מדינת ישראל
משרד החינוך

סוג הבחינה: א. בגרות לבתי ספר על־יסודיים
ב. בגרות לנבחנים חיצוניים
מועד הבחינה: קיץ תשס"ח, 2008
מספר השאלון: 899205, 603

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, ומהן יש לענות על שתיים. — 50 נקודות (2×25)

פרק שני — בפרק זה שאלות בארבעה מסלולים שונים — 50 נקודות (2×25)
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 בפרק הראשון כתוב בשפה אחת בלבד — פסקל, C , C# או Java .

2) רשום על הכריכה החיצונית של המחברת באיזו שפה אתה כותב — פסקל, C , C# או Java .

3) רשום על הכריכה החיצונית של המחברת את שם המסלול שלמדת, אחד מארבעת המסלולים: מערכות מחשב ואסמבלר, תורת המחשב, מודלים חישוביים, תכנות מונחה עצמים.

הערה: בתכניות שאתה כותב לא יורדו לך נקודות, אם תכתוב אות גדולה במקום אות קטנה או להפך.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטיוטה)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.

בהצלחה!

/המשך מעבר לדף/

השאלות

בשאלון זה שני פרקים: פרק ראשון ופרק שני.
עליך לענות על שאלות מ<u>שני</u> הפרקים, לפי ההוראות בכל פרק.

פרק ראשון (50 נקודות)

ענה על <u>שתיים</u> מהשאלות 1-4 (לכל שאלה — 25 נקודות).

1. נתונות כותרות האלגוריתמים גדול-בין-שניים ו־ ערך-מוחלט-של-ההפרש, ונתונים האלגוריתמים סוד1, סוד2, סוד3, סוד4.

```
גדול-בין-שניים (x , y)
{ הפעולה מקבלת שני מספרים שלמים וגדולים מ־0, x ו־ y. הפעולה מחזירה את }
{ המספר הגדול ביניהם. אם המספרים שווים, הפעולה מחזירה אחד מהם. }

ערך-מוחלט-של-ההפרש (x , y)
{ הפעולה מקבלת שני מספרים שלמים וגדולים מ־0, x ו־ y. הפעולה מחזירה את }
{ הערך המוחלט של ההפרש ביניהם. }

סוד1 (a , n , p1, p)
{ הפעולה מקבלת מערך a, המכיל מספרים שלמים וגדולים מ־ 0, }
{ ושלושה מספרים שלמים p1 , n ו־ p. n הוא גודל המערך, ו־ 1 ≤ p1 ≤ p ≤ n. }
{ הפעולה מחזירה ... }
1) אם p = p1 אזי החזר 0
2) ערך-מוחלט-של-ההפרש (a]p1[ , a]p[) ← x
3) סוד1 (a , n , p1 + 1, p) ← y
4) החזר גדול-בין-שניים (x , y)

סוד2 (a , n , p , p2)
{ הפעולה מקבלת מערך a, המכיל מספרים שלמים וגדולים מ־ 0, }
{ ושלושה מספרים שלמים p , n ו־ p2. n הוא גודל המערך, ו־ 1 ≤ p ≤ p2 ≤ n. }
{ הפעולה מחזירה... }
1) אם p = p2 אזי החזר 0
2) ערך-מוחלט-של-ההפרש (a]p[ , a]p2[) ← x
3) סוד2 (a , n , p , p2 - 1) ← y
4) החזר גדול-בין-שניים (x , y)
```

/המשך בעמוד 3/

סוד3 (a , p , n)

{ הפעולה מקבלת מערך a , המכיל מספרים שלמים וגדולים מ־0 , }

{ ושני מספרים שלמים n ו־ p . n הוא גודל המערך, ו־ $1 \le p \le n$. }

{ הפעולה מחזירה... }

1(החזר גדול-בין-שניים (סוד1 (a , n , 1, p) , סוד2 (a , n , p , n))

סוד4 (a , n)

{ הפעולה מקבלת מערך a , המכיל מספרים שלמים וגדולים מ־0 , ומספר שלם n . }

{ n הוא גודל המערך. }

{ הפעולה מחזירה... }

1($k \leftarrow$ סוד3 (a , 1, n)

2(עבור i מ־2 עד n בצע:

2.1($t \leftarrow$ סוד3 (a , i , n)

2.2(אם $t > k$ אזי

2.2.1($k \leftarrow t$

3(החזר k

נתון מערך חד־ממדי a בגודל 5)משמאל לימין(:

	1	2	3	4	5
a	4	3	7	6	10

א. מה יחזיר הזימון סוד3 (a , 4 , 5) ? רשום את המעקב.

ב. מה מבצע האלגוריתם סוד3 (a , p , n) בעבור מערך a בגודל n ומספר שלם p , $1 \le p \le n$?

