

## מדעי המחשב ב'

2 יחידות לימוד (השלמה ל-5 יח"ל)

### הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שלוש שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים.  
פרק ראשון – בפרק זה ארבע שאלות, —  $(25 \times 2)$  — 50 נקודות  
ומהן יש לענות על שתיים.  
פרק שני — בפרק זה שאלות בארבעה מסלולים שונים. —  $(25 \times 2)$  — 50 נקודות  
ענה על שאלות רק במסלול שלמדת,  
לפי ההוראות בקבוצת השאלות במסלול זה.  
סה"כ — 100 נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: כל חומר עזר, חוץ ממחשב הניתן לתכנות.
- ד. הוראות מיוחדות:
  - (1) את כל התכניות שאתה נדרש לכתוב בשפת מחשב עילית בפרק הראשון  
כתוב בשפה אחת בלבד – פסקל או C.
  - (2) רשום על הכריכה החיצונית של המחברת באיזו שפה אתה כותב – פסקל או C.
  - (3) רשום על הכריכה החיצונית של המחברת את שם המסלול שלמדת,  
אחד מארבעת המסלולים: מערכות מחשב ואסמבלר, תורת המחשב,  
מודלים חישוביים, תכנות מונחה עצמים.

כתוב במחברת הבחינה בלבד. בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב בטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).  
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

**ב ה צ ל ח ה !**

/המשך מעבר לדף/

## ה ש א ל ו ת

בשאלון זה שני פרקים: פרק ראשון ופרק שני.  
עליך לענות על שאלות משני הפרקים, לפי ההוראות בכל פרק.

### פרק ראשון (50 נקודות)

ענה על שתיים מהשאלות 1-4 (לכל שאלה – 25 נקודות).

1. לפניך פעולה:

<p>תור <u>לפי</u> <u>שכיחות</u> (Q)</p> <p>הפעולה מקבלת תור Q המכיל מספרים שלמים, ומחזירה תור חדש. בעבור כל מספר בתור Q, יהיו בתור החדש שני איברים: האיבר הראשון מכיל את המספר מהתור Q, והאיבר השני מכיל את מספר הפעמים שהוא מופיע בתור Q. בעבור מספר המופיע יותר מפעם אחת בתור Q, יהיה זוג אחד בלבד בתור החדש. הנחה: התור Q מאותחל. הערה: אין לשנות את התור Q.</p>	
---	--

לדוגמה:

נתון התור Q (משמאל לימין):

1	4	4	1	5	-9	1	-9	-9
---	---	---	---	---	----	---	----	----

התור שיוחזר לאחר זימון הפעולה תור לפי שכיחות (Q) יהיה (משמאל לימין):

1	3	4	2	5	1	-9	3
---	---	---	---	---	---	----	---

א. כתוב אלגוריתם, שיממש את הפעולה תור לפי שכיחות (Q).

אפשר להשתמש בפעולות הממשק תור ובפעולה העתק תור (Q) שלפניך, בלי לממש אותן.

<p>הפעולה מקבלת תור Q ומחזירה תור חדש זהה לו. הנחה: Q מאותחל. סיבוכיות זמן הריצה: <math>O(n)</math>, n הוא מספר האיברים בתור Q.</p>	<p><b>העתק</b> <u>תור</u> (Q)</p>
---	-----------------------------------

ב. מהי סיבוכיות זמן הריצה של האלגוריתם שכתבת בסעיף א? נמק את תשובתך.  
הנח שסיבוכיות זמן הריצה של כל אחת מפעולות הממשק תור היא  $O(1)$ .

/המשך בעמוד 3/

2. לפניך האלגוריתמים **סוד 1** ו- **סוד 2**:

**סוד 1** ( $S, a, d, n$ )

{ הפעולה מקבלת מחסנית  $S$ , מספרים שלמים  $a$  ו- $d$  ומספר שלם  $n$ , גדול מ-0.}

{ הפעולה מחזירה ... }

(1) דחוף\_למחסנית( $S, a$ )

(2) אם  $n = 1$  אזי

(2.1) החזר **סוד 2** ( $S$ )

(3) אחרת

(3.1) החזר **סוד 1** ( $S, a+d, d, n-1$ )

**סוד 2** ( $S$ )

{ הפעולה מקבלת מחסנית  $S$ . הפעולה מחזירה ... }

(1) אם לא מחסנית\_ריקה? ( $S$ ) אזי

(1.1) שלוף\_ממחסנית( $S$ )  $\leftarrow a$

(1.2) אם מחסנית\_ריקה? ( $S$ ) אזי

(1.2.1) החזר  $a$

(1.3) אחרת

(1.3.1) החזר **סוד 2** ( $S$ )  $+ a$

(2) אחרת

(2.1) החזר 0

א. לפניך המחסנית  $S1$ :

7
4
-5
2

מה יחזיר הזימון **סוד 2** ( $S1$ )? רשום את המעקב.

ב. מה מבצע האלגוריתם **סוד 2** ( $S$ ) בעבור מחסנית  $S$  כלשהי?

ג. בעבור מחסנית  $S2$  בנקב, מה יחזיר הזימון **סוד 1** ( $S2, 2, 6, 4$ )? רשום את

המעקב אחר ביצוע **סוד 1**. אין צורך להראות מעקב אחר ביצוע **סוד 2**.

ד. מה מבצע האלגוריתם **סוד 1** ( $S, a, d, n$ ) בעבור מחסנית  $S$  ריקה, ובעבור

מספרים שלמים  $a$  ו- $d$  ומספר שלם  $n$  גדול מ-0?

