוקד הפניות הן:
בימי ראשון עד חמישי בין השעות: 8:30 - 19:00
בימי שישי וערבי חג בין השעות: 8:30 - 12:30
בעת הפנייה למוקד, הנכם מתבקשים להצטייד במספר ת״ז וקוד אישי.
יש לפנות למוקד בנושאים:

- סיסמת המשתמש (לקבלה או שחזור סיסמה. ניתן גם להשתמש גם בשירותי קול האו״פ בטלפון 09-7781111)
- הודעת שגיאה המודיעה כי אינכם מורשים לגשת לדף כלשהו באתר
- קשיים בהפעלת מערכת שליחת המטלות
- שאלות כלליות על אתרי הקורסים ודיווח על תקלות טכניות באתר (למשל דף משובש או כתובת URL שגויה)

בכל הנושאים הקשורים לתכנים באתר הקורס, עליכם לפנות לצוות ההוראה בקורס.

7. לוח זמנים ופעילויות (20585 / ב2010)

שבוע לימוד	תאריכי שבוע הלימוד	יחידת הלימוד המומלצת	מפגשים עם מנחה*	תאריך אחרון למשלוח ממ"ן (למנחה)
1	7.3.2010-12.3.2010	פרק 1		
2	14.3.2010-19.3.2010	פרק 1		
3	21.3.2010-26.3.2010	פרק 2	מפגש ראשון	ממ"ן 11 26.3.2010
4	28.3.2010-2.4.2010 (ג-ו פסח)	פרק 2 פרק 3		
5	4.4.2010-9.4.2010 (א-ב פסח)	פרק 3	מפגש שני	
6	11.4.2010-16.4.2010 (ב יום הזיכרון לשואה)	פרק 3 פרק 4		ממ"ן 12 16.4.2010
7	18.4.2010-23.4.2010 (ב יום הזיכרון) (ג יום העצמאות)	פרק 4	מפגש שלישי	
8	25.4.2010-30.4.2010	פרק 4		

** התאריכים המדויקים של המפגשים הקבוצתיים מופיעים ב"לוח מפגשים ומנחים". אנא שבצו אותם בכתב ידכם. מרכז הלימוד ומספר הקבוצה מצוינים בהודעה ללומד שקיבלתם ממערך שירותי הוראה.*

לוח זמנים ופעילויות – המשך

שבוע לימוד	תאריכי שבוע הלימוד	יחידת הלימוד המומלצת	מפגשים עם מנחה*	תאריך אחרון למשלוח ממ"ן (למנחה)
9	2.5.2010-7.5.2010 (א ל"ג בעומר)	פרק 4	מפגש רביעי	
10	9.5.2010-14.5.2010 (ד יום ירושלים)	פרק 4 פרק 5		ממ"ן 13 14.5.2010
11	16.5.2010-21.5.2010 (ג-ד שבועות)	פרק 5	מפגש חמישי	
12	23.5.2010-28.5.2010	פרק 5 פרק 6		ממ"ן 14 28.5.2010
13	30.5.2010-4.6.2010	פרק 6	מפגש שישי	
14	6.6.2010-11.6.2010	פרק 7		
15	13.6.2010-18.6.2010	פרק 7	מפגש שביעי	ממ"ן 15 18.6.2010

מועדי בחינות הגמר יפורסמו בנפרד

** התאריכים המדויקים של המפגשים הקבוצתיים מופיעים ב"לוח מפגשים ומנחים". אנא שבצו אותם בכתב ידכם. מרכז הלימוד ומספר הקבוצה מצוינים בהודעה ללומד שקיבלתם ממערך שירותי הוראה.*

מטלות הקורס

8. תיאור המטלות

קראו היטב עמודים אלו לפני שתתחילו לענות על השאלות

פתרון המטלות הוא חלק בלתי נפרד מלימוד הקורס - הבנה מעמיקה של חומר הלימוד דורשת תרגול רב. המטלות תיבדקנה על-ידי המנחה ותוחזרנה בצירוף הערות המתייחסות לתשובות.

המטלות מלוות את יחידות הלימוד בקורס. להלן פירוט המטלות, היחידות שאליהן מתייחסת כל מטלה ומשקלה היחסי. בחלק מהמטלות תופענה גם שאלות המתייחסות ליחידות שכבר נלמדו.

ממ"ן 11 - פרק 1 - 6 נקודות
ממ"ן 12 - פרקים 2, 3 - 6 נקודות
ממ"ן 13 - פרק 4 - 8 נקודות
ממ"ן 14 - פרק 5 - 4 נקודות
ממ"ן 15 - פרקים 6, 7 - 6 נקודות

ניתן לצבור עד 30 נקודות. חובה להגיש מטלות במשקל של 24 נקודות לפחות.
שימו לב שחובה להגיש את ממ"ן 13.

ללא צבירת 24 נקודות בהגשת מטלות לא ניתן יהיה לגשת לבחינת הגמר

למען הסר ספק, יודגש שחל איסור על הכנה משותפת והעתקה של מטלות או חלקי מטלות.
(הנושא מפורט בתקנון משמעת לסטודנטים - נספח 1 של ידיעון האו"פ).

