

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, ומתן יש לענות על שתיים. – (25×2) – 50 נקודות

פרק שני – בפרק זה שאלות בשישה מסלולים שונים.

ענה רק על שאלות במסלול שלמדת, לפי ההוראות בקבוצת השאלות במסלול זה. – (25×2) – 50 נקודות
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, עליך לכתוב

בשפה אחת בלבד – בשפת פסקל או בשפת C.

2. רשום על הכריכה החיצונית של המחברת את שם המסלול שלמדת (אחד מששת

הנושאים האלה: מערכות מחשב ואסמבלר, תורת המחשב, מודלים חישוביים,

אנליזה נומרית, חישוב מקבילי ומבוזר, תכנות מונחה עצמים),

וכן מהי השפה שבה אתה כותב (שפת פסקל או שפת C).

כתוב במחברת הבחינה בלבד. בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב בטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
דיוטות כלשהן על דפים מחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה: רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה.
ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

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 האלגוריתם סוד (הנעזר באלגוריתמים תעלומה והחלף).

סוד (L, x)

{האלגוריתם מקבל רשימת מספרים שלמים שונים L ומספר שלם x , ומחזיר מספר שלם}

(1) עוקב_ברשימה (עוגן_רשימה (L, L)) $P1 \leftarrow$

(2) קודם_ברשימה (סוף_רשימה (L, L)) $P2 \leftarrow$

(3) החזר תעלומה $(L, P1, P2, x)$

תעלומה $(L, P1, P2, x)$

(1) אם $P1 = P2$ אזי

(1.1) אם אחזר_מרשימה $(L, P1)$ $x =$ אזי

(1.1.1) החזר 1

(1.2) אחרת

(1.2.1) החזר 0

(2) אחרת

(2.1) אם אחזר_מרשימה $(L, P1)$ $x >$ אזי

(2.1.1) החזר תעלומה $(P2, x)$, עוקב_ברשימה $(L, P1)$ $+$

(2.2) אחרת

(2.2.1) אם אחזר_מרשימה $(L, P2)$ $x \leq$ אזי

(2.2.1.1) החזר תעלומה $(x, P2)$, קודם_ברשימה $(L, P1)$

(2.2.2) אחרת

(2.2.2.1) החלף $(L, P1, P2)$

(2.2.2.2) החזר תעלומה $(L, P1, P2, x)$

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

החלף (L, P1, P2)

(1) אחזר_מרשימה (L, P1) ← TEMP

(2) עדכן_רשימה (אחזר_מרשימה (L, P1, (L, P2)

(3) עדכן_רשימה (L, P2, TEMP)

א. מה יחזיר האלגוריתם סוד (L, 9), אם יקבל את הרשימות i-ii שלפניך? פרט את המעקב אחר ביצוע האלגוריתם עבור כל אחת מהרשימות.

i. 8, 25, 9, 3, 41, 10

ii. 7, 2, 9, 5, 24, 7, 18, 3, 14, 4

ב. הסבר באופן כללי מה מבצע האלגוריתם סוד (L, x)

ג. מהי סיבוכיות זמן הריצה של האלגוריתם סוד (L, x) ? נמק.

2. בבית-מרקחת תרופות שונות. יש תרופות המתאימות לכמה מחלות. על כל אריזה של תרופה מצוין תאריך תפוגה. התרופה שתאריך התפוגה שלה הוא המוקדם ביותר נמכרת תחילה.

בית-המרקחת מעוניין לבצע את ארבע הדרישות (i)-(iv) שלפניך:

(i) עדכון המלאי בעת מכירה של תרופה (במכירה יכולה להימכר יותר מאריזה אחת) או

הוצאה מהמלאי של תרופות שפג תוקפן.

(ii) הדפסת רשימת תרופות שפג תוקפן.

(iii) הדפסת רשימת תרופות שחסרות במלאי.

(iv) הדפסת שם התרופה המתאימה למספר הגדול ביותר של מחלות. (אם יש יותר

מתרופה אחת כזו יש להדפיס את שמות כולן).

ברצוננו להגדיר טיפוס נתונים "ניהול מלאי תרופות בבית-מרקחת".

א. יצג את המידע הנדרש לניהול מלאי התרופות בבית-המרקחת.

ב. כתוב ממשק עברי לטיפוס הנתונים "ניהול מלאי תרופות בבית-מרקחת". הגדר את

הפעולות ואת הפרמטרים הנדרשים לביצוע ארבע הדרישות (i)-(iv).

ג. מהי סיבוכיות זמן הריצה של כל אחת מהפעולות שהגדרת בסעיף ב? נמק.

3. במרשם התושבים של העיר "שמחה" שומרים את מספר המשפחות שיש להן 1, 2, 3, ... k ילדים, ואת מספר המשפחות שבהן יש רצפים מסוימים של סדר הלידה של בנים ובנות. לרצף כלשהו של סדר לידת ילדים שאינו קיים בעיר "שמחה" אין ייצוג במרשם התושבים.