/המשך בעמוד 4/

3. מסך המחשב הוא לוח משבצות ובו  $N$  שורות ו- $M$  עמודות. אפשר לפנות אל משבצת על ידי ציון מספר שורה ומספר עמודה. שורה 1 ועמודה 1 מתחילות בפינה השמאלית העליונה של המסך. שורה 2 נמצאת מתחת לשורה 1, ועמודה 2 נמצאת מימין לעמודה 1, וכן הלאה. כדי ליצור שומר מסך המצייר על מסך המחשב ריבועים בגדלים שונים, בצבעים שונים ובמיקומים שונים, הוגדרה הפעולה **צייר\_ריבוע**.

ממשק הפעולה:

הפעולה מקבלת: $s$ – אורך צלע של ריבוע, שהוא מספר שלם וגדול מ-0 של משבצות; $color$ – קוד של צבע, שהוא מספר שלם בין 1 ל-10; $x$ – מספר שורה, שהוא מספר שלם בין 1 ל- $N$ ; $y$ – מספר עמודה, שהוא מספר שלם בין 1 ל- $M$ . הפעולה מציירת על המסך מסגרת של ריבוע, שאורך צלעו $s$ , צבעו $color$ , ופינתו השמאלית העליונה היא בשורה $x$ ועמודה $y$ . <u>הנחות:</u> – מספר השורה $x$ ומספר העמודה $y$ הם בטווח מסך המחשב; – אפשר לצייר ריבוע, שאורך צלעו $s$ , ופינתו השמאלית העליונה היא במיקום $(x, y)$ בלי לחרוג מן המסך; – $color$ הוא קוד חוקי של צבע.	<b>צייר_ריבוע</b> ( $s, color, x, y$ )
---	--

כותרת הפעולה **צייר\_ריבוע**

בפסקל: `procedure drawSquare (s , color , x , y : integer);`

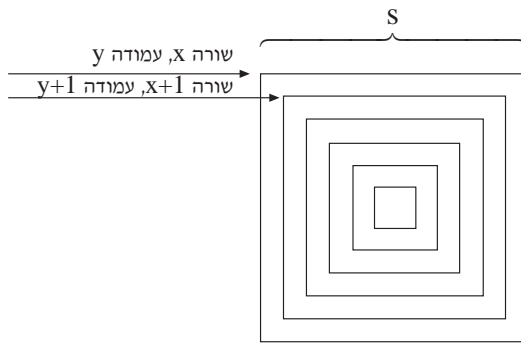
ב-C: `void drawSquare (int s , int color , int x , int y)`

(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 5/

**א.** כתוב בפסקל או ב-C תת-תכנית רקורסיבית squares, שתקבל אורך צלע של ריבוע s, קוד של צבע color, מספר שורה x, ומספר עמודה y. התת-תכנית תצייר על מסך המחשב סדרה של מסגרות של ריבועים באותו צבע, זו בתוך זו. הריבוע הגדול בסדרה הוא ריבוע שאורך צלעו s, ופינתו השמאלית העליונה היא בשורה x ובעמודה y. אורך הצלע של כל ריבוע פנימי יותר, קטן ב-2 מאורך הצלע של קודמו, ופינתו השמאלית העליונה היא בשורה שמספרה גדול ב-1 ובעמודה שמספרה גדול ב-1 משל הריבוע הקודם לו (ראה איור). ציור הריבועים נמשך כל עוד אורך הצלע גדול מ-0. עליך להשתמש בפעולה צייר\_ריבוע בלי לממש אותה.

איור:



**ב.** כתוב בפסקל או ב-C תת-תכנית screenSaver, שתצייר סדרות של מסגרות ריבועים על מסך המחשב. התת-תכנית תגריל לכל סדרה מיקום התחלתי, אורך צלע התחלתי וצבע תקינים. ציור הסדרות של מסגרות הריבועים יימשך עד שיוגרל אורך צלע 0. הנח ש-M ו-N מוגדרים כקבועים. עליך להשתמש בתת-תכנית squares שכתבת בסעיף א.

/המשך בעמוד 6/

4. כתוב תת-תכנית בפסקל או ב-C, שתקבל שתי רשימות L1, L2 של מספרים שלמים וגדולים מ-0 ותחזיר רשימה חדשה L3.

התת-תכנית תסרוק את הרשימה L1 פעם אחת, מתחילתה עד סופה. בכל שלב התת-תכנית תבדוק איבר אחד מהרשימה L1. נסמן את ערך האיבר ב-k. התת-תכנית תבצע את אחת הפעולות שלהלן, בהתאם ל-k ולרשימה L2 כפי שהיא בשלב זה:

- אם k הוא מספר זוגי, התת-תכנית תמחק את האיבר שמיקומו k מתחילת הרשימה L2.
- אם k הוא מספר אי-זוגי, התת-תכנית תוסיף לרשימה L3 איבר שהערך שלו הוא הערך של האיבר שמיקומו k מתחילת הרשימה L2.
- אם ברשימה L2 אין איבר שמיקומו k, התת-תכנית לא תבצע דבר.

הערות:

אין חשיבות לסדר הכנסת האיברים לרשימה L3.  
התת-תכנית לא תחזיר את הרשימה L2.

לדוגמה:

בעבור הרשימות L1, L2 (משמאל לימין):

L1: 4, 3, 2, 6  
L2: 10, 11, 19, 1, 7, 100

מצב הרשימות L2, L3 בתום כל שלב של ביצוע התת-תכנית יהיה כזה:

אחרי שלב I

L2: 10, 11, 19, 7, 100

L3:

אחרי שלב II

L2: 10, 11, 19, 7, 100

L3: 19

אחרי שלב III

L2: 10, 19, 7, 100

L3: 19

אחרי שלב IV

L2: 10, 19, 7, 100

L3: 19

/המשך בעמוד 7/

### פרק שני (50 נקודות)

בפרק זה שאלות בארבעה מסלולים שונים:

מערכות מחשב ואסמבלר, עמ' 7-10

תורת המחשב, עמ' 11-13

מודלים חישוביים, עמ' 14-15

תכנות מונחה עצמים בג'אווה, עמ' 16-23; תכנות מונחה עצמים ב-C#, עמ' 24-31

ענה רק על שאלות במסלול שלמדת.