כדי לעודדכם להגיש לבדיקה מספר רב של מטלות הנהגנו את ההקלה שלהלן:
אם הגשתם מטלות מעל למשקל המינימלי הנדרש בקורס, **המטלה** בציון הנמוך ביותר, שציונה נמוך מציון הבחינה , לא תילקח בחשבון בעת שקלול הציון הסופי.
זאת בתנאי שמטלה זו **אינה חלק מדרישות החובה בקורס** ושמשקל המטלות האחרות שהוגשו עובר את המינימום ההכרחי.
זכרו! ציון סופי מחושב רק לסטודנטים שעברו את בחינת הגמר בציון 60 ומעלה והגישו מטלות כנדרש בקורס.

מדיניות קורס זה היא לאשר הזנת ציון אפס במטלות שלא הוגשו כנדרש בקורס.
סטודנטים אשר לא הגישו את מכסת המטלות המינימלית לעמידה בדרישות הקורס ולקבלת זכאות להיבחן, ומבקשים שמטלות חסרות יוזנו בציון אפס, יפנו למוקד הפניות והמידע בטלפון שמספרו 09-7782222, או יעדכנו בעצמם באתר שאילתא http://www.openu.ac.il/sheilta קורסים ⇦ ציוני מטלות ובחינות ⇦ הזנת ציון 0 למטלות רשות שלא הוגשו.
יש לקחת בחשבון כי מטלות אשר יוזן להן ציון אפס ישוקללו בחישוב הציון הסופי ובכך יורידו ציון זה ולא ניתן יהיה להמירן במטלות חלופיות במועד מאוחר יותר. על כן קיימת אפשרות שסטודנט אשר יעבור את הבחינה בהצלחה ייכשל בקורס (כשהממוצע המשוקלל של ציוני המטלות והבחינה יהיה נמוך מ-60).
<u>כלל זה איננו חל על מטלות חובה או על מטלות שנקבע עבורן ציון מינימום.</u>

9. נוהל הגשת מטלות מנחה (ממ"ן)

קיימות שתי חלופות להגשת מטלות:

- **שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת**

מערכת שליחת המטלות קלה להפעלה, היא חוסכת את הצורך במילוי טפסים, במשלוח דואר ובשמירת עותק של המטלה, ומאפשרת מעקב אחר המטלה. הגישה למערכת המטלות המקוונת היא דרך אתר הבית של הקורס בקישור "מערכת המטלות".

- **שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחיה**

לכל מטלת מנחה עליכם לצרף טופס נלווה אחד. הקפידו למלא את כל הפרטים בחלק א של הטופס. הכניסו את הטופס (על כל חלקיו הצבעוניים) יחד עם המטלה למעטפה המיועדת לכך ורשמו בכתב יד ברור את כתובתכם (כולל מיקוד!) במקום המיועד לכך.
השאירו עותק של המטלה בידכם!

מועדי הגשה ומשלוח מטלות בדואר

בעמוד הראשון של כל מטלה מצוין המועד האחרון להגשתה. שלחו אותה בדואר עד למועד זה. בכל מקרה, אסור שחותמת הדואר על המעטפה תישא תאריך מאוחר ממועד זה.

אין לשלוח מטלות בדואר רשום! הקפידו לרשום את כתובת המנחה בצורה מדויקת כולל מיקוד.

את הממ"ן עליכם לשלוח לבדיקה **רק למנחה שלקבוצתו אתם משובצים**. ממ"ן שיישלח למנחה אחר, ללא אישור מראש של מרכז ההוראה, ציונו לא ייחשב.
הממ"ן ייבדק ויוחזר לכם תוך שלושה שבועות מהתאריך האחרון להגשת הממ"ן. אם הממ"ן לא יוחזר אליכם עד מועד זה, אנא התקשרו עם המנחה לברר את סיבת העיכוב.

דחייה בהגשת מטלות

במקרים מיוחדים, כגון שירות מילואים, תוכלו לפנות בבקשה לקבלת אישור לדחיית מועד ההגשה. עליכם לפנות **בכתב** (בדואר, בפקס, או בדואר אלקטרוני), ולצרף אישורים רשמיים להצדקת הבקשה. **את הבקשה יש להגיש מראש!** (בכל מקרה שזה אפשרי).
בקשות להגשת מטלות באיחור של עד שבוע יש להפנות אל המנחה. לאיחור של יותר משבוע, יש לבקש אישור ממרכז ההוראה של הקורס. **מטלות שיוגשו באיחור של יותר משבוע ללא אישור, ייבדקו והציון שיוזן עבורן יהיה 0**, ללא תלות בציון של הבדיקה.
שימו לב, טיפול בבקשות שנשלחות לאחר מועד ב' של הסמסטר אינן בסמכות מרכז ההוראה, ויש להפנותן אל האחראית על פניות סטודנטים של החטיבה למדעי המחשב.

ערעור על ציון בממ"ן

אם יש לכם השגות על הציון שקיבלתם בממ"ן, תוכלו להגיש ערעור מנומק בכתב למנחה בצירוף הממ"ן והטופס המלווה (ההעתק הצהוב), בתוך שבוע ימים מיום קבלת הממ"ן.
אם המנחה לא יקבל את הערעור, אתם רשאים לערער בפני מרכז ההוראה בצירוף הממ"ן והטופס המלווה, בתוך שבוע מיום קבלת תשובת המנחה על הערעור. החלטת מרכז ההוראה היא סופית.

שימו לב!

את התשובות לממ"נים הנכם מתבקשים לכתוב על דפי פוליו (שורות). כתבו על צדו האחד של העמוד והשאירו שוליים רחבים להערות המנחה (לפחות 5 ס"מ).