לדוגמה: יש 80 משפחות שיש להן 3 ילדים, ומביניהן:

22 משפחות, שסדר לידת הילדים בהן הוא: בן, בן, בת

13 משפחות, שסדר לידת הילדים בהן הוא: בן, בת, בן

10 משפחות, שסדר לידת הילדים בהן הוא: בת, בת, בת

35 משפחות, שסדר לידת הילדים בהן הוא: בן, בת, בת

לאחר לידת כל ילד מעדכנים את מרשם התושבים בעיר.

א. הצע ייצוג מתאים M למרשם התושבים בעיר "שמחה".

לפניך שתי פעולות:

הפעולה מקבלת את מרשם התושבים M ואת מין היילוד G כאשר היילוד הוא ילד ראשון, ומעדכנת את M.	הוסף_בכור (G, M)
--	-------------------------

הפעולה מקבלת את מרשם התושבים M, את מין היילוד G ואת רצף הילדים שנוולדו לפניו S, ומעדכנת את M.	עדכן_מרשם (S, G, M)
---	----------------------------

ב. (1) הגדר ותאר פעולות ממשק למימוש הפעולה **עדכן_מרשם** (S, G, M).

הפעולות יהיו מוגדרות על מבנה הנתונים שהצעת בסעיף א.

(2) ממש בסביבת העבודה את הפעולה **עדכן_מרשם** (S, G, M),

תוך שימוש בפעולות הממשק שהגדרת בסעיף ב (1). אין צורך לממש את

הפעולות שהגדרת בסעיף ב (1).

ג. מהי סיבוכיות זמן הריצה של הפעולה **עדכן_מרשם** (S, G, M) ? נמק.

4. בבית-חרושת לתכשיטים מייצרים מחרוזות מרצפים של חרוזים. קיימים n צבעים שונים של חרוזים, וקיימים n רצפים. בכל רצף יכול להיות מספר שונה של חרוזים, וייתכן שצבע של חרוז יופיע יותר מפעם אחת. כל רצף מתחיל בחרוז באחד מ- n הצבעים, ואין שני רצפים המתחילים בחרוז באותו צבע. כל רצף מסתיים באחד מ- n הצבעים ואין שני רצפים המסתיימים באותו צבע. הצבע המסיים כל רצף שונה מצבע החרוז המתחיל אותו. מעוניינים ליצור מחרוזת מהרצפים הנתונים, כך שיתקיים התנאי שהצבע של החרוז האחרון בכל רצף יהיה זהה לצבע של החרוז הראשון ברצף הבא, ולחשב את מספר החרוזים במחרוזת. ייתכן מצב שבו אין משתמשים בכל n הרצפים הקיימים.

לדוגמה:

נתונים שלושת הצבעים: אדום, ירוק וכחול
 ונתונים שלושת הרצפים, (i)-(iii):
 (i) כחול ירוק ירוק אדום
 (ii) ירוק כחול
 (iii) אדום ירוק אדום כחול ירוק

רוצים ליצור מחרוזת המתחילה בחרוז בצבע ירוק ומסתיימת בחרוז בצבע אדום. המחרוזת המתקבלת היא: ירוק כחול, כחול ירוק ירוק אדום, ויש בה 6 חרוזים.

לפניך הפעולה:

<p>הפעולה מחזירה את מספר החרוזים במחרוזת שנוצרת מרצפים מתוך <i>אדום-ירוק-אדום</i>. המחרוזת מתחילה בצבע <i>אדום-ירוק</i> ומסתיימת בצבע <i>אדום</i>. הנתן מאוסף הרצפים הנתונים ניתן ליצור מחרוזת כנדרש.</p>	<p>מצא אורך מחרוזת <i>(אדום-ירוק, אדום-אדום, אדום-ירוק-אדום)</i></p>
---	--

- א. (1) הצע ייצוג מתאים לרצף אחד של חרוזים.
 - (2) הצע ייצוג מתאים לאוסף הרצפים.
 - ב. ממש את הפעולה **מצא אורך מחרוזת** *(אדום-ירוק, אדום-אדום, אדום-ירוק-אדום)*.
 - ג. מהי סיבוכיות זמן הריצה של הפעולה
- מצא אורך מחרוזת** *(אדום-ירוק, אדום-אדום, אדום-ירוק-אדום)*! נמק.

פרק שני (50 נקודות)

בפרק זה שאלות בשישה מסלולים שונים. 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 מפת הזיכרון עבור מעבד שלמדת.

A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

נניח כי לרכיבי הזיכרון ולמעבד 16 קווי נתונים (גודל המילה 16 ביטים).

א. מה הן כתובות הזיכרון שעבורן הרכיבים ממופים, ומהו מרחב הכתובות של

כל רכיב?

ב. סרטט את סכמת החיבורים למעבד לצורך חיבור רכיבי הזיכרון לכתובות המתקבלות

ממפת הזיכרון. הנח שרכיב הזיכרון הוא מסוג RAM.