### מערכות מחשב ואסמבלר

אם למדת מסלול זה, ענה על שתיים מהשאלות 5-8 (לכל שאלה – 25 נקודות).

5. לפניך שישה היגדים א-ו.

קבע לכל אחד מהם אם הוא נכון או לא נכון, ונמק את תשובתך.

א.  $10110101001101_{(2)} < 643_{(16)}$

ב. בארגון הזיכרון בשיטת המקטעים תיתכן חפיפה בין שני מקטעים.

ג. שתי כתובות יחסיות שונות יכולות להיות מתורגמות לאותה כתובת מוחלטת.

ד. בזמן הרצת תכנית באסמבלר כל הוראה מעדכנת את אוגר ההוראה רק פעם אחת.

ה. נתונה תכנית באסמבלר שבה גודל הזיכרון המוקצה למחסנית הוא 10 בתים.

התכנית יכולה לקרוא לשתי פרוצדורות, שהאחת מזמנת את האחרת.

ו. הפקודה

ROL AX

מכפילה תמיד פי 2 את הערך הנמצא באוגר AX.

6. במודיעין של חברת אוטובוסים אפשר לברר את שעת ההגעה של אוטובוס מסוים ליעדו. את שעת ההגעה של אוטובוס ליעדו מחשבים בעזרת שעת היציאה שלו ומשך נסיעתו. שעת ההגעה של כל אוטובוס היא תמיד עד חצות (24:00) ביום היציאה, ומשך הנסיעה אינו עולה על 24 שעות.

המידע על זמן היציאה, משך הנסיעה וזמן ההגעה של אוטובוס מסוים שמור בזיכרון במשתנים מטיפוס מילה: הבית התחתון מכיל את הדקות (0-59), והבית העליון מכיל את השעות (0-23). במשתנה STARTTIME שמור זמן היציאה של האוטובוס, במשתנה TRAVELTIME שמור משך נסיעתו, ובמשתנה ARRIVALTIME יישמר זמן הגעתו ליעדו.

לפניך קטע תכנית, שמטרתו לחשב את זמן ההגעה של אוטובוס מסוים ליעדו ולשמור אותו במשתנה ARRIVALTIME.

בתחילת קטע התכנית הוגדרו הנתונים במקטע הנתונים בצורה זו:

STARTTIME	DW 0A0FH
TRAVELTIME	DW 0332H
ARRIVALTIME	DW

שים לב: הנתונים הם הקסדצימליים.

```
START:  MOV     AX, STARTTIME
        MOV     BX, TRAVELTIME
        ADD    AX, BX
        MOV    ARRIVALTIME, AX
```

א. המר את שעת היציאה שבמשתנה STARTTIME לשעה בשיטה העשרונית.

ב. האם המשתנים STARTTIME ו- TRAVELTIME יכולים להיות משתנים מטיפוס בִּיט? הסבר את תשובתך.

ג. התכנית אינה מציגה נכון את שעת ההגעה לפי התנאים שהוגדרו למעלה.

i הסבר מהי השגיאה.

ii תקן את התכנית כדי שתציג נכון את שעת ההגעה.

/המשך בעמוד 9/



7.

באולם קולנוע יש 16 כיסאות בכל שורה.  
 שורה של כיסאות מיוצגת על ידי מילה, כיסא מיוצג על ידי סיבית.  
 כיסא תפוס מסומן ב-1, וכיסא פנוי מסומן ב-0.  
 לפניך קטע תכנית:  
 בתחילת קטע התכנית הוגדרו הנתונים במקטע הנתונים בצורה זו:

```
LINE      DW 0EACFH
ANSWER    DW
```

שים לב: הנתונים הם הקסדצימליים.

```
START:     MOV     AX , 0FFF3H
           PUSH   AX
           PUSH   LINE
           CALL   EXAMPLE
           JMP    FINISH

EXAMPLE    PROC
           MOV     BP , SP
           MOV     AX , 0
           MOV     CX , 15
AGAIN:     MOV     DX , [BP + 2]
           OR      DX , [BP + 4]
           CMP     DX , [BP + 4]
           JZ      FOUND
           ROL     WORD PTR [BP + 4] , 1
           LOOP   AGAIN
           JMP     DONE
FOUND:     MOV     AX , 1
           MOV     ANSWER , AX
DONE:     RET     4
EXAMPLE    ENDP
FINISH    NOP
```

א. עקוב בעזרת טבלת מעקב אחר ביצוע קטע התכנית, ורשום את התוכן של:

. [BP + 4] , [BP + 2] , DX , CX , AX

ב. מה יהיה התוכן של תא הזיכרון ANSWER בסיום קטע התכנית?

ג. מה מבצעת הפרוצדורה EXAMPLE ?

/המשך בעמוד 10/

8.

- מר "חכמוני" המציא שיטה מיוחדת להכפלת שני מספרים שלמים וגדולים מ-1. הוא רושם את שני המספרים בשני טורים – המספר הראשון בראש הטור הראשון, והמספר השני בראש הטור השני.
- מר חכמוני מבצע את שתי הפעולות האלה:
- הוא מכפיל ב-2 את המספר שבטור הראשון, ורושם את התוצאה מתחתיו בטור הראשון.
  - אם המספר בטור השני הוא מספר זוגי – הוא מחלק אותו ב-2, ורושם את התוצאה מתחתיו בטור השני.
  - אם המספר בטור השני הוא מספר אי-זוגי, הוא מסמן לידו \*, מפחית ממנו 1, מחלק אותו ב-2, ורושם את התוצאה מתחתיו בטור השני.
- מר "חכמוני" חוזר על הפעולות האלה כמה פעמים, עד שבטור השני הוא מקבל 1. הוא מסמן את ה-1 ב-\*. הוא מוחק את כל השורות שבהן המספר בטור השני אינו מסומן ב-\*, ומסכם את כל המספרים שנשארו בטור הראשון, וזאת התוצאה הסופית.
- לדוגמה: הכפלת 71 ב-52.