ג. מה יחזיר הזימון סוד4 (a , 5) ? רשום את המעקב אחר ביצוע סוד4 . אין צורך להראות מעקב אחר ביצוע סוד3 .

ד. מה מבצע האלגוריתם סוד4 (a , n) בעבור מערך a בגודל n ?

/המשך בעמוד 4/

לפותרים בפסקל או ב־ C

א. רשום בפסקל או ב־ C את הייצוג של טיפוס הנתונים מיון-בתחומים — **sortByRange**.

ב. ממֵש בפסקל או ב־ C תת־תכנית insert , שתקבל משתנה sbr מטיפוס **sortByRange** ומספר שלם num .
התת־תכנית תכניס את num לרשימה המתאימה במערך values של sbr , על פי סדר המיון של המספרים ברשימה.
הנח כי num אינו נמצא ב־ values של sbr , ו־ num גדול מהערך הקטן ביותר שנמצא במערך mins של sbr .

ג. ממש בפסקל או ב־ C תת־תכנית addRange , שתקבל משתנה sbr מטיפוס **sortByRange** ומספר שלם r הגדול מכל המספרים ב־ values של sbr.
התת־תכנית תוסיף תחום חדש ל־ sbr , ש־ r הוא הערך המינימלי שלו.
הנח כי ב־ sbr יש מקום לתחום נוסף.

ד. **i** מהי סיבוכיות זמן הריצה של התת־תכנית שמימשת בסעיף ב? הסבר.

ii מהי סיבוכיות זמן הריצה של התת־תכנית שמימשת בסעיף ג? הסבר.

הערה: אפשר להשתמש בפעולות הממשק רשימה בלי לממש אותן. אם אתה משתמש בפעולות נוספות, עליך לממש אותן.

לפותרים ב־ Java או ב־ C#

א. רשום ב־ Java או ב־ C# את כותרת המחלקה מיון-בתחומים — **SortByRange** ואת התכונות שלה.

ב. ממֵש ב־ Java או ב־ C# פעולה פנימית בשם insert במחלקה **SortByRange** , שתקבל מספר שלם num .
הפעולה תכניס את num לרשימה המתאימה במערך values , על פי סדר המיון של המספרים ברשימה.
הנח כי num אינו נמצא ב־ values , ו־ num גדול מהערך הקטן ביותר שנמצא במערך mins .

ג. ממש ב־ Java או ב־ C# פעולה פנימית בשם addRange במחלקה **SortByRange** , שתקבל מספר שלם r הגדול מכל המספרים ב־ values . הפעולה תוסיף תחום חדש ש־ r הוא הערך המינימלי שלו.
הנח כי יש מקום לתחום נוסף.

ד. **i** מהי סיבוכיות זמן הריצה של הפעולה שמימשת בסעיף ב? הסבר.

ii מהי סיבוכיות זמן הריצה של הפעולה שמימשת בסעיף ג? הסבר.

הערה: אפשר להשתמש בפעולות של המחלקות Node< T > , List< T > בלי לממש אותן. אם אתה משתמש בפעולות נוספות, עליך לממש אותן.

/המשך בעמוד 6/

3. בעלים של חנות למשחקי מחשב רוצים לבנות מאגר מידע על 100 המשחקים שמוצעים למכירה בחנות.
מאגר המידע יאפשר לתת ללקוחות מידע על המִשחקים האלה, והוא מתעדכן בכל פעם שלקוח משתמש במשחק.
בעבור כל מִשחק נשמר המידע הזה:

- קוד המשחק.
- שם המשחק.
- הגיל המינימלי של שחקן שהמשחק מתאים לו.
- מספר העותקים של המשחק שנמכרו בחנות.
- מספר הפעמים הכולל שלקוחות שיחקו במשחק.
- מספר הפעמים הכולל שבהן השימוש במשחק נפסק בגלל תקלה.

<u>לפותרים בפסקל או ב־C</u>

א. כתוב בפסקל או ב־C ייצוג למשחק—**game** ולמאגר מידע על משחקים—**gamesData**, שיאפשרו לשמור את כל המידע הנדרש.

ב. לפניך שתי משימות, i-ii . כתוב בפסקל או ב־C כותרות לתת־תכניות שיאפשרו לבצע כל אחת מהמשימות. לכל תת־תכנית יש לכתוב כותרת מלאה ותיעוד של הפרמטרים.
הנח שהנתונים מיוצגים על פי הייצוג שכתבת בסעיף א.
<u>המשימות</u>:

i עדכון מאגר המידע, על פי קוד של משחק, כאשר השימוש במשחק נפסק בגלל תקלה.

ii החזרת מספר המשחקים שנמכרו ביותר מ־k עותקים. k מספר שלם וגדול מ־0.