ג. החל מהכתובת 2000H, תָּפֵר למעבד רכיב נוסף בגודל זהה לגודל של כל אחד משני

רכיבי הזיכרון הקודמים; הוסף את הרכיב במפת הזיכרון ובסרטוט, ורשום את מרחב הכתובות של הרכיב.

ד. בגלל תקלה, רגל היציאה A10 מוציאה 1 לוגי קבוע בכל מצב.

מהי השפעת התקלה על המערכת?

6. לפניך תכנית בשפת אסמבלר.

```

                LEA    BX, RES
                MOV    SI, 0
                MOV    CX, 3
START:         MOV    AX, LEST[SI]
                SAR    AX, 1
                JC     PAR
                MOV    [BX+SI], 1
                JMP    NXT
PAR:           MOV    [BX+SI], 0
NXT:           ADD    SI, 1H
                LOOP  START
SOF:           NOP
    
```

```

RES:           DW 100 DUP(0)           ; הגדרת נתונים:
LEST:          DW 1,3,4
    
```

- א. עקוב אחר ביצוע התכנית בעזרת טבלת מעקב, ורשום מה יתקבל בסיום התכנית בכתובת RES עבור הנתונים הנמצאים בכתובת LEST.
- ב. מה מבצעת התכנית?

7. לפניך תכנית בשפת אסמבלר, שהושמטו ממנה אופרנדים ופקודות. מטרת התכנית לבדוק אם רשימת מספרים נתונה מקיימת את התנאי: ההפרש בין איבר כלשהו לבין האיבר שלפניו הוא 2. עליך להשלים את החלקים החסרים, כדי שהתכנית תבצע את המטלה הנדרשת. העתק למחברתך את חמש השורות שהושמטו בהן אופרנד או פקודה, ו**בכל אחת** מהן השלם את החלק החסר.

	LEA	BX, LEST
	MOV	SI, 0
	MOV	DI, 0
	MOV	CX, 5
START:	MOV	DL, [BX + SI]
	_____	DL, 2
	INC	SI
	MOV	DH, _____
	CMP	_____
	JNZ	NOT_2
	LOOP	_____

NOT_2:	MOV	RES[0], SI
SOF:	NOP	
RES:	DW 10	הגדרת נתונים:
LEST:	DW 1, 3, 5, 7, 9	

8. בזיכרון נתונים 20 מספרים שלמים חיוביים החל מהכתובת 1000H. יש לחלק ב-2 כל אחד מהמספרים הזוגיים. כל מספר אי-זוגי יש לשנות למספר הזוגי העוקב. כתוב תכנית בשפת אסמבלר, שתבצע את החלוקה והשינוי הנדרשים, ותאחסן בכתובת 2000H את מספר החלוקות שבוצעו.
- /המשך בעמוד 8/

תורת המחשב

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

9. ברצוננו למצוא פתרון חיובי למשוואה $\cos x = \frac{x}{2}$.

- א. הראה בדרך גרפית (או בכל דרך אחרת) כי למשוואה יש פתרון חיובי.
- ב. מצא קטע שבו ממוקם הפתרון.
- ג. כתוב אלגוריתם חציה לחישוב הפתרון החיובי של המשוואה הנתונה, בדיוק של 5 ספרות משמעותיות.

10. נתון גרף $G(V, E)$ לא מכוון; V היא קבוצת הצמתים, ו- E היא קבוצת הקשתות.

G ייקרא "גרף דו-צדדי שלם", אם מתקיימים שלושת התנאים (i)-(iii):

(i) ניתן לחלק את קבוצת הצמתים V לשתי קבוצות זרות V_1, V_2 כך ש:

$$V_1 \cup V_2 = V \quad \text{ו} \quad V_1 \cap V_2 = \emptyset$$

(ii) אין קשתות בין צומת אחד לצומת אחר ב- V_1 , ואין קשתות בין צומת אחד לצומת אחר ב- V_2 .

(iii) מכל צומת ב- V_1 יש קשתות לכל אחד מהצמתים ב- V_2 , ומכל צומת ב- V_2 יש קשתות לכל אחד מהצמתים ב- V_1 .

א. סרטט "גרף דו-צדדי שלם" לשתי קבוצות הצמתים:

$$V_1 = \{A, B, C\} \quad V_2 = \{D, E, F\}$$

ב. נתון "גרף דו-צדדי שלם" G כך שב- V_1 יש n צמתים וב- V_2 יש k צמתים.

(1) מהו מספר הקשתות ב- G ? נמק.

(2) נסח תנאי בנוגע ל- n ו- k , כך שיתקיים מסלול אוילר ב- G . נמק.