טור ראשון	טור שני
71	52
142	26
284	*13
568	6
1136	* 3
2272	* 1

התוצאה הסופית היא  $284 + 1136 + 2272 = 3692$ .

כתוב תכנית בשפת אסמבלר, שתבצע כפל לפי שיטתו של מר "חכמוני". המספר הראשון נמצא במשתנה FIRST מטיפוס בֵּיט, המספר השני נמצא במשתנה SECOND מטיפוס בֵּיט. התוצאה תוצב במשתנה ANSWER מטיפוס מילה.

/המשך בעמוד 11/

**תורת המחשב**

אם למדת מסלול זה, ענה על שתיים מהשאלות 9-12 (לכל שאלה – 25 נקודות).

9. לפניך האלגוריתם **סוד**  $(a, n)$ :

**סוד**  $(a, n)$

{ הפעולה מקבלת מערך דו-ממדי  $a$  בגודל  $n \times (n+1)$ , שאיבריו הם המקדמים של

מערכת משוואות לינארית, ומחזירה ... }

(1) עבור  $i$  מ-1 עד  $n$  בצע

(1.1) עבור  $j$  מ-1 עד  $n$  בצע

(1.1.1) אם  $i \neq j$  אזי

$$g \leftarrow (-a[j, i] / a[i, i]) \quad (1.1.1.1)$$

(1.1.1.2) עבור  $c$  מ- $i$  עד  $n+1$  בצע

$$a[j, c] \leftarrow a[j, c] + g * a[i, c] \quad (1.1.1.2.1)$$

א. לפניך המערך  $a$ :

	1	2	3	4
1	10	-4	2	16
2	-5	4	-3	14
3	-5	-8	11	88

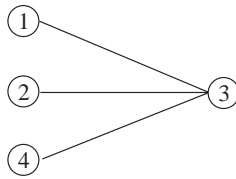
עקוב בעזרת טבלת מעקב אחר ביצוע האלגוריתם **סוד**  $(a, 3)$ .

ב. מה מבצע האלגוריתם **סוד**  $(a, n)$  בעבור מערך דו-ממדי  $a$  בגודל  $n \times (n+1)$  ?

10. נגדיר גרף "פיצול":

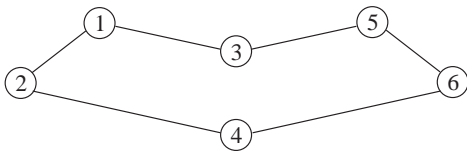
- גרף קשיר, לא מכוון, בלי לולאות עצמיות, בלי קשתות מרובות (אין יותר מקשת אחת בין שני צמתים), בעל שני צמתים לפחות.
- אפשר לחלק את הצמתים שלו לשתי קבוצות באופן זה: כל צומת שייך לקבוצה אחת בלבד. בעבור כל קשת בגרף מתקיים שצומת אחד שלה שייך לקבוצה אחת, והצומת השני שלה שייך לקבוצה השנייה.

לפניך גרף:



גרף זה הוא גרף "פיצול", כי הוא גרף קשיר, לא מכוון, בלי לולאות עצמיות, בלי קשתות מרובות, בעל יותר משני צמתים, ואפשר לחלק את הצמתים שלו לשתי קבוצות: בקבוצה אחת הצמתים {1, 2, 4} ובקבוצה השנייה הצומת {3}, ומתקיים התנאי שבעבור כל קשת בגרף, צומת אחד שלה שייך לקבוצה אחת, והצומת השני שלה שייך לקבוצה השנייה.

א. לפניך הגרף  $G_a$  שהוא גרף "פיצול":



i רשום חלוקה של הצמתים של הגרף  $G_a$  לשתי קבוצות, כך שתתקיים ההגדרה של גרף "פיצול".

ii צייר גרף "פיצול" חדש  $G_b$ , שיתקבל על ידי הוספה של המספר הגדול ביותר האפשרי של קשתות לגרף  $G_a$ , בלי להוסיף צמתים.

ב. מה הם התנאים שצריך לקיים גרף  $G$  בעל  $n$  צמתים,  $n \geq 2$ , שדרגת כל צומת בו היא 2, כדי שהוא יהיה גרף "פיצול"?

ג. האם כל עץ בעל שני צמתים לפחות הוא גרף "פיצול"? נמק.

ד.  $G$  הוא גרף קשיר בעל  $n$  צמתים,  $n \geq 2$ , ובו צומת אחד בלבד שהדרגה שלו היא  $(n-1)$ .

מה צריכה להיות דרגת כל הצמתים האחרים, כדי ש- $G$  יהיה גרף "פיצול"? נמק.

11. לפניך הדקדוקים  $G_1$ - $G_4$  מעל הא"ב  $\{a, b, c\}$ :

$$G_1: \begin{array}{l} S \rightarrow CAC \\ C \rightarrow cC | \epsilon \\ A \rightarrow aAb | \epsilon \end{array} \quad G_3: \begin{array}{l} S \rightarrow CABC \\ A \rightarrow aA | \epsilon \\ B \rightarrow bB | \epsilon \\ C \rightarrow cC | \epsilon \end{array}$$

$$G_2: \begin{array}{l} S \rightarrow aSa | bSb | cSc | \epsilon \end{array} \quad G_4: \begin{array}{l} S \rightarrow AB \\ A \rightarrow aA | \epsilon \\ B \rightarrow bBc | \epsilon \end{array}$$

- א. רשום עץ גזירה למילה  $aabbcc$  בכל אחד מהדקדוקים  $G_1$ - $G_4$ , שבהם אפשר לגזור אותה.
- ב. רשום עץ גזירה למילה  $caac$  בכל אחד מהדקדוקים  $G_1$ - $G_4$ , שבהם אפשר לגזור אותה.
- ג. רשום לכל אחד מהדקדוקים  $G_1$ - $G_4$  את השפה שהוא יוצר.