ג. המשחקים מדורגים באמצעות כוכבים, לפי אחוז הפעמים שבהן השימוש במשחק נפסק בגלל תקלה)מבין כל הפעמים שלקוחות שיחקו במשחק(:

**** פחות מ־5%
*** 5% או יותר, אך פחות מ־25%
** 25% או יותר, אך פחות מ־50%
* 50% או יותר

i כתוב בפסקל או ב־C תת־תכנית, שתקבל משתנה g מטיפוס **game** ותחזיר את מספר הכוכבים המציין את הדירוג של g.

ii כתוב בפסקל או ב־C תת־תכנית, שתקבל משתנה gd מטיפוס **gamesData** וגיל מינימלי minAge , ותחזיר רשימה של כל הקודים של המשחקים אשר מתאימים לשחקנים החל מגיל זה וגם מדורגים כמשחקים של 4 כוכבים.

<u>הערה</u>: אפשר להשתמש בפעולות הממשק רשימה בלי לממש אותן. אם אתה משתמש בפעולות נוספות, עליך לממש אותן.

)שים לב: לפותרים ב– **Jave** או ב– **C#**, סעיפי השאלה בעמוד הבא.(/המשך בעמוד 7/

לפותרים ב־ Java או ב־ C#

א. כתוב ב־ Java או ב־ C# ייצוג למחלקה משחק — **Game** ולמחלקה מאגר מידע על משחקים — **GamesData** שיאפשרו לשמור את כל המידע הנדרש.
לכל מחלקה יש לרשום כותרת ותכונות.

ב. לפניך שתי משימות, i-ii . כתוב ב־Java או ב־ C# כותרות לפעולות שיאפשרו לבצע כל אחת מהמשימות. לכל פעולה יש לכתוב כותרת מלאה ותיעוד של הפרמטרים, ולציין את המחלקה שבה היא מוגדרת.
הנח שהנתונים מיוצגים על פי הייצוג שכתבת בסעיף א.
המשימות:

i עדכון מאגר המידע, על פי קוד של משחק, כאשר השימוש במשחק נפסק בגלל תקלה.

ii החזרת מספר המשחקים שנמכרו ביותר מ־ k עותקים. k מספר שלם וגדול מ־ 0.

ג. המשחקים מדורגים באמצעות כוכבים, לפי אחוז הפעמים שבהן השימוש במשחק נפסק בגלל תקלה)מבין כל הפעמים שלקוחות שיחקו במשחק(:

**** פחות מ־ 5%

*** 5% או יותר, אך פחות מ־ 25%

** 25% או יותר, אך פחות מ־ 50%

* 50% או יותר

i כתוב ב־ Java או ב־ C# פעולה פנימית במחלקה **Game** , שמחזירה את מספר הכוכבים המציין את דירוג המשחק.

ii כתוב ב־ Java או ב־ C# פעולה פנימית במחלקה **GamesData** , שתקבל גיל מינימלי minAge , ותחזיר רשימה של כל הקודים של המשחקים אשר מתאימים לשחקנים החל מגיל זה וגם מדורגים כמשחקים של 4 כוכבים.

הערות: אפשר להשתמש בפעולות המחלקות Node< T > , List< T > בלי לממש אותן.
אם אתה משתמש בפעולות נוספות, עליך לממש אותן.
הנח כי בעבור כל תכונה מוגדרות פעולות get ו־ set.

/המשך בעמוד 8

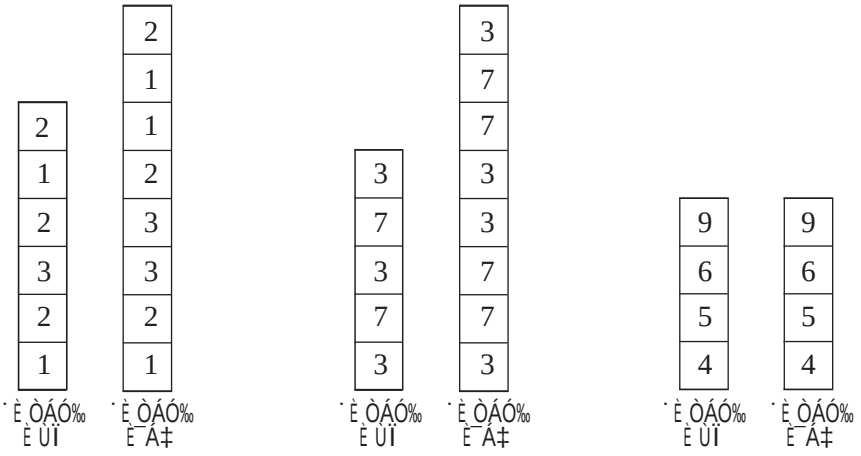
4. איבר מחליף כיוון הוא מספר בסדרת מספרים שבו משתנה סדר המיון בין איברים סמוכים מעלייה לירידה או מירידה לעלייה. איבר מחליף כיוון שייך גם לרצף של מספרים הממוינים בסדר עולה וגם לרצף של מספרים הממוינים בסדר יורד.