11. בנה אוטומט סופי דטרמיניסטי עבור השפה L מעל הא"ב $\{a, b\}$
 $L = \{a^i b^j a^k \mid i, j, k > 0, i \text{ זוגי}, (j+k) \text{ אי-זוגי}\}$

12. נתונים שני דקדוקים G ו- H :

$$G: \quad S \rightarrow AaA$$

$$A \rightarrow AB \mid \varepsilon$$

$$B \rightarrow bb$$

$$H: \quad S \rightarrow AaA$$

$$A \rightarrow AB \mid b$$

$$B \rightarrow b$$

- א. תן דוגמאות לשתני מילים השייכות לשפה הנוצרת על-ידי הדקדוק G , ושתני מילים השייכות לשפה הנוצרת על-ידי הדקדוק H (סה"כ – ארבע מילים).
 ב. האם השפה הנוצרת על-ידי הדקדוק G זהה לשפה הנוצרת על-ידי הדקדוק H ?
 נמק.

- ג. נוסף לדקדוק G את הכלל $B \rightarrow b$ ונקבל את הדקדוק G' .
 נוסף לדקדוק H את הכלל $B \rightarrow \varepsilon$ ונקבל את הדקדוק H' .

- האם השפה הנוצרת על-ידי הדקדוק G' זהה לשפה הנוצרת על-ידי הדקדוק H' ?
 נמק.

מודלים חישוביים

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

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

$$L = \{a^{n+k}b^nc^\ell \mid n, k, \ell > 0\}$$

הוכח שהשפה L חופשית-הקשר.

14. התבונן בשפות (1)-(5) שלפניך:

$$L_1 = \{W \cdot c \cdot X \cdot c \cdot R(W) \mid \{a\} \text{ הן מילים מעל הא"ב } \} \quad (1)$$

$$L_2 = \{W \cdot c \cdot X \cdot c \cdot R(W) \mid \{a, b\} \text{ הן מילים מעל הא"ב } \} \quad (2)$$

$$L_3 = \{W \cdot R(W) \cdot c \cdot X \cdot R(X) \mid \{a\} \text{ הן מילים מעל הא"ב } \} \quad (3)$$

$$L_4 = \{W \cdot R(W) \cdot c \cdot X \cdot R(X) \mid \{a, b\} \text{ הן מילים מעל הא"ב } \} \quad (4)$$

$$L_5 = \{W \cdot c \cdot R(W) \cdot c \cdot W \mid \{a, b\} \text{ היא מילה מעל הא"ב } \} \quad (5)$$

א. קבע לכל אחת מהשפות האלה אם היא:

— רגולרית

— חופשית-הקשר ולא-רגולרית

— אינה חופשית-הקשר

העתק למחברתך את המספרים (1)-(5) המציינים את השפות, וליד כל מספר כתוב

"רגולרית" או "חופשית-הקשר ולא-רגולרית" או "אינה חופשית-הקשר".

ב. מבין השפות האלה בחר בשפה אחת שהיא חופשית-הקשר ולא-רגולרית, והוכח

שהשפה שבחרת היא חופשית-הקשר.

אם יש יותר משפה אחת כזו, בחר באחת מהן כרצונך.

15. א. קבע לכל אחת מהשפות מעל הא"ב $\{a, b\}$ שלפניך אם היא רגולרית או לא-רגולרית.

העתק למחברתך את המספרים (1)-(4)-המציינים את השפות, וליד כל מספר כתוב "רגולרית" או "לא-רגולרית".

$$L_1 = \{a^n b^m \mid n, m \geq 0\} \quad (1)$$

k היא השארית המתקבלת מחלוקת n ב-3,
 ℓ היא השארית המתקבלת מחלוקת m ב-3,
 $k > \ell$

$$L_2 = \{a^n b^m a^n \mid n, m \geq 0\} \quad (2)$$

k היא השארית המתקבלת מחלוקת n ב-3,
 ℓ היא השארית המתקבלת מחלוקת m ב-3,
 $k = \ell$

$$L_3 = \{a^n b^m \mid n \leq m, n, m \geq 0\} \quad (3)$$

k היא השארית המתקבלת מחלוקת n ב-3,
 ℓ היא השארית המתקבלת מחלוקת m ב-3,
 $k = \ell$

$$L_4 = \{a^n b^m a^n \mid n, m \geq 0, m \text{ זוגי, } n \text{ אי-זוגי}\} \quad (4)$$

ב. מבין השפות שבסעיף א בחר בשפה שאינה רגולרית והוכח שאינה רגולרית. אם יש יותר משפה אחת כזו, בחר באחת מהן כרצונך.

16. נתונה השפה L מעל הא"ב $\{a, b\}$:

$$L = \{a^i b^j a^k \mid i, j > 0, i \text{ זוגי}, (j+k)\}$$

הוכח שהשפה L רגולרית.