12. מכונת הגרלות מגרילה בכל פעם ספרה אחת מבין הספרות 0, 1, 2.

רצף הגרלות חוקי מקיים את שלושת התנאים האלה:

- הוגרלה לפחות ספרה אחת.
  - (מספר הספרות 0 שהוגרלו) + (מספר הספרות 1 שהוגרלו) הוא זוגי.
  - אם הוגרלה הספרה 2 היא לא הוגרלה מיד לאחר שהוגרלה ספרה 2 אחרת.
- דוגמה לרצפים חוקיים: 1010, 021211020, 1112111
- דוגמה לרצפים לא חוקיים: 01010, 01012201, 111

בנה אוטומט סופי דטרמיניסטי, שיבדוק אם רצף הגרלות שהתקבל על ידי מכונת ההגרלות הוא רצף חוקי.

**מודלים חישוביים**

אם למדת מסלול זה, ענה על שתיים מהשאלות 13-16 (לכל שאלה – 25 נקודות).

13. לפניך השפה  $L$  מעל הא"ב  $\{a, b, c\}$  :

$$L = \{ (ab)^n a^{n+2} c^k \mid n \geq 1, k \geq 2 \}$$

בנה אוטומט מחסנית, שיקבל את השפה  $L$ .

14. לפניך ארבע השפות  $L_4 - L_1$  מעל הא"ב  $\{a, b\}$  :

$$L_1 = \{ a^i b^k \mid i+k \geq 3, i, k \geq 0 \}$$

$$L_2 = \{ a^i b^k a^i \mid i, k \geq 0, k \geq 3 \}$$

$$L_3 = \{ a^i b^k \mid i, k \geq 0, k \geq 3, i \geq 3 \}$$

$$L_4 = \{ a^i b^{3i} a^k \mid i, k \geq 0, k \geq 3 \}$$

א. לכל אחת מהמילים  $w_2 - w_1$  שלפניך, קבע לאיזו שפה או שפות מבין

השפות  $L_4 - L_1$  היא שייכת. נמק את קביעותיך.

$$w_1 = aaa$$

$$w_2 = abbbaaa$$

ב. לכל אחת מהשפות  $L_4 - L_1$ , קבע אם היא רגולרית או לא רגולרית.

נמק את קביעותיך.

15. לפניך השפות  $L_3$ - $L_1$  מעל הא"ב  $\{a, b, c\}$ :

$$L_1 = \{c^i b^k a^k \mid i, k \geq 0\}$$

$$L_2 = \{w \cdot R(w) \mid \{a, b, c\} \text{ מעל הא"ב}\}$$

$$L_3 = \{a^i b^i c^k \mid i, k \geq 0\}$$

א. בעבור כל אחת מהשפות שבתת-סעיפים i-ii:

i  $L_1 \cap L_3$

ii  $L_2 \cap L_3$

רשום מילה לא ריקה השייכת לשפה, שהאורך שלה הוא הקצר ביותר. הסבר מדוע המילה שרשמת שייכת לשפה, ומדוע היא המילה הלא ריקה הקצרה ביותר בשפה.

ב. מהי השפה  $(L_1 \cdot L_3) \cap L_2$ ? נמק.

ג. לכל אחד מהתת-סעיפים i-ii, קבע אם הוא נכון או לא נכון. נמק את קביעותיך.

i  $R(L_2) = L_2$

ii  $R(L_1) = L_3$

16. מכונת הגרלות מגרילה בכל פעם ספרה אחת מבין הספרות 0, 1, 2.

רצף הגרלות חוקי מקיים את שלושת התנאים האלה:

— הוגרלה לפחות ספרה אחת.

— (מספר הספרות 0 שהוגרלו) + (מספר הספרות 1 שהוגרלו) הוא זוגי.

— אם הוגרלה הספרה 2 היא לא הוגרלה מיד לאחר שהוגרלה ספרה 2 אחרת.

דוגמה לרצפים חוקיים: 1112111, 021211020, 1010

דוגמה לרצפים לא חוקיים: 111, 01012201, 01010

בנה אוטומט סופי דטרמיניסטי, שיבדוק אם רצף הגרלות שהתקבל על ידי מכונת ההגרלות הוא רצף חוקי.

**תכנות מונחה עצמים**

אם למדת מסלול זה ואתה כותב בג'אווה, ענה על שתיים מהשאלות 17-20 (לכל שאלה – 25 נקודות).

אם למדת מסלול זה ואתה כותב ב-C#, ענה על שתיים מהשאלות 21-24 (לכל שאלה – 25 נקודות).

17. נתונות ארבע המחלקות: Basis , SingleOne , MultiOne , Test .  
 עקוב בעזרת טבלת מעקב אחר הפעולה main במחלקה Test , ורשום את הפלט.  
 על הטבלה לכלול את ערכי כל המשתנים, ובעבור כל עצם – את ערכי התכונות שלו.

```
public class Basis
{
    protected int num1;
    public Basis ()
    {
    }
    public Basis (int n)
    {
        this.num1 = n;
    }
    public void print ()
    {
        System.out.println (this.num1);
    }
}
public class SingleOne extends Basis
{
    protected int num2;
    public SingleOne (int n1 , int n2)
    {
        super (n1);
        this.num2 = n2;
    }
    public void print ()
    {
        super.print ();
        System.out.println (this.num2);
    }
}
```