<u>לדוגמה</u>: בסדרה 2 5 7 4 2 1 8

המספרים 7 ו־ 1 הם איברים מחליפי כיוון.

א. כתוב באחת מארבע השפות — פסקל, C , C# , Java — תת־תכנית/פעולה חיצונית)סטטית(, שתקבל מחסנית לא ריקה של מספרים שלמים, שאין בה מספרים זהים צמודים זה לזה. התת־תכנית/פעולה תכניס למחסנית אחרי כל איבר מחליף כיוון איבר זהה לו.

<u>דוגמאות</u>:



ב. מהי סיבוכיות זמן הריצה של התת־תכנית/הפעולה שכתבת? נמק את תשובתך.

<u>הערה</u>:

<u>לפותרים בפסקל או ב־ C</u> :

אפשר להשתמש בפעולות הממשק מחסנית בלי לממש אותן. אם אתה משתמש בפעולות נוספות, עליך לממש אותן.

<u>לפותרים ב־ Java או ב־ C#</u> :

אפשר להשתמש בפעולות המחלקה Stack< T > בלי לממש אותן. אם אתה משתמש בפעולות נוספות, עליך לממש אותן.

/המשך בעמוד 9/

פרק שני (50 נקודות)

בפרק זה שאלות בארבעה מסלולים שונים:
מערכות מחשב ואסמבלר, עמ' 9-14
תורת המחשב, עמ' 15-18
מודלים חישוביים, עמ' 19-21
תכנות מונחה עצמים ב־Java, עמ' 22-30; תכנות מונחה עצמים ב־C#, עמ' 31-39

ענה רק על שאלות במסלול שלמדת.

מערכות מחשב ואסמבלר

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

5. בשאלה זו שני סעיפים שאין קשר ביניהם. ענה על שני הסעיפים א-ב.

א. באוגרים AX ו־BX מאוחסנים שני מספרים שלמים עם סימן.
יש לאחסן באוגר AX את המספר שהערך המוחלט שלו הוא הגדול ביותר מבין שניהם.
לפניך שלושה קטעים, i-iii , באסמבלר.
בעבור כל אחד מהקטעים i-iii , קבע אם הוא מבצע את הנדרש או אינו מבצע את הנדרש. נמק את קביעותיך.

i.
```
        MOV     CX , AX
        MOV     DX , BX
        CMP     CX , 0
        JNS     A1
        NEG     CX
A1:     CMP     DX , 0
        JGE     A2
        NEG     DX
A2:     CMP     CX , DX
        JG      SOF
        MOV     AX , BX
SOF:    NOP
```

(שים לב: הקטעים **ii-iii** בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 10/

ii.

```
        PUSH    AX
        PUSH    BX
        CMP     BX , 0
        JNS     A1
        NEG     BX
A1:     CMP     AX , 0
        JNS     A2
        NEG     AX
A2:     CMP     AX , BX
        JG      A3
        POP     AX
A3:     POP     AX
SOF:    NOP
```

iii.

```
        PUSH    AX
        PUSH    BX
        CMP     AX , 0
        JGE     A1
        NEG     AX
A1:     CMP     BX , 0
        JNS     A2
        NEG     BX
A2:     CMP     AX , BX
        JG      SOF
        POP     AX
SOF:    NOP
```

)שים לב: סעיף ב של שאלה 5 בעמוד הבא.(

/המשך בעמוד 11/

ב.)אין קשר לסעיף א.(

לפניך קטע תכנית באסמבלר:

שים לב: הנתונים הם הקסדצימליים.

```
START:  MOV     AX , C83BH
        MOV     BX , A89CH
        SHL     AX , 1
        OR      AL , 33H
        NOT     BL
        ADD     AX , BX
```

עקוב בעזרת טבלת מעקב אחר ביצוע קטע התכנית.

בטבלת המעקב פרט את התוכן של AX , BX , ZF , SF , CF בכל שלב.

/המשך בעמוד 12/

6. בשאלה זו שני סעיפים שאין קשר ביניהם. ענה על שני הסעיפים א-ב.

א. מערך סימטרי)פולינדרום(הוא מערך שבו האיבר הראשון שווה לאיבר האחרון, האיבר השני שווה לאיבר לפני האחרון, וכן הלאה.