הסתמך על כך שהשפות $L_1 - L_6$ רגולריות:

$$L_1 = \{a^i \mid i > 0\}$$

$$L_2 = \{b^i \mid i > 0\}$$

$$L_3 = \{w \mid w \text{ מכילה מספר זוגי של אותיות } a \text{ ומספר זוגי של אותיות } b\}$$

$$L_4 = \{w \mid w \text{ מכילה מספר אי-זוגי של אותיות } a \text{ ומספר אי-זוגי של אותיות } b\}$$

$$L_5 = \{w \mid w \text{ מכילה מספר זוגי של אותיות } a \text{ ומספר אי-זוגי של אותיות } b\}$$

$$L_6 = \{w \mid w \text{ מכילה מספר אי-זוגי של אותיות } a \text{ ומספר זוגי של אותיות } b\}$$

אין חובה להשתמש בכל השפות האלה.

אין להשתמש בשפות שאינן מוזכרות.

אנליזה נומרית

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

17. כתוב אלגוריתם המקבל כקלט שתי פונקציות $y = 3^x$, $y = 3 - x$, ורמת דיוק נדרשת, האלגוריתם יחשב וידפיס את מספר האיטרציות הנדרשות למציאת קירוב לנקודת החיתוך של שתי הפונקציות, ברמת הדיוק שנקלטה.

18. ברצוננו למצוא פתרון חיובי למשוואה $\cos x = \frac{x}{2}$.

א. הראה בדרך גרפית (או בכל דרך אחרת) כי למשוואה יש פתרון חיובי.

ב. מצא קטע שבו ממוקם הפתרון.

ג. כתוב אלגוריתם חציה לחישוב הפתרון החיובי של המשוואה הנתונה, בדיוק

של 5 ספרות משמעותיות.

19. נתונה נוסחת האיטרציה $x_{n+1} = \frac{1}{2}(x_n + \frac{S}{x_n})$ המהווה איטרציה מסדר שני,

וקיים $|x_n - \sqrt{S}| \leq 2\left(\frac{x}{2}\right)^{2^n}$.

ידוע שלאתחול $x_0 = 1.5$ שעבורו $x = \frac{1}{2}$ מובטחות 9 ספרות מדויקות אחרי הנקודה

העשרונית כבר עבור $n = 4$.

א. מצא אתחול משופר שיבטיח לפחות 9 ספרות מדויקות אחרי הנקודה העשרונית כבר

עבור $n = 3$.

ב. מצא את x_0 המשופר.

ג. הראה איזה x מתקבל עבור x_0 שמצאת בסעיף ב.

ד. חשב באמצעות אי-שוויון את מספר הספרות המדויקות אחרי הנקודה העשרונית

עבור $n = 3$.

20. כתוב אלגוריתם שיחשב את $\sqrt[3]{x}$ עבור $1 \leq x \leq 8$ לכל דיוק רצוי, על-ידי חלוקת הקטע

הרלוונטי לשלושה חלקים שווים בכל איטרציה. כמו כן ידפיס האלגוריתם את המספר

הממוצע של חישובי הפונקציה בכל איטרציה.

חישוב מקבילי ומבוזר

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

21. בשפת התוכנה המקבילית Pascal** קיימת פעולה אטומית Wait_Until . תחביר הפעולה הוא `Wait_Until < condition >` . משמעות הפעולה היא:

אם ערך `condition` הוא True אזי

סטטוס התהליך שממנו התבצעה נשאר active

אחרת

נחסם התהליך עד שהערך `condition` הופך ל- True , ואז חוזר הסטטוס של התהליך להיות active .

שלוש התכניות 1-3 שלפניך משתמשות בשני משתנים גלובליים: B מטיפוס בוליאני ו- X מטיפוס שלם. הערך ההתחלתי של X בכל אחת מהתכניות הוא 0 . התהליך הראשי בכל אחת מהתכניות הוא מהצורה הזו:

```
begin {main}
  X:= 0 ;
  B:= ...{אתחול שונה בכל תכנית!!!}
  parbegin
    P1 ; P2 ;
  parend;
  writeln(X) ;
end.
```

תכנית מספר 1

B מאותחל ל- True

<pre>process P1 ; begin Wait_Until B ; B:= false ; if X = 0 then X:= X+1 ; end ;</pre>	<pre>process P2 ; begin Wait_Until B ; B:= false ; if X = 0 then X:= X+1 ; end ;</pre>
--	--

תכנית מספר 2

B מאותחל ל- False

<pre> process P1; begin if X = 0 then X: = X+1; B: = true ; end ; </pre>	<pre> process P2; begin Wait_Until B ; if X = 0 then X:= X+1; end ; </pre>
--	--

תכנית מספר 3

B מאותחל ל- True

<pre> process P1 ; begin X:= X+3 ; if not B then begin Wait_Until B ; X:= X- 4 ; B:= true ; end ; end ; </pre>	<pre> process P2 ; begin Wait_Until B ; B:= false ; X:= X+2 ; B:= true ; end ; </pre>
--	---

העתק למחברתך את מספר התכנית העונה לקריטריון המוצג בכל אחד מהסעיפים א-ג שלפניך. אם אין תכנית שעונה לקריטריון, רשום 'אין'; אם יש יותר מתכנית אחת, רשום את המספרים של כולן. נמק את קביעתך בכל סעיף.