האוניברסיטה הפתוחה
הקריה ע"ש דורותי דה רוטשילד
רח' רבוצקי 108 ת.ד. 808 רעננה 43104

לשימוש פנימי

8-10	3-7	1-2
611		21

טופס מלווה למטלה לבדיקה מנחה (ממ"ן)

חלק א - ימולא על-ידי התלמיד
מלא נא את כל הפרטים בעט כדורי בכל המלבנים הכהים וכן למטה.
מספר הקורס והמטלה העתק מתוך השאלון.
כן הקפד לרשום את כל תשע הספרות של מספר הזהות (גם אפסים וסיפרת ביקורת)
שלח את כל העתקים בצירוף המטלה אל מנחה קבוצתך.

מטלה	קורס	מספר הזהות
11	10125	123456789
27-28	22-26	11-19

חלק ג - ציונים
יש לרשום מספרים שלמים
סכום ציוני השאלות צריך להיות שווה ציון המטלה.

31

ציון שאלה 1	34
ציון שאלה 2	37
ציון שאלה 3	39
ציון שאלה 4	41
ציון שאלה 5	43
ציון שאלה 6	45
ציון שאלה 7	47
ציון שאלה 8	49
ציון שאלה 9	51
ציון שאלה 10	53
ציון שאלה 11	55
ציון שאלה 12	57
ציון שאלה 13	59
ציון שאלה 14	61
ציון שאלה 15	63
ציון שאלה 16	65
ציון שאלה 17	67
ציון שאלה 18	69
ציון שאלה 19	71
ציון שאלה 20	73
ציון שאלה 21	75
ציון שאלה 22	77
ציון שאלה 23	79
ציון שאלה 24	81
ציון שאלה 25	83

ישראל ישראלי
שם התלמיד

התשמונאים 19 ת"א
כתובת התלמיד

73332 — מיקוד
03-5269710 — טלפון

כהן רונית
שם המנחה

ת"א 610 — מרכז לימוד
01 — קבי לימוד
1.1.02 — נשלח ביום

חלק ב - ימולא על-ידי המנחה
מלא נא את כל הפרטים (בעט כדורי). שמור את העותק האחרון בידך.
שלח את שאר העותקים בצירוף המטלה למרכז שירות לאוניברסיטה (מש"ל).

התקבל ביום — נשלח ביום — שם המנחה

חלק ד - הערות המנחה לתלמיד (נא כתוב ברור)

מק"ט 9-830-1-9500 יוקי ורלי נשותי בע"מ

דוגמה למילוי טופס מלווה לממ"ן

הערות חשובות לתשומת לבכם!

- **חל איסור מוחלט על הכנה משותפת של מטלות ו/או על העתקת מטלות.**

- **עליכם להשאיר לעצמכם העתק של המטלה. אין האוניברסיטה הפתוחה אחראית למטלה שתאבד בשל תקלות בדואר.**

מטלת מנחה (ממ"ן) 11

הקורס: 20585 - מבוא לתורת החישוביות והסיבוכיות

חומר הלימוד למטלה: פרק 3 בספר

מספר השאלות: 7 **משקל המטלה:** 6 נקודות

סמסטר: ב2010 **מועד אחרון להגשה:** 26 במרץ 10

קיימות שתי חלופות להגשת מטלות:

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
- שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחיה

הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"

שאלה 1 (10%)

בנו מכונת טיורינג **המכריעה** את השפה של תרגיל 3.8 סעיף a ($\{w \in \{0, 1\}^* \mid \#_0(w) = \#_1(w)\}$).

אלפבית הקלט הוא $\Sigma = \{0, 1\}$; אלפבית הסרט יהיה $\Gamma = \{0, 1, \sqcup, x\}$.

למכונה יהיו **לא יותר משבעה מצבים** (כולל q_{accept} ו-q_{reject}).

תארו את המכונה בעזרת איור מלא (כמו איור 3.8 בספר).

הקפידו על כך שהאיור יהיה גדול, בהיר, וללא קשתות נחתכות.

הסבירו היטב את פעולת המכונה, ולמה היא אכן מכריעה את השפה הדרושה.

שאלה 2 (20% סעיף א - 15%; סעיף ב - 5%)

א. בנו מכונת טיורינג שכאשר היא מקבלת כקלט מילה w מעל האלפבית $\{0,1\}$, היא מסיימת במצב q_{accept} ועל הסרט רשומה המילה $w\#w$.

אלפבית הקלט הוא $\Sigma = \{0, 1\}$; אלפבית הסרט יהיה $\Gamma = \{0, 1, x, \#, \sqcup\}$.

למכונה יהיו **לא יותר משלושה עשר מצבים** (כולל q_{accept} ו-q_{reject}).

תארו את המכונה באיור (כמו איור 3.10 בספר - אפשר לוותר על הציור של q_{reject} וכל הקשתות שנכנסות אליו).

הקפידו על כך שהאיור יהיה גדול, בהיר, וללא קשתות נחתכות.

הסבירו היטב את פעולת המכונה ולמה היא אכן מבצעת את הנדרש.

זכרו לטפל נכון גם במקרה ש-w היא המילה הריקה.

ב. מהי הפונקציה שמחשבת המכונה שבניתם בסעיף א?

הגדירו את הפונקציה בשלמות (תחום, טווח וכלל העתקה).

שאלה 3 (14%)

לפי ההגדרה של מכונת טיורינג שמופיעה בספר, כאשר מגיעים למצב המקבל q_{accept} או למצב הדוחה q_{reject}, המכונה עוצרת. כלומר, פונקצית המעברים איננה מוגדרת על מצבים אלה. (עיינו בפסקה האחרונה בעמוד 143 בספר).

נניח שנשנה את ההגדרה של פונקצית המעברים כך שכאשר מגיעים למצב המקבל או למצב הדוחה, לא בהכרח עוצרים. ייתכן שעל חלק מן הסמלים של אלפבית הסרט Γ יש המשך.

המכונה מקבלת מילה w רק אם במהלך החישוב של המכונה על w מגיעים למצב המקבל, ועל הסמל שנקרא כעת בסרט אין המשך מן המצב המקבל.

המכונה דוחה מילה w, אם במהלך החישוב של המכונה על w מגיעים למצב הדוחה, ועל הסמל שנקרא כעת בסרט אין המשך מן המצב הדוחה, או אם המכונה אף פעם לא עוצרת.

האם למכונה שפועלת לפי ההגדרה החדשה **יש אותו הכוח** כמו למכונה רגילה?

אם עניתם שכן, הראו כיצד כל אחת מן המכונות יכולה לחקות את פעולתה של המכונה האחרת.
אם עניתם שלא, תנו דוגמה לשפה שאחת המכונות יכולה לזהות, והשנייה איננה יכולה לזהות.

שאלה 4 (8%)

הסבירו היטב מדוע המודל של מכונות טיורינג לא דטרמיניסטיות איננו מתאים לחישוב פונקציות (הכוונה לפונקציות ממחרוזות למחרוזות).

שאלה 5 (20%)

בעמוד 152 בספר, בהוכחת משפט 3.16, מוסבר מדוע המכונה D איננה מממשת חיפוש עומק בעץ הקונפיגורציות, אלא חיפוש רוחב.

אם ידוע שאין בעץ הקונפיגורציות ענפים אינסופיים (המכונה הלא דטרמיניסטית N היא מכונה **מכריעה**. ראו ההגדרה בעמוד 154 בספר), אז אפשר לממש חיפוש עומק.

יש יתרון לחיפוש עומק על פני חיפוש רוחב, משום שחיפוש רוחב הוא בזבזני במובן שבכל פעם שסורקים חלק של ענף בעץ הקונפיגורציות, מתחילים את הסריקה משורש העץ. (ראו שלבים 2 ו-3 במכונה D בעמוד 153 בספר).

תארו מכונה **דטרמיניסטית** $D_{\text{depth-first}}$ שתבצע **חיפוש עומק** בעץ הקונפיגורציות של המכונה הלא דטרמיניסטית N.

הניחו ש-N היא מכונה **מכריעה**.

המכונה $D_{\text{depth-first}}$ צריכה להכריע את השפה שמכריעה המכונה N.

למכונה $D_{\text{depth-first}}$ יהיו **שני סרטים** (ולא שלושה כמו למכונה D).

$D_{\text{depth-first}}$ לא תתחיל את הסריקה משורש העץ בכל פעם (כמו שעושה המכונה D).

רמת התיאור של $D_{\text{depth-first}}$ צריכה להיות כמו התיאור של המכונה D בעמוד 153.

הוסיפו הסברים מפורטים כיצד יתבצע כל שלב של $D_{\text{depth-first}}$, כמו ההסברים שמופיעים בספר בהוכחת משפט 3.16 ביחס למכונה D.

שאלה 6 (16%)

נתונים שני מונים (enumerators) E_1 ו-E_2.

נסמן על-ידי $L(E_1)$ את השפה ש-E_1 מפיק, ועל-ידי $L(E_2)$ את השפה ש-E_2 מפיק.

א. **הסבירו היטב** כיצד אפשר לבנות מונה $E_\cup$ שמפיק את השפה $L(E_1) \cup L(E_2)$.

הכוונה היא לבניית המונה $E_\cup$ מן המונים E_1 ו-E_2, בלי לעבור דרך מכונות טיורינג.

אתם רשאים להניח שלמונה $E_\cup$ יש כמה סרטי עבודה.

ב. **הסבירו היטב** כיצד אפשר לבנות מונה $E_\cap$ שמפיק את השפה $L(E_1) \cap L(E_2)$.

הכוונה היא לבניית המונה $E_\cap$ מן המונים E_1 ו-E_2, בלי לעבור דרך מכונות טיורינג.

אתם רשאים להניח שלמונה $E_\cap$ יש כמה סרטי עבודה.

שאלה 7 (12%)

בעיה 3.19 בספר (עמוד 164).

הדרכה: אפשר להיעזר בטענה של בעיה 3.18 בספר.

מטלת מנחה (ממ"ן) 12

הקורס: 20585 - מבוא לתורת החישוביות והסיבוכיות

חומר הלימוד למטלה: פרקים 4 ו-5 בספר

מספר השאלות: 8 **משקל המטלה:** 6 נקודות

סמסטר: ב2010 **מועד אחרון להגשה:** 16 אפרי' 10

קיימות שתי חלופות להגשת מטלות:

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
- שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחיה

הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"

שאלה 1 (10%)

נתון התיאור של המכונה M הבאה:

M = "On input <G>, where G is a CFG:

1. Go through all possible w's in lexicographic order.
2. For each w check whether $\langle G, w\rangle \in A_{\text{CFG}}$.
3. If for some w it is found that $\langle G, w\rangle \in A_{\text{CFG}}$, accept."

א. מהי השפה שהמכונה M **מכריעה**? הצדיקו את תשובתכם.

ב. מהי השפה שהמכונה M **מזהה**? הצדיקו את תשובתכם.

שאלה 2 (10%)

אלו מן הקבוצות הבאות הן **בנות מנייה**? הוכיחו את תשובותיכם.

א. קבוצת המספרים השלמים $\mathbb{Z}$.

ב. קבוצת המספרים הממשיים שאינם גדולים מ-1 ואינם קטנים מ-1/2.

שאלה 3 (12%)

נתונה השפה K הבאה: $K = \{\langle M\rangle \mid M \text{ accepts } \langle M\rangle\}$

א. הוכיחו ש-K היא שפה **מזוהה-טיורינג**.

ב. הוכיחו **בעזרת שיטת האלכסון** ש-K **איננה כריעה**.

שאלה 4 (10%)

הציגו רדוקציה של $HALT_{TM}$ ל-A_{TM} (רדוקציה בכיוון הפוך מזה של הוכחת משפט 5.1).

שאלה 5 (10%)

הוכיחו: השפה המשלימה לשפה E_{TM} (השפה $\overline{E_{TM}}$) היא שפה מזוהה-טיורינג.

שאלה 6 (14%)

עובדה: אפשר להוכיח את משפט Rice (ראו בעיה 5.28 בספר) מבלי להסתמך על כך ש- A_{TM} איננה כריעה. (ההוכחה איננה בעזרת רדוקציה של A_{TM}, אלא בעזרת משפט הרקורסיה שנלמד בפרק 8).

הוכיחו **בעזרת משפט Rice** ש-A_{TM} איננה כריעה.

(בפרק 2 הוכח ש-A_{TM} איננה כריעה בעזרת שיטת האלכסון. פה אתם מתבקשים להוכיח זאת בעזרת משפט Rice).

שאלה 7 (14%)

נגדיר את השפה $FIVE_{LBA}$:

$$FIVE_{LBA} = \{<M> \mid M \text{ is an LBA}, |L(M)| = 5\}$$

(זוהי שפת התיאורים של אוטומטים חסומים ליניארית שהשפה שהם מזהים מכילה בדיוק 5 מילים).

האם השפה $FIVE_{LBA}$ היא שפה כריעה? הוכיחו את תשובתכם.

שאלה 8 (20%)

השפה ALL_{TM} מוגדרת בבעיה 5.30 (סעיף **c**) בספר (עמוד 217).

א. הציגו רדוקצית מיפוי של A_{TM} ל- ALL_{TM} (הראו: $A_{TM} \leq_m ALL_{TM}$).

ב. הציגו רדוקצית מיפוי של A_{TM} ל- $\overline{ALL_{TM}}$ (הראו: $A_{TM} \leq_m \overline{ALL_{TM}}$).

הדרכה: אם מכונת טיורינג M לא מקבלת קלט w, אז לכל מספר של צעדים שמריצים את M על w לא מגיעים למצב המקבל.

מכונת טיורינג R יכולה להתייחס לקלט שלה כאל מספר הצעדים שיש להריץ מכונה אחרת S. (למשל, אם הקלט של R הוא v, אז R תריץ את S $|v|$ צעדים).

ג. האם יש רדוקצית מיפוי של ALL_{TM} ל- A_{TM}? (האם $ALL_{TM} \leq_m A_{TM}$?) הוכיחו את תשובתכם.

ד. האם יש רדוקצית מיפוי של $\overline{ALL_{TM}}$ ל- A_{TM}? (האם $\overline{ALL_{TM}} \leq_m A_{TM}$?) הוכיחו את תשובתכם.

מטלת מנחה (ממ"ן) 13

הקורס: 20585 - מבוא לתורת החישוביות והסיבוכיות

חומר הלימוד למטלה: פרק 7 בספר

שימו לב, חובה להגיש מטלה זו!

מספר השאלות: 9 **משקל המטלה:** 8 נקודות

סמסטר: ב2010 **מועד אחרון להגשה:** 14 מאי 10

קיימות שתי חלופות להגשת מטלות:
- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
- שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחיה

הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"

שאלה 1 (10%)

תהי w מחרוזת סמלים. מסמנים על-ידי w^R את המחרוזת המתקבלת מ-w על-ידי היפוך סדר הסמלים ב-w.

דוגמה: $11001^R = 10011$

מילה w נקראת **פלינדרום** אם $w = w^R$.

דוגמה: 1100011 היא פלינדרום; 110001 איננה פלינדרום.

נגדיר את השפה PAL:

$$PAL = \{w \in \{0,1\}^* \mid w = w^R\}$$

(זוהי שפת הפלינדרומים מעל האלפבית $\{0,1\}$).

מצאו פונקציה $t(n)$ מינימלית, כך ש- $PAL \in \mathrm{TIME}(t(n))$

א. במכונה דטרמיניסטית עם סרט אחד.

ב. במכונה דטרמיניסטית עם שני סרטים.

ג. במכונה דטרמיניסטית עם סרט אחד שיש לו שני ראשים קוראים-כותבים.

הסבירו את תשובותיכם.

שאלה 2 (8%)

הוכיחו שהשפות הבאות שייכות למחלקה P:

א. EQ_{DFA} (ראו משפט 4.5 בספר).

ב. $5\text{-}CLIQUE = \{<G> \mid G \text{ is an undirected graph with a 5-clique}\}$.

שאלה 3 (10%)

תהי A שפה מעל אלפבית נתון Σ. השפה $mim(A)$ מוגדרת כך :

$$min(A) = \{w \in A \mid \text{for every } v \in \Sigma^* \text{ such that } w = vu \text{ and } u \neq \varepsilon, v \notin A\}$$

($min(A)$ היא שפת המילים המינימליות של A, כלומר, מילים ששייכות ל-A אבל אף תחילית ממש שלהן לא שייכת ל-A).

נתון ש-A שייכת למחלקה P. האם בהכרח גם $min(A)$ שייכת למחלקה P? הוכיחו את תשובתכם.

שאלה 4 (10%)

נתון שלשפה B יש מאמת (verifier) בעל זמן ריצה אקספוננציאלי. (זמן הריצה שלו על קלט בגודל n הוא $O\left(2^{n^k}\right)$ עבור k טבעי כלשהו).

האם אפשר להסיק מכך ש-B היא שפה **כריעה**? הוכיחו את תשובתכם.

שאלה 5 (12%)

האם השפה C שלהלן שייכת למחלקה NP? הוכיחו את תשובתכם.

$C = \{<n, m> \mid$ מספר הראשוניים השונים בפירוק לגורמים ראשוניים של n איננו גדול מ-$m\}$

(למשל, $<3276, 4> \in C$ ‏($3276 = 2^2 \cdot 3^2 \cdot 7 \cdot 13$), $<3276, 3> \notin C$).

שאלה 6 (8%)

יהי Σ אלפבית נתון.

מצאו את כל השפות L כך ש- $L \equiv_P \Sigma^*$ ואת כל השפות K כך ש- $K \equiv_P \varnothing$.

הסבירו היטב את תשובותיכם.

(היחס $\equiv_P$ מוגדר במדריך הלמידה בעמוד 85).

שאלה 7 (15%)

$CNF\text{-}SAT$ היא שפת הנוסחאות הבוליאניות הספיקות ב-CNF.

מהוכחת מסקנה 7.42 בספר נובע שזו שפה NP-שלמה.

א. בהוכחת משפט 7.32 מראים רדוקציה פולינומיאלית של $3SAT$ ל-$CLIQUE$.
האם אפשר להראות באופן דומה רדוקציה של $CNF\text{-}SAT$ ל-$CLIQUE$? הוכיחו את תשובתכם.
(כלומר, האם ההצטמצמות לנוסחאות ב-3CNF נדרשת לצורך הרדוקציה?)

ב. בהוכחת משפט 7.46 מראים רדוקציה פולינומיאלית של $3SAT$ ל-$HAMPATH$.
האם אפשר להראות באופן דומה רדוקציה של $CNF\text{-}SAT$ ל-$HAMPATH$?
הוכיחו את תשובתכם.

ג. בהוכחת משפט 7.56 מראים רדוקציה פולינומיאלית של *3SAT* ל-*SUBSETSUM*.
האם אפשר להראות באופן דומה רדוקציה של *CNF-SAT* ל-*SUBSETSUM*?
הוכיחו את תשובתכם.

שאלה 8 (15%)

בעיית קיומו של מסלול המילטון בגרף מכוון G (*EHAMPATH*) היא הבעיה הבאה:

הקלט: גרף מכוון $G = (V, E)$

השאלה: האם יש ב-G מסלול המילטון (מסלול שמכיל כל צומת בגרף פעם אחת ויחידה).

א. הראו רדוקציה פולינומיאלית של *HAMPATH* ל- *EHAMPATH*.

($HAMPATH = \{<G, s, t> \mid G \text{ is a directed graph with a Hamiltonian path from } s \text{ to } t\}$

$EHAMPATH = \{<G> \mid G \text{ is a directed graph that contains a Hamiltonian path}\}$

עליכם להראות פונקציה חשיבה בזמן פולינומיאלי שעל קלט מהצורה $<G, s, t>$ היא מחזירה תיאור של גרף מכוון $<H>$ ומתקיים: $<G, s, t> \in HAMPATH \Leftrightarrow <H> \in EHAMPATH$).

ב. הוכיחו: *EHAMPATH* היא בעיה NP-שלמה.

ג. הראו רדוקציה פולינומיאלית של *EHAMPATH* ל- *HAMPATH*.

שאלה 9 (12%)

נתונה הבעיה *HITTING-SET*:

הקלט: קבוצה סופית S; אוסף $\{S_1, S_2, ..., S_m\}$ של תת-קבוצות של S (כל S_i היא תת-קבוצה של S); מספר טבעי k.

השאלה: האם יש ל-S תת-קבוצה T בגודל k כך שלכל $1 \le i \le m$, $T \cap S_i \ne \emptyset$? (כלומר, האם יש ל-S תת-קבוצה בגודל k שהחיתוך שלה עם כל אחת מן התת-קבוצות S_i איננו ריק?)

הוכיחו: הבעיה *HITTING-SET* היא בעיה NP-שלמה.

הדרכה: הוכיחו שהיא שייכת ל-NP, והראו רדוקציה פולינומיאלית של *VERTEX-COVER* ל-*HITTING-SET*.

מטלת מנחה (ממ"ן) 14

הקורס: 20585 - מבוא לתורת החישוביות והסיבוכיות

חומר הלימוד למטלה: פרק 8 בספר

מספר השאלות: 6 **משקל המטלה:** 4 נקודות

סמסטר: 2010ב **מועד אחרון להגשה:** 28 מאי 10

קיימות שתי חלופות להגשת מטלות:
• שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
• שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחיה
הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"

שאלה 1 (10%)

הוכיחו שהשפה *SUBSET-SUM* שייכת ל-$\mathrm{SPACE}(n)$.
הציגו אלגוריתם להכרעת השפה, הסבירו היטב כיצד הוא ימומש, והוכיחו שהמקום הדרוש הוא $O(n)$.

שאלה 2 (10%)

הוכיחו: אם A היא שפה **רגולרית**, אז $A \in \mathrm{SPACE}(1)$.

שאלה 3 (15%)

בהגדרה של שפות PSPACE-שלמות (הגדרה 8.8) משתמשים ברדוקצית **זמן** פולינומיאלי (סעיף 2 בהגדרה).
הראו שאם נשתמש ברדוקצית **מקום** פולינומיאלי (כלומר, כל A ב-PSPACE ניתנת לרדוקציה **במקום** פולינומיאלי ל-B), אז SAT תהיה בעיה PSPACE-שלמה.

הדרכה: SAT היא רק דוגמה.

שאלה 4 (25%)

בעיה 8.22 בספר (עמוד 335).
לכל אחת מן השפות, הסבירו היטב את אופן פעולתה של מכונה שמשתמשת במקום לוגריתמי בגודל הקלט ומכריעה את השפה.

שאלה 5 (15%)

הוכיחו : $CLIQUE \leq_{L} VERTEX\text{-}COVER$.

($CLIQUE$ הוגדרה לפני משפט 7.24 ; $VERTEX\text{-}COVER$ הוגדרה לפני משפט 7.44).

עליכם לתאר את הרדוקציה, להוכיח שהיא תקפה, ולהוכיח בפירוט שהיא יכולה להתבצע במקום לוגריתמי.

שאלה 6 (25%)

הבעיה E_{DFA} הוגדרה בספר לפני משפט 4.4.

הוכיחו : $\overline{E_{\mathrm{DFA}}}$ היא שפה NL-שלמה.

הדרכה : הראו שהיא שייכת ל-NL, והראו כי $PATH \leq_{L} \overline{E_{\mathrm{DFA}}}$.

מטלת מנחה (ממ״ן) 15

הקורס: 20585 - מבוא לתורת החישוביות והסיבוכיות

חומר הלימוד למטלה: סעיפים 9.1, 10.1 ו-10.2 בספר

מספר השאלות: 7 **משקל המטלה:** 6 נקודות

סמסטר: ב2010 **מועד אחרון להגשה:** 18 יוני 10

קיימות שתי חלופות להגשת מטלות:

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
- שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחיה

הסבר מפורט ב״נוהל הגשת מטלות מנחה״

שאלה 1 (20%)

א. יהי k מספר טבעי. מה יקרה כאשר נריץ את המכונה D מהוכחת משפט 9.3 על הקלט $<D>10^k$?
(כלומר, מריצים את המכונה D על התיאור שלה שאחריו רשומה המחרוזת 10^k).
הסבירו היטב את תשובתכם.

ב. מה יקרה כאשר נריץ את המכונה D מהוכחת משפט 9.10 על הקלט $<D>10^k$?
הסבירו היטב את תשובתכם.

שאלה 2 (8%)

האם **ממה שנלמד בסעיף 9.1** בספר אפשר להסיק **שכל** שפה PSPACE-שלמה איננה שייכת ל-NL?
הסבירו היטב את תשובתכם.

שאלה 3 (14%)

הוכיחו: $NP \neq SPACE(n)$.

שאלה 4 (10%)

עיינו באלגוריתם A בעמוד 372 בספר הלימוד.

כזכור, הוכח שאלגוריתם זה הוא בעל יחס קירוב ≤ 2.

הוכיחו שיחס הקירוב 2 הוא **הדוק** ביחס לאלגוריתם A (כלומר, יחס הקירוב ≤ 2):

הראו שלכל n טבעי גדול מ-0, יש גרף לא מכוון $G = (V, E)$ כך שמתקיים:

- $|V| = 2n$ (בגרף G יש $2n$ קדקודים);
- יש תת-קבוצה U של V ($U \subseteq V$) המהווה כיסוי קדקודים מינימלי ו- $|U| = n$ (יש בגרף כיסוי קדקודים מינימלי שגודלו n);
- האלגוריתם A ימצא כיסוי שגודלו $2n$.

שאלה 5 (20%)

לימדו את הדיון על בעיית הסוכן הנוסע במדריך הלמידה (עמודים 150-156).

א. הוכיחו שעלות המסלול של הסוכן הנוסע שמוצא אלגוריתם הקירוב המוצע בעמודים 155-156 **קטנה** מפעמיים עלות המסלול האופטימלי.

הדרכה: אם מורידים קשת אחת ממעגל המילטוני, מקבלים עץ פורש של הגרף.

ב. כזכור, הוכח שאלגוריתם זה הוא בעל יחס קירוב ≤ 2.

הוכיחו שיחס הקירוב 2 הוא **הדוק** ביחס לאלגוריתם (כלומר, אי אפשר להצביע על חסם קטן יותר).

הדרכה: לכל n אי-זוגי גדול מ-5, התבוננו בגרף מלא בעל n צמתים, $x_1, x_2, \ldots, x_n$, שהמחירים של הקשתות שלו הם כדלקמן: המחיר של כל קשת שנוגעת ב-x_1 הוא 1; המחיר של כל הקשתות מהצורה (x_i, x_{i+1}) הוא 1; המחיר של כל שאר הקשתות הוא 2.

הוכיחו שבגרף זה מתקיים אי-שוויון המשולש.

הוכיחו שהקירוב שהאלגוריתם משיג על גרף כזה הוא $2 - 2/n$.

הסיקו את התוצאה הנדרשת.

שאלה 6 (8%)

יהי p מספר ראשוני.

א. הוכיחו **בעזרת אינדוקציה**, שלכל a טבעי או 0, $a^p \equiv a \pmod p$.

ב. הסיקו את משפט פרמה הקטן (משפט 10.6) ממה שהוכחתם בסעיף א.

שאלה 7 (20%)

א. הוכיחו: אם $P = NP$, אז יש אלגוריתם **בעל זמן ריצה פולינומיאלי** לבעיה הבאה:

הקלט: נוסחה בוליאנית ϕ.

הפלט: השמה מספקת של ϕ אם ϕ ספיקה. אם ϕ לא ספיקה, יוחזר "לא".

(האלגוריתם מקבל כקלט נוסחה בוליאנית ϕ. אם אין ל-ϕ השמה מספקת, מוחזר "לא". אם יש ל-ϕ השמה מספקת, מוחזרת אחת ההשמות המספקות של ϕ. כלומר, מוחזרת הצבה של 0-ים ו-1-ים למשתנים של ϕ כך שהערך של ϕ בהצבה הזו הוא 1).

הדרכה: אם $P = NP$, אז יש אלגוריתם בעל זמן ריצה פולינומיאלי ל-SAT.

אפשר לקרוא לאלגוריתם הזה כמה פעמים כדי למצוא הצבה למשתנים של ϕ שתספק את ϕ.

ב. בעיה 10.19 בספר (עמוד 418).

הדרכה: התאימו את מה שהראיתם בסעיף א.

בחינת גמר לדוגמה

הבחינה לדוגמה שמופיעה להלן, מייצגת בחינות שהתקיימו בסמסטרים קודמים. בחינה זו נועדה לשמש ככלי עזר נוסף ללימוד וכעזרה בהכנה למבחן.
שימו לב! אין בהצגת בחינה זו שום התחייבות לכך שהבחינות בסמסטר הנוכחי תהיינה זהות במבנה, באופי וכו' לבחינה שהוצגה.
הבחינה לדוגמה, כמו המטלות, משמשת כלי ללימוד, ומבטיחה הכנה טובה למבחן.

מבנה הבחינה: בבחינה **שש** שאלות. עליכם לענות על **חמש** מהן.

שאלה 1

תזכורת: **מאמת** (verifier) לשפה A הוא אלגוריתם V כך ש-

$$A = \{w \mid V \text{ accepts } \langle w, c\rangle \text{ for some string } c\}$$

הוכיחו: לשפה L **יש מאמת** אם ורק אם L היא **מזוהה-טיורינג**.

שימו לב: - יש כאן טענת "אם ורק אם", ולכן עליכם להוכיח שני כיוונים.
- המאמת שעליו מדובר איננו מוגבל בזמן הריצה שלו.

שאלה 2

נתונה השפה T הבאה: $T = \{\langle M\rangle \mid M \text{ is a TM that accepts } w^R \text{ whenever it accepts } w\}$

הוכיחו: T **איננה מזוהה-טיורינג**.

שאלה 3

קבוצת צמתים U בגרף לא מכוון $G = (V, E)$ נקראת **קבוצה שלטת** בגרף (dominating set) אם לכל צומת $v \in V$, או ש- $v \in U$, או שיש קשת $(u, v) \in E$ כך ש- $u \in U$.

(קבוצה שלטת של צמתים היא קבוצה $U \subseteq V$, כך שלכל צומת בגרף, או שהוא שייך לקבוצה השלטת U, או שהוא מחובר בקשת לצומת ששייך ל-U).

בעיית *DOMINATING-SET* היא הבעיה הבאה:

הקלט: גרף לא מכוון $G = (V, E)$; מספר טבעי k.

השאלה: האם יש ב-G קבוצה שלטת בגודל k?

הוכיחו: בעיית *DOMINATING-SET* היא בעיה NP-שלמה.

הדרכה: הוכיחו שהבעיה שייכת ל-NP, והראו רדוקציה פולינומיאלית של *VERTEX-COVER*.
(לכל קשת (u, v) הוסיפו צומת חדש uv ושתי קשתות חדשות (u, uv) ו-(v, uv)).

שאלה 4

תזכורת: $\text{coNP} = \{L \mid \overline{L} \in \text{NP}\}$.

הוכיחו: אם יש שפה NP-שלמה ששייכת למחלקה coNP, אז NP = coNP.

שאלה 5

הוכיחו: השפה EQ_{DFA} שייכת ל- $\text{SPACE}(\log^2 n)$.

($EQ_{\text{DFA}} = \{\langle A, B\rangle \mid A \text{ and } B \text{ are DFAs and } L(A) = L(B)\}$).

שאלה 6

הוכיחו: אם השפה SAT שייכת למחלקה RP, אז RP = NP.

סוף!