דוגמה למערך סימטרי בגודל 8:

7	5	2	8	8	2	5	7

במקטע הנתונים הוגדר מערך ARR :

```
ARR DB 20 DUP (?)
```

לפניך קטע תכנית באסמבלר, הבודק אם המערך ARR הוא מערך סימטרי.

אם כן — קטע התכנית מכניס 1 לאוגר DH , אחרת — הוא מכניס 0 לאוגר DH .

מקטע התכנית הושמטו 5 שורות המסומנות במספרים i-v.

העתק למחברתך את מספרי השורות המסומנות, וכתוב ליד כל אחד מהמספרים את השורה שחסרה, כדי שקטע התכנית יבצע את הנדרש. עליך לכתוב תוויות, פקודות ואופרנדים במקומות המתאימים.

```
                MOV     AH , 0
i.              ------  --------
                MOV     CX , 10
                LEA     BX , ARR
          A1:   MOV     AL , [BX+SI]
                PUSH    AX
                INC     SI
ii.             ------  --------
                JNZ     A1
                MOV     CX , 10
iii.    ------  ------  --------
                MOV     DL , [BX+SI]
                CMP     AL , DL
iv.             ------  --------
                MOV     DH , 0
                JMP     A4
          A3:   INC     SI
v.              ------  --------
                MOV     DH , 1
          A4:   NOP
```

)שים לב: סעיף ב של שאלה **6** בעמוד הבא.(/המשך בעמוד 13/

ב.)אין קשר לסעיף א.(

במקטע הנתונים הוגדרו מערך A ומשתנה Y :

```
A DB 10 DUP (?)     ; 9 עד 0 מ־ מציין )אינדקס( המערך מקבל ערכים
Y DB ?
```

יש לאפס את האיבר במערך שהמציין)האינדקס(שלו הוא $3*Y$, כאשר Y הוא מספר שלם בין 0 ל־ 3)כולל הקצוות(.

לפניך ארבעה קטעים, i-iv , באסמבלר.

בעבור כל אחד מהקטעים i - iv , קבע אם הוא מבצע את הנדרש או אינו מבצע את הנדרש. נמק את קביעותיך.

i.
```
MOV     SI , Y
ADD     SI , SI
ADD     SI , SI
MOV     A[SI] , 0
```

ii.
```
XOR     AL , AL
LEA     BX , A
MOV     [BX + 3 * Y] , AL
```

iii.
```
MOV     SI , 3
MOV     AL , Y
XOR     AH , AH
MUL     SI
MOV     SI , AX
MOV     A[SI ] , 0
```

iv.
```
MOV     SI , Y
MOV     AX , 3
MUL     SI
MOV     A[SI] , 0
```

/המשך בעמוד 14/

7. במקטע הנתונים הוגדרו ארבעה מערכים: A , B , C , D .

```
A DB 8 DUP (?)
B DB 8 DUP (?)
C DB 8 DUP (?)
D DB 10 DUP (?)
```

כל אחד מהמערכים A , B , C ו־ D מייצג מספר בינרי שלם וגדול מ־0.
כל סִפרה של המספר מאוחסנת באיבר של המערך. הספרה המשמעותית ביותר מאוחסנת בתחילת המערך.
כתוב קטע תכנית באסמבלר, שיציב במערך D את הספרות של הסכום A+B+C לפי בסיס 2.

לדוגמה: בעבור 3 המספרים 11011100 , 11111110 ו־ 10010000 המאוחסנים במערכים A , B ו־ C שלפניך באופן הזה)משמאל לימין(:

A	1	1	0	1	1	1	0	0
B	1	1	1	1	1	1	1	0
C	1	0	0	1	0	0	0	0

לאחר ביצוע קטע התכנית, יוצב במערך D המספר 1001101010:

D	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0

8. באוגר AX מאוחסן מספר בינרי. כתוב קטע תכנית באסמבלר, שיציב באוגר BL את מספר הפעמים שהרצף 1011 מופיע במספר הבינרי שבאוגר AX.
לדוגמה: אם באוגר AX מאוחסן המספר הבינרי: 0110101100101101 , יוצב באוגר BL המספר 3.

/המשך בעמוד 15/

תורת המחשב

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

9. לפניך מערכת משוואות לינאריות:

$$x + y - z = 1$$
$$2x + 3y + \alpha z = 3$$
$$x + \alpha y + 3z = 2$$

α פרמטר.

א. פתור את מערכת המשוואות באמצעות שיטת האלימינציה של גאוס.

ב. בעבור אילו ערכים של α יש למערכת המשוואות פתרון יחיד?

ג. בעבור איזה ערך של α אין למערכת המשוואות פתרון?