- א. הפלט האפשרי היחיד הוא 1.
- ב. אחד מהפלטים הוא 1, אך ייתכנו גם פלטים נוספים אפשריים.
- ג. לפחות אחד מתסריטי הביצוע מוביל לקיפאון.

22. הזזה מעגלית ימינה של איברי מערך מתבצעת על-ידי העברת איבר ממקום i במערך למקום $i+1$. האיבר האחרון מועבר למקום הראשון. דוגמה למערך בן 3 איברים:

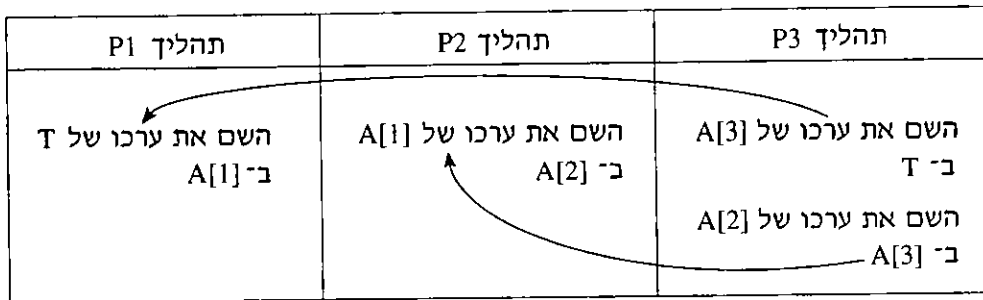
5	2	8
---	---	---

אחרי הזזה מעגלית ימינה מתקבל המערך:

8	5	2
---	---	---

תכנית המכילה 3 תהליכים $P1$, $P2$ ו- $P3$ מבצעת את ההזזה המעגלית ימינה. כל תהליך P_i אחראי לכך שהאיבר $A[i]$ יקבל את הערך המתאים אחרי ההזזה המעגלית ימינה.

מתכנת התבקש להוסיף מנגנון תיאום לתהליכים כדי שהתכנית תשיג את מטרתה. לפניך התהליכים הכוללים את החצים המסמנים את דרישות התיאום שהגדיר המתכנת. משמעות החצים היא שהוראת ההשמה ב- $P1$ תתבצע רק לאחר שביצוע ההוראה הראשונה של $P3$ הסתיים, והוראת ההשמה ב- $P2$ תתבצע רק לאחר שביצוע ההוראה השנייה של $P3$ הסתיים.



דרישות התיאום שכתב המתכנת אינן נכונות.

- תאר תסריט המוכיח שדרישות התיאום אינן נכונות.
- העתק למחברתך את שלושת התהליכים $P1$, $P2$ ו- $P3$ ונסח מחדש, על-ידי חצים ובאופן מילולי, את דרישות התיאום הנכונות.
- הוסף לתכנית מנגנון תיאום המקיים את דרישות התיאום.
- הסבר מדוע המנגנון שהוספת נכון.

23. 6 אוטובוסים מובילים תלמידים מרחבי גוש דן להיכל התרבות למופע. האוטובוסים ממוספרים מ-1 עד 6. התקשורת בין הנהגים נעשית באמצעות מתקן מיוחד, המותקן בכל אוטובוס. במתקן יש חמישה לחצנים עבור כל אחד מחמשת הנהגים האחרים, צג ומקלדת. אם נהג א רוצה לשלוח הודעה לנהג ב, הוא לוחץ על הלחצן המתאים ומקליד את ההודעה. ההודעה מופיעה לאחר זמן קצר אך שרירותי ולא קבוע על צג המתקן של נהג ב. נהג ב רואה את מספר האוטובוס שממנו הגיעה ההודעה ואת ההודעה על הצג. שאר הנהגים אינם יכולים לראות את ההודעה. אם שני נהגים ישלחו בו-זמנית הודעה לנהג שלישי, יופיעו שתי ההודעות אצלו בזו אחר זו בסדר שרירותי. יש חשיבות לסדר כניסת האוטובוסים לחניון היכל התרבות, ולכן נכתב לנהגים אלגוריתם לסדר הכניסה. האלגוריתם המוצג לפניך הוא עבור כל אחד מששת הנהגים. כל נהג, לפני יציאתו לדרך, מגריל ב"מס_הגרלה" מספר מ-1 עד 100. הנהגים אינם יודעים את ערך "מס_הגרלה" שהגרילו חבריהם. הנח כי אין מספרי הגרלה זהים. הקבוע "מס_אוטובוס" מכיל את מספר האוטובוס שבו נהג הנהג (מ-1 עד 6). פעולת 'שלח' באלגוריתם מציינת שהנהג הקליד את ההודעה ועל-ידי לחיצה על הלחצן המתאים שלח אותה לנהג מסוים. פעולת 'קבלי' באלגוריתם מציינת שהנהג ממתין עד שתופיע הודעה מתאימה על צג המתקן שלו.