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 17/



```

public class MultiOne extends Basis
{
    private int count = 0;
    private Basis[] arr;
    public MultiOne ()
    {
        this.arr = new Basis[5];
    }
    public void print ()
    {
        for (int i = 0; i < count; i++)
            arr[i].print ();
    }
    public void add (Basis b)
    {
        arr[count]= b;
        count ++;
    }
}
public class Test
{
    public static void main (String []args)
    {
        MultiOne container = new MultiOne ();
        SingleOne s1 = new SingleOne (11 , 35);
        container.add (s1);
        s1 = new SingleOne (47 , 22);
        container.add (s1);
        s1 = new SingleOne (8 , 17);
        container.add (s1);
        MultiOne subContainer = new MultiOne ();
        s1 = new SingleOne (53 , 40);
        subContainer.add (s1);
        s1 = new SingleOne (21 , 13);
        subContainer.add (s1);
        s1 = new SingleOne (39 , 62);
        subContainer.add (s1);
        container.add (subContainer);
        container.print ();
    }
}

```

18. לפניך פרויקט ובו הממשקים IFirst , ISecond , IThird , והמחלקות AAA , BBB , CCC ו- Test.

```
public interface IFirst
{
    public boolean opA (Object stam);
    public void opB (int num);
}
public interface ISecond extends IFirst
{
    public int opC ();
}
public interface IThird
{
    public int opD ();
}
public class AAA implements IFirst
{
}
public class BBB implements ISecond
{
}
public class CCC implements ISecond, IThird
{
}
public class Test
{
    public static void main (String[] args)
    {
    }
}
```

(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

**א.** רשום אילו פעולות יש לממש בכל אחת מן המחלקות AAA, BBB, CCC, והסבר מדוע.

**ב.** לכל אחת מקבוצות ההוראות iv-i שלפניך, קבע אם היא חוקית או אינה חוקית, ונמק את קביעתך.

`ISecond s1 = new ISecond ();`      **i**

`BBB b1 = new BBB ();`                      **ii**

`AAA a1 = new AAA ();`                      **iii**

`IFirst f1 = a1;`

`CCC c1 = new CCC ();`                      **iv**

`IFirst f2 = c1;`

**ג.** לפניך הדרישות i-ii :

**i** הפעלת הפעולה opB על עצם מן הטיפוס BBB.

**ii** המרת עצם מן הטיפוס CCC להיות עצם מן הטיפוס AAA.

לכל אחת מן הדרישות, קבע אם אפשר לבצע אותה על ידי כתיבת הוראה בפעולה main.

אם אפשר לבצע אותה – כתוב את ההוראה המתאימה,

אם אי־אפשר לבצע אותה – נמק מדוע.

19. המחלקה Point מגדירה את טיפוס הנתונים נקודה במישור. נקודה מתוארת במערכת צירים על ידי שתי הקואורדינטות שלה  $(x, y)$ .  $x$  ו-  $y$  הם מספרים שלמים. למחלקה Point התכונות האלה:

int x \*  
int y \*

לפניך חלק מממשק המחלקה Point:

Point (int x , int y)	פעולה בונה המחזירה נקודה שהקואורדינטות שלה הן $(x, y)$
int getX ()	פעולה המחזירה את ערך $x$ של הנקודה
int getY ()	פעולה המחזירה את ערך $y$ של הנקודה

המחלקה Line מגדירה את טיפוס הנתונים קטע במישור. קטע במישור מוגדר על ידי שתי הנקודות הנמצאות בקצוות שלו. למחלקה Line התכונות האלה:

Point point1 \*  
Point point2 \*

לפניך חלק מממשק המחלקה Line:

Line (Point p1 , Point p2)	פעולה בונה המחזירה קטע הנמצא בין הנקודות $p1$ ו- $p2$
Point getPoint1 ()	פעולה המחזירה את הנקודה point1 של הקטע
Point getPoint2 ()	פעולה המחזירה את הנקודה point2 של הקטע

המחלקה Drawing – סרטוט, היא אוסף של נקודות במישור ואוסף של קטעים במישור. למחלקה Drawing התכונות האלה:

- \* מערך של נקודות.
- \* מערך של קטעים.
- \* מספר הנקודות שיש בסרטוט.
- \* מספר הקטעים שיש בסרטוט.

(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

ממש בגי'אוה את הסעיפים א-ו במחלקה Drawing. השתמש בממשקי המחלקות Point ו-Line, בלי לממש אותן. אפשר להוסיף פעולות לממשקים אלה. אם אתה מוסיף פעולות, עליך לממש אותן.

**א.** כותרת המחלקה והתכונות שלה.

**ב.** פעולה בונה, המקבלת את מספר הנקודות שיכולות להיות בסרטוט – np

ואת מספר הקטעים שיכולים להיות בסרטוט – nl.

הפעולה תבצע:

– אתחול מערך הנקודות להיות בגודל np,

– אתחול מערך הקטעים להיות בגודל nl,

– אתחול מספר הנקודות שיש בסרטוט ל-0,

– אתחול מספר הקטעים שיש בסרטוט ל-0.

**ג.** פעולה המאחזרת את הנקודה הנמצאת במקום n במערך הנקודות של הסרטוט.

הנח שיש נקודה במקום n במערך.

**ד.** פעולה המוסיפה נקודה לסרטוט.

הנח שבמערך הנקודות יש מקום לנקודה.

**ה.** פעולה המקבלת נקודה בסרטוט, ומחזירה את מספר הקטעים שהנקודה נמצאת

באחד מקצותיהם.

**ו.** פעולה המקבלת נקודה בסרטוט, ומחזירה "אמת" – אם אין שום קטע שנקודה זו

היא אחד מקצותיו, ו"שקר" – אחרת.

20. איגוד הכדורסל החליט למחשב את רישום הכדורסלנים במדינה. לצורך כך הוא הגדיר שלוש מחלקות: כדורסלן (Player), קבוצה (Team) ואיגוד הכדורסל (Union).