/המשך בעמוד 16/

11. א. **i** נתון הדקדוק G_1 :

$S \to AbA$

$A \to AB \mid \varepsilon$

$B \to aa$

מהי השפה הנוצרת על ידי הדקדוק G_1 ?

ii נוסיף לדקדוק G_1 את הכלל: $B \to a$

ונסמן את הדקדוק שהתקבל G_1' .

מהי השפה הנוצרת על ידי הדקדוק G_1' ?

ב. **i** נתון הדקדוק G_2 :

$S \to AbA$

$A \to AB \mid a$

$B \to a$

מהי השפה הנוצרת על ידי הדקדוק G_2 ?

ii נוסיף לדקדוק G_2 את הכלל: $B \to \varepsilon$

ונסמן את הדקדוק שהתקבל G_2' .

מהי השפה הנוצרת על ידי הדקדוק G_2' ?

ג. **i** נתון הדקדוק G_3 :

$S \to AbA$

$A \to ABB \mid \varepsilon$

$B \to a$

מהי השפה הנוצרת על ידי הדקדוק G_3 ?

ii נוסיף לדקדוק G_3 את הכלל: $B \to \varepsilon$

ונסמן את הדקדוק שהתקבל G_3' .

מהי השפה הנוצרת על ידי הדקדוק G_3' ?

/המשך בעמוד 18/

12. א. כלבים, חתולים ועכברים צועדים בתהלוכה בזה אחר זה. תהלוכה חוקית היא תהלוכה המתנהלת לפי הכללים האלה:

— חתול אף פעם לא יעמוד לבדו בין שני כלבים.

— בראש התהלוכה תמיד יהיה כלב.

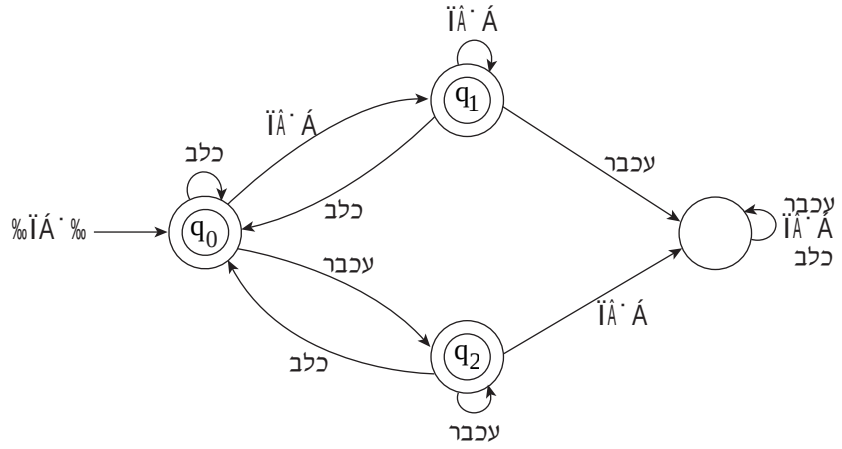
— עכבר לא יכול להיות אחרון בתהלוכה.

כתוב אוטומט סופי דטרמיניסטי שיקבל את כל התהלוכות החוקיות.

ב. האריה מלך החיות קבע כללים אחרים לתהלוכה של כלבים, חתולים ועכברים הצועדים בזה אחר זה.

לפניך אוטומט סופי דטרמיניסטי המתאר את הכללים שקבע האריה.

נסח את הכללים שהאוטומט מתאר.



/המשך בעמוד 19/

מודלים חישוביים

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

13. נתונה מחרוזת אינסופית: ...3123123123123...

א. בנה אוטומט סופי דטרמיניסטי מעל הא"ב $\{1, 2, 3\}$, המקבל את כל המילים באורך אי-זוגי שכל אחת מהן היא תת-מחרוזת של המחרוזת הנתונה.

לדוגמה:

המילה 23123 תתקבל.

המילים 2312 ו- 232 לא יתקבלו.

ב. בנה אוטומט סופי דטרמיניסטי מעל הא"ב $\{1, 2, 3\}$, המקבל את כל המילים שהן באורך אי-זוגי וסדר הספרות בהן הוא כמו הסדר במחרוזת הנתונה, אך הספרה 1 יכולה לחזור כמה פעמים ברצף.

לדוגמה:

יתקבלו המילים האלה:

31123

31231

3123111

/המשך בעמוד 20/

14. נגדיר:

בעבור אות k ומילה w הסימון $\#_k(w)$ הוא מספר המופעים של האות k במילה w.