תהליך ראשי	תהליך טיפול בבקשות נכנסות
הגרל מספר מ-1 עד 100 ← מס_הגרלה	בצע תמיד:
סע לאחת הכניסות של החניון	קבל ("מבקש להיכנס", מס_אוטובוס_מבקש, מס_מוגרל)
לכל אחד משאר האוטובוסים	אם (כבר נכנסת לחניון) או (מס_הגרלה < מס_מוגרל)
שלח ("מבקש להיכנס", מס_אוטובוס, מס_הגרלה)	אזי
מכל אחד משאר האוטובוסים	שלח ("אישור") { לאוטובוס שממנו קיבלת את ההודעה }
קבל ("אישור")	אחרת
היכנס לחניון	היכנס לרשימת מעוכבים (מס_אוטובוס_מבקש)
לכל אוטובוס שברשימת המעוכבים	
שלח ("אישור")	

- א. תאר תסריט המוכיח שייתכן מצב שבו 5 נהגים יחכו ליד הכניסה לנהג השישי.
- ב. הסבר בקצרה ובצורה מדויקת, מדוע ייכנסו הנהגים לפי סדר המספרים שהגרילו, גם אם סדר ההגעה שלהם לחניון שונה.

24. הקלט של התכנית שלפניך הוא מספר חיובי שלם N . מטרת התכנית היא לחשב את האיבר ה- N בסדרת פיבונצ'י, המוגדרת באופן הזה:

האיבר הראשון הוא 0. האיבר השני הוא 1.

כל איבר אחר הוא סכום של שני האיברים הקודמים לו בסדרה. למשל, האיבר השלישי הוא 1 משום שהוא סכום של האיבר הראשון והשני; האיבר הרביעי הוא 2 משום שהוא סכום של האיבר השלישי והשני וכד'.

```

program fib ;
process Pelet ;
  var Res: integer ;
  begin
    postnote ('Q', N) ;
    removenote ('A', N, Res) ;
    writeln (Res) ;
  end ;
process Worker1 ;
  var Res1, Res2, K: integer ;
  begin
    while true do
      begin
        removenote ('Q', K) ;
        if K = 1 then
          postnote ('A', 1, 0)
        else
          if K=2 then
            postnote ('A', 2, 1)
          else
            begin
              postnote ('Q', K-1) ;
              postnote ('Q', K-2) ;
              removenote('A', K-1, Res1) ;
              removenote('A', K-2, Res2) ;
              postnote ('A', K, Res1+Res2) ;
            end ;
          end ; {while}
        end ; {process}

      process Worker2 ;
      {זהה ל- Worker1}
      ...
      process Worker3 ;
      {זהה ל- Worker1}
      ...
    
```

- א. האם עבור הקלט 4 תשיג התכנית את מטרתה? נמק.
- ב. תאר תסריט עבור הקלט 8, שבו לא תשיג התכנית את מטרתה עקב קיפאון.
- ג. האם קיים תסריט עבור הקלט 8, שבו משיגה התכנית את מטרתה? נמק בקצרה.

תכנות מונחה עצמים

אם למדת מסלול זה, ענה על שתיים מהשאלות 25-28 (לכל שאלה – 25 נקודות).

25. נתונה המחלקה A ותכנית ראשית.

א. בהגדרת המחלקה נפלו טעויות. ציין באילו שורות הטעויות, והצע דרך לתקן כל אחת מהן.

ב. ציין והסבר עבור כל שורה בתכנית הראשית (שורות 13-21) אם השורה תקינה או שגויה. אם שורה שגויה, הצע דרך לתיקון הטעות והסבר אותה. (אם יש כמה דרכים לתיקון הטעות, הצע דרך אחת בלבד).

ג. אם במחלקה A הוגדר "operator=", האם בשורה 16 בתכנית הראשית יופעל האופרטור הזה? הסבר את תשובתך.

```
1. #include<iostream.h>
2. class A
3. {
4.     public:
5.         A(int x) {a = x;}
6.         A(const A a1) {a = a1.a;}
7.         ~A ();

8.     private:
9.         int a ;
10. };

11. void main ()
12. {
13.     A a1 ;
14.     A a2 (5) ;
15.     A a3 (a2) ;
16.     A a4 = a3 ;
17.     A *a5 ;

18.     a2.a = 10 ;

19.     a5 = new A(1);
20.     cout << a5.a ;
21.     delete a5 ;
22. }
```