למחלקה Player התכונות האלה:

\* שם כדורסלן – String playerName

\* גובה במטרים של כדורסלן – double height

\* מספר נקודות שצבר בעונה זו – int points

במחלקה Player הוגדרו הפעולות המאחזרות:

getPlayerName () , getHeight () , getPoints ()

והפעולות הקובעות:

setPlayerName (String name) , setHeight (double height) , setPoints (int points)

למחלקה Team התכונות האלה:

\* שם קבוצה – String teamName

\* מספר השחקנים בקבוצה – int num

\* מערך בגודל 20 של שחקני הקבוצה – Player[] playersArray

במחלקה Team הוגדרו הפעולות המאחזרות:

getTeamName () , getNum () , getPlayersArray ()

והפעולה הקובעת:

setTeamName (String name)

א. ממש בגיאוה את המחלקה Union, המשתמשת במחלקות Player ו-Team.

באיגוד הכדורסל יש 30 קבוצות.

למחלקה Union התכונה: מערך של קבוצות כדורסל.

מימוש המחלקה יכלול את התת-סעיפים i-ii שלפניך:

i כותרת המחלקה

ii הגדרת התכונה של המחלקה

(שים לב: המשך סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

ב. ממש בג'אווה במחלקה Union את הפעולה שלפניך.

<pre>void printTeamsDetails ()</pre>	<p>הפעולה מדפיסה, בעבור כל קבוצה באיגוד הכדורסל, את שם הקבוצה ואת מספר השחקנים שבה.</p>
--------------------------------------	---

ג. איגוד הכדורסל מעוניין לקבל נתונים על מספר הנקודות שצבר כל אחד מהשחקנים בעונה שחלפה, כדי לדעת כמה קלעים חלשים, כמה קלעים ממוצעים, וכמה קלעים מצטיינים יש באיגוד.

קלע חלש הוא שחקן שצבר בעונה פחות מ-100 נקודות.

קלע ממוצע הוא שחקן שצבר בעונה בין 100 ל-200 נקודות (כולל).

קלע מצטיין הוא שחקן שצבר בעונה יותר מ-200 נקודות.

רשום את הפעולות שיש להוסיף לכל אחת משלוש המחלקות Team , Player ו- Union, כדי לקבל את המידע הנדרש. בכל אחת מהמחלקות עליך להוסיף לפחות פעולה אחת.

בעבור כל פעולה שהוספת, רשום את החתימה שלה בג'אווה, את התייעוד שלה, ובאיזו מחלקה יש לממש אותה.

הערה: אין צורך לממש את הפעולות.

שיום לב: אם אתה כותב ב-C#, ענה על שתיים מהשאלות 21-24.

21. נתונות ארבע המחלקות: Basis, SingleOne, MultiOne, Test.

עקוב בעזרת טבלת מעקב אחר הפעולה Main במחלקה Test, ורשום את הפלט.

על הטבלה לכלול את ערכי המשתנים, ובעבור כל עצם – את ערכי התכונות שלו.

```
public class Basis
{
    protected int num1;
    public Basis ()
    {
    }
    public Basis (int n)
    {
        this.num1 = n;
    }
    public virtual void Print ()
    {
        Console.WriteLine (this.num1);
    }
}
```

```
public class SingleOne : Basis
{
    protected int num2;
    public SingleOne (int n1 , int n2) : base (n1)
    {
        this.num2 = n2;
    }
    public override void Print ()
    {
        base.Print ();
        Console.WriteLine (this.num2);
    }
}
```

(שיום לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)



```

public class MultiOne : Basis
{
    private int count = 0;
    private Basis[] arr;
    public MultiOne ()
    {
        this.arr = new Basis[5] ;
    }
    public override void Print ()
    {
        for (int i = 0 ; i < count ; i++)
            arr[i].Print ();
    }

    public void Add (Basis b)
    {
        arr[count] = b;
        count++;
    }
}

public class Test
{
    public static void Main (string [] args)
    {
        MultiOne container = new MultiOne ();
        SingleOne s1 = new SingleOne (11 , 35);
        container.Add (s1);
        s1 = new SingleOne (47 , 22);
        container.Add (s1);
        s1 = new SingleOne (8 , 17);
        container.Add (s1);
        MultiOne subContainer = new MultiOne ();
        s1 = new SingleOne (53 , 40);
        subContainer.Add (s1);
        s1 = new SingleOne (21 , 13);
        subContainer.Add (s1);
        s1 = new SingleOne (39 , 62);
        subContainer.Add (s1);
        container.Add (subContainer);
        container.Print ();
    }
}

```

+

+

22. לפניך פרויקט ובו הממשקים IFirst, ISecond, IThird, והמחלקות AAA, BBB, CCC ו-Test.

```
public interface IFirst
{
    public bool OpA (Object stam);
    public void OpB (int num);
}

public interface ISecond: IFirst
{
    public int OpC ();
}

public interface IThird
{
    public int OpD ();
}

public class AAA : IFirst
{
}

public class BBB : ISecond
{
}

public class CCC : ISecond , IThird
{
}

public class Test
{
    public static void Main (string[] args)
    {
    }
}
```

(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

+

+

**א.** רשום אילו פעולות יש לממש בכל אחת מן המחלקות AAA, BBB, CCC, והסבר מדוע.

**ב.** לכל אחת מקבוצות ההוראות iv-i שלפניך, קבע אם היא חוקית או אינה חוקית, ונמק את קביעתך.

`ISecond s1 = new ISecond ();`      **i**

`BBB b1 = new BBB ();`      **ii**

`AAA a1 = new AAA ();`      **iii**

`IFirst f1 = a1;`

`CCC c1 = new CCC ();`      **iv**

`IFirst f2 = c1;`

**ג.** לפניך הדרישות i-ii :

**i** הפעלת הפעולה OpB על עצם מן הטיפוס BBB.

**ii** המרת עצם מן הטיפוס CCC להיות עצם מן הטיפוס AAA.

לכל אחת מן הדרישות, קבע אם אפשר לבצע אותה על ידי כתיבת הוראה בפעולה Main.

אם אפשר לבצע אותה – כתוב את ההוראה המתאימה,

אם אי־אפשר לבצע אותה – נמק מדוע.

23. המחלקה Point מגדירה את טיפוס הנתונים נקודה במישור. נקודה מתוארת במערכת

צירים על ידי שתי הקואורדינטות שלה  $(x, y)$ .  $x$  ו-  $y$  הם מספרים שלמים.

למחלקה Point התכונות האלה:

int x \*

int y \*

לפניך חלק מממשק המחלקה Point:

Point (int x , int y)	פעולה בונה המחזירה נקודה שהקואורדינטות שלה הן $(x, y)$
int GetX ()	פעולה המחזירה את ערך $x$ של הנקודה
int GetY ()	פעולה המחזירה את ערך $y$ של הנקודה

המחלקה Line מגדירה את טיפוס הנתונים קטע במישור. קטע במישור מוגדר על ידי

שתי הנקודות הנמצאות בקצוות שלו.

למחלקה Line התכונות האלה:

Point point1 \*

Point point2 \*

לפניך חלק מממשק המחלקה Line:

Line (Point p1 , Point p2)	פעולה בונה המחזירה קטע הנמצא בין הנקודות $p1$ ו- $p2$
Point GetPoint1 ()	פעולה המחזירה את הנקודה point1 של הקטע
Point GetPoint2 ()	פעולה המחזירה את הנקודה point2 של הקטע

המחלקה Drawing – סרטוט, היא אוסף של נקודות במישור ואוסף של קטעים במישור.

למחלקה Drawing התכונות האלה:

\* מערך של נקודות.

\* מערך של קטעים.

\* מספר הנקודות שיש בסרטוט.

\* מספר הקטעים שיש בסרטוט.

(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

ממש ב-C# את הסעיפים א-ו במחלקה Drawing. השתמש בממשקי המחלקות Point ו-Line, בלי לממש אותן. אפשר להוסיף פעולות לממשקים אלה. אם אתה מוסיף פעולות, עליך לממש אותן.

**א.** כותרת המחלקה והתכונות שלה.

**ב.** פעולה בונה, המקבלת את מספר הנקודות שיכולות להיות בסרטוט – np

ואת מספר הקטעים שיכולים להיות בסרטוט – nl.

הפעולה תבצע:

– אתחול מערך הנקודות להיות בגודל np,

– אתחול מערך הקטעים להיות בגודל nl,

– אתחול מספר הנקודות שיש בסרטוט ל-0,

– אתחול מספר הקטעים שיש בסרטוט ל-0.

**ג.** פעולה המאחזרת את הנקודה הנמצאת במקום n במערך הנקודות של הסרטוט.

הנח שיש נקודה במקום n במערך.

**ד.** פעולה המוסיפה נקודה לסרטוט.

הנח שבמערך הנקודות יש מקום לנקודה.

**ה.** פעולה המקבלת נקודה בסרטוט, ומחזירה את מספר הקטעים שהנקודה נמצאת

באחד מקצותיהם.

**ו.** פעולה המקבלת נקודה בסרטוט, ומחזירה "אמת" – אם אין שום קטע שנקודה זו

היא אחד מקצותיו, ו"שקר" – אחרת.

24. איגוד הכדורסל החליט למחשב את רישום הכדורסלנים במדינה. לצורך כך הוא הגדיר שלוש מחלקות: כדורסלן (Player), קבוצה (Team) ואיגוד הכדורסל (Union).

למחלקה Player התכונות האלה:

\* שם כדורסלן – string playerName  
 \* גובה במטרים של כדורסלן – double height  
 \* מספר נקודות שצבר בעונה זו – int points

במחלקה Player הוגדרו הפעולות המאחזרות:

GetPlayerName () , GetHeight () , GetPoints ()

והפעולות הקובעות:

SetPlayerName (string name) , SetHeight (double height) , SetPoints (int points)

למחלקה Team התכונות האלה:

\* שם קבוצה – string teamName  
 \* מספר השחקנים בקבוצה – int num  
 \* מערך בגודל 20 של שחקני הקבוצה – Player[] playersArray

במחלקה Team הוגדרו הפעולות המאחזרות:

GetTeamName () , GetNum () , GetPlayersArray ()

והפעולה הקובעת:

SetTeamName (string name)

א. ממש ב-C# את המחלקה Union, המשתמשת במחלקות Player ו-Team.

באיגוד הכדורסל יש 30 קבוצות.

למחלקה Union התכונה: מערך של קבוצות כדורסל.

מימוש המחלקה יכלול את התת-סעיפים i-ii שלפניך:

i כותרת המחלקה

ii הגדרת התכונה של המחלקה

(שים לב: המשך סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

ב. ממש ב-C# במחלקה Union את הפעולה שלפניך.

void PrintTeamsDetails ()	<p>הפעולה מדפיסה, בעבור כל קבוצה באיגוד הכדורסל, את שם הקבוצה ואת מספר השחקנים שבה.</p>
---------------------------	---

ג. איגוד הכדורסל מעוניין לקבל נתונים על מספר הנקודות שצבר כל אחד מהשחקנים בעונה שחלפה, כדי לדעת כמה קלעים חלשים, כמה קלעים ממוצעים, וכמה קלעים מצטיינים יש באיגוד.

קלע חלש הוא שחקן שצבר בעונה פחות מ-100 נקודות.

קלע ממוצע הוא שחקן שצבר בעונה בין 100 ל-200 נקודות (כולל).

קלע מצטיין הוא שחקן שצבר בעונה יותר מ-200 נקודות.

רשום את הפעולות שיש להוסיף לכל אחת משלוש המחלקות Team , Player ו- Union, כדי לקבל את המידע הנדרש. בכל אחת מהמחלקות עליך להוסיף לפחות פעולה אחת.

בעבור כל פעולה שהוספת, רשום את החתימה שלה ב-C#, את התיעוד שלה, ובאיזו מחלקה יש לממש אותה.

הערה: אין צורך לממש את הפעולות.

## ב ה צ ל ח ה !

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל  
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך התרבות והספורט