לפניך השפות L_1-L_5 מעל האו"ב $\{0,1\}$.

$$L_1 = \{w \mid |w| > 5\}$$

$$L_2 = \{w \mid \#_1(w) < 5\}$$

$$L_3 = \{w \mid \#_0(w) = 5,\ \#_1(w) = 5\}$$

$$L_4 = \{w \mid \#_0(w) = \#_1(w)\}$$

$$L_5 = \{w \mid w = xxy\ ,\ 0 < |x| < 5\ ,\ x, y \text{ — מילים לא ריקות מעל האו"ב } \{0,1\}\}$$

א. **i** רשום מילה השייכת לשפה L_4 ולא שייכת לשפה L_3. נמק את תשובתך.

ii רשום מילה השייכת לשפה L_1 ולא שייכת לשפה L_2. נמק את תשובתך.

iii רשום מילה השייכת לשפה L_5 ולא שייכת לשפה L_2. נמק את תשובתך.

ב. הגדר <u>כל אחת</u> מהשפות i-ii שלפניך.

i $\overline{L_2}$

ii $\overline{L_3}$

ג. <u>לכל אחת</u> מהטענות i-iv שלפניך, נמק מדוע היא <u>אינה</u> נכונה.

i $L_1 \cap L_2 = \varnothing$

ii $\overline{L_3} \subset \overline{L_4}$

iii $L_4 \cdot L_4 \neq L_4$

iv $L_5 \cap L_3 = \varnothing$

/המשך בעמוד 21/

15. נגדיר את השפה L_1 מעל הא"ב $\{a, c\}$:

$$L_1 = \{c^n a^{n+2} \mid n > 0\}$$

לפניך השפה L מעל הא"ב $\{a, b, c\}$:

$$L = \{w_1 w_2 w_3 ... w_k b^k \mid k > 0 \ , \ w_i \in L_1\}$$

<u>לדוגמה</u>: המילה caaaccaaaacaaabbb היא מילה בשפה L, כאשר $k = 3$, וכן:

$w_1 =$ caaa

$w_2 =$ ccaaaa

$w_3 =$ caaa

בנה אוטומט מחסנית שיקבל את השפה L.

16. א. כלבים, חתולים ועכברים צועדים בתהלוכה בזה אחר זה. תהלוכה חוקית היא תהלוכה המתנהלת לפי הכללים האלה:

— חתול אף פעם לא יעמוד לבדו בין שני כלבים.

— בראש התהלוכה תמיד יהיה כלב.

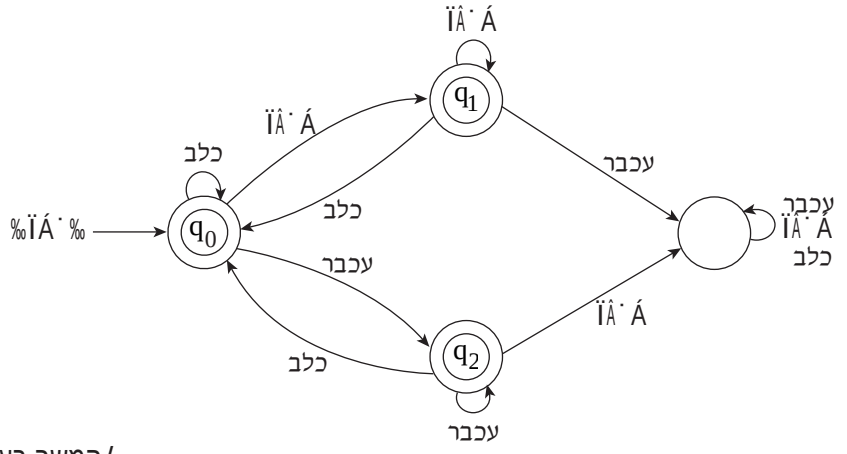
— עכבר לא יכול להיות אחרון בתהלוכה.

כתוב אוטומט סופי דטרמיניסטי שיקבל את כל התהלוכות החוקיות.

ב. האריה מלך החיות קבע כללים אחרים לתהלוכה של כלבים, חתולים ועכברים הצועדים בזה אחר זה.

לפניך אוטומט סופי דטרמיניסטי המתאר את הכללים שקבע האריה.

נסח את הכללים שהאוטומט מתאר.



/המשך בעמוד 22/

תכנות מונחה עצמים

אם למדת מסלול זה ואתה כותב ב- Java, ענה על שתיים מהשאלות 17-20.
)לכל שאלה — 25 נקודות(

17. לפניך חלק מפרויקט העוסק בכלֵי תחבורה וכולל את המחלקות האלה:

המחלקה Vehicle	מייצגת כלֵי תחבורה
המחלקה Train	מייצגת רכבת שהיא כלי תחבורה
המחלקה Boat	מייצגת סירה שהיא כלי תחבורה
המחלקה Airplane	מייצגת מטוס שהוא כלי תחבורה
המחלקה TransportationCompany	מייצגת חברה שיש לה כלֵי תחבורה מסוגים שונים

```
public class Vehicle
{
    private String type;          //  מיקום ) יבשה / מים / אוויר(
    private String way;           //  סוג הדרך )כביש / מסילה / נהר / ...(
    private int maxSpeed;         //  מהירות מקסימלית

    public Vehicle(String type, String way, int maxSpeed)
    {
        this.type = type;
        this.way = way;
        this.maxSpeed = maxSpeed;
    }
}

public class Train extends Vehicle
{
    private int numOfCarriages;   //  מספר הקרונות

    public Train(int maxSpeed, int numOfCarriages)
    {
        super("land", "tracks", maxSpeed);
        this.numOfCarriages = numOfCarriages;
    }

    public void incNumOfCarriages(int n)  // מגדילה ב-n את מספר הקרונות ברכבת
    {
        this.numOfCarriages = this.numOfCarriages + n;
    }
}
```

)שים לב: המשך השאלה בעמודים הבאים.(

/המשך בעמוד 23/

```
public class Boat extends Vehicle
{
	public Boat(String way, int maxSpeed)
	{
		super("water", way, maxSpeed);
	}
}

public class Airplane extends Vehicle
{
	private int maxHeight;                          //          גובה טיסה מקסימלי
	public Airplane(int maxSpeed, int maxHeight)
	{
		super("sky" , "air" , maxSpeed);
		this.maxHeight = maxHeight;
	}
}

public class TransportationCompany
{
	private Vehicle[] vehicles = new Vehicle[50];   //   מערך כלֵי התחבורה בחברה
	private int counter = 0;                        //   מספר כלֵי התחבורה שיש בפועל
	public TransportationCompany()
	{
	}

	public void addVehicle (Vehicle v) //      מוסיפה כלִי תחבורה למערך כלֵי התחבורה של
	{                                  //      החברה. הנח שיש מקום להוסיף כלִי תחבורה.
		this.vehicles[counter] = v;
		this.counter++;
	}
}
```

)שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.(

/המשך בעמוד 24/

א. ממש ב-Java מחלקה ראשית Program ובה פעולה ראשית, שתבצע את המשימות האלה:

i בנייה של עצם מטיפוס חברה של כלֵי תחבורה — **TransportationCompany** הנקרא company1.

ii הוספה של סירה אחת ורכבת אחת לחברה company1.
בחר לתכונות ערכים כרצונך.

ב. במחלקה TransportationCompany הוגדרה הפעולה:

```
public void display()
{
    for (int i=0; i<this.counter; i++)
    {
        System.out.println((i+1) + ":" + this.vehicles[i]);
    }
}
```

ממש ב-Java פעולות שיאפשרו ביצוע תקין של הפעולה display() , כך שבעבור כל כלֵי תחבורה יודפסו כל התכונות שלו. הגדר את הפעולות באופן המתאים ביותר לעקרונות של תכנות מונחה עצמים (הכמסה — encapsulation , הורשה — inheritance , פולימורפיזם — polymorphism).
בעבור כל פעולה שאתה מממש, רשום לאיזו מחלקה היא שייכת.
אין לשנות את הפעולה display().

ג. ממש ב-Java פעולה, שתקבל מספר שלם n ותוסיף n קרונות לכל הרכבות ששייכות לחברה שיש לה כלֵי תחבורה מסוגים שונים. תעד את הפעולה, ורשום באיזו מחלקה יש להגדיר אותה. אין לשנות את הפעולות הקיימות בפרויקט.

/המשך בעמוד 25/

18. בספרייה עירונית יש מאגר מידע על הספרים שבה. בעבור כל ספר נשמר הדירוג שהתקבל מקוראי הספר על מידת ההנאה שלהם ממנו. כאשר קורא מחזיר לספרייה ספר הוא מקליד את הדירוג שלו, מספר שלם בין 0 ל-4 , כאשר 4 מציין את מידת ההנאה הרבה ביותר. המידע על דירוג הספרים נשמר במאגר כך שאפשר לדעת כמה קוראים דירגו כל ספר בכל אחת מחמש הדרגות האפשריות.

במאגר המידע יש מחלקה המייצגת ספר (Book) ומחלקה המייצגת ספרייה (Library).

לפניך דיאגרמות UML המתארות את המחלקות Book ו- Library:

Book		
private int code	//	קוד הספר
private String name	//	שם הספר
private String genre	//	סוג הספר)רומן, מתח, ילדים ...(
private int numOfCopies	//	מספר העותקים של הספר שנמצאים
	//	עכשיו בספרייה)לא מושאלים(.
private int[] rating	//	מערך מונים של דרגות ההנאה
	//	של הקוראים מהספר.
. . .	//	לכל תכונה מוגדרות פעולות set