26. נתונות המחלקות A, B, ו-C. נתונה התכנית main. מה יהיה פלט התכנית:

```
#include<iostream.h>
#include<conio.h>

class A
{
    public:
        A () {cout << "Constructor of A " << ++counter << endl ; }
        ~A () {cout << "~Destructor of A " << counter-- << endl ; }
    private:
        static int counter ;
};

class B
{
    public:
        B (.) {cout << "Constructor of B " << ++counter << endl ; }
        ~B () {cout << "~Destructor of B " << counter-- << endl ; }
    private:
        static int counter ;
        A a ;
};

class C: public B
{
    public:
        C () {cout << "Constructor of C " << ++counter << endl ; }
        ~C () {cout << "~Destructor of C " << counter -- << endl ; }
    private:
        static int counter;
};

int A::counter = 0 ;
int B::counter ;
int C::counter ;

void main ()
{
    clrscr () ;

    cout<< " _____ Start of program _____ \n" ;
    A a ;
    B b ;
    C c ;
    cout<< " _____ End of program _____ \n" ;
}
```

27. נתונה המחלקה class Set המייצגת קבוצה סופית של אותיות גדולות מתוך ה־ ABC (A..Z). ללא חזרות.

```
#include<iostream.h>

#define CAPITAL 'Z' - 'A' + 1

class Set
{
public:
    Set () // אתחול קבוצה ריקה
    {
        for (i = 0 ; i < CAPITAL ; i++)
            Letters [i] = 0 ;
    }

    ~Set () {}

    void insert (char c) {Letters [c - 'A'] = 1 ; } // מכניס אות לקבוצה

    int isInSet (char c) {return Letters [c - 'A'] ; } // האם אות נמצאת בקבוצה

    int isInSet (int index) {return Letters [index] ; } // האם יש אות במקום index

    char GetLetter (int index) // אחזור האות הנמצאת במקום index
    {
        if (isInSet (index))
            return char('A' + index) ;
    }

private:
    int Letters [CAPITAL] ;
    int i ;
};
```

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

א. הגדר וממש `operator <<` לפעולת פלט לקבוצה כלשהי מהטיפוס `class Set`. יש להשתמש בפונקציות חברות כפי שהוגדרו במחלקה `class Set` לעיל.
(`cout << s1 << s2 << s3`)

ב. הגדר וממש `operator +` לאיחוד שתי קבוצות כלשהן מהטיפוס `class Set`. בקבוצה המאוחדת כל איבר מופיע פעם אחת בלבד. יש להשתמש בפונקציות חברות כפי שהוגדרו במחלקה `class Set` לעיל.
לדוגמה:

`s1 = ABCD` אם נתונות הקבוצות:

`s2 = CDEF`

`s1 + s2 = ABCDEF` אזי:

ג. הגדר וממש `operator =` להשמת קבוצה כלשהי מהטיפוס `class Set`.
(`s3 = s1 + s2`)

28. נתונה המחלקה class Point בעלת שני מאפיינים int x ו־ int y, המגדירה נקודה במישור שהקואורדינטות שלה הן x, y.

```
class Point
{
public:
    Point ( )           {x = 0 ; y = 0 ;}
    Point (int xx, int yy) {x = xx ; y = yy ;}
    ~Point ( ) {}

private:
    int x ;
    int y ;
};
```

א. נתונה הגדרת מחלקה class Circle בעלת שני מאפיינים Point p ו־ int radius, המגדירה עיגול שמרכזו p והרדיוס שלו radius.

למחלקה class Circle שתי פונקציות חברות 1 ו־ 2:

1. area — לחישוב שטח העיגול.

2. perimeter — לחישוב היקף המעגל.

השלם את השורות החסרות במחלקה (1, 2, 3, 4). העתק למחברתך את השורות האלה לאחר שהשלמת את החסר בהן.

```
class Circle
{
public:
    Circle (int xx, int yy, int r) (1) _____
    ~Circle ( ) {}
    float area ( ) {(2) _____}
    float perimeter ( ) {(3) _____}

private:
    int radius ;
    (4) _____
};
```

- ב. (1) הגדר מחלקה class Cylinder הנורשת מ־ class Circle (אשר הוגדרה בסעיף א לעיל) בעלת מאפיין int height, המגדירה גליל בעל גובה height.
- (2) הגדר וממש פונקציה חברה area לחישוב שטח הפנים של הגליל, תוך שימוש בפונקציות החברות של class Circle.
- (3) הגדר וממש פונקציה חברה volume לחישוב נפח הגליל, תוך שימוש בפונקציות החברות של class Circle.
- ג. כתוב תכנית ראשית שתגדיר גליל בעל רדיוס 1 וגובה 10, הממוקם בקואורדינטות 100, 100 במישור.

על התכנית לחשב ולהדפיס את שטח הפנים של הגליל ואת נפחו.

נוסחאות:

$\pi * r^2$	חישוב שטח עיגול
$2 * \pi * r$	חישוב היקף מעגל
$(2 * \pi * r^2) + (2 * \pi * r * h)$	חישוב שטח פנים של גליל
$\pi * r^2 * h$	חישוב נפח של גליל

מקרא

π – ניתן להגדיר בתכנית #define PI 3.14159

r – רדיוס העיגול

h – גובה הגליל

בהצלחה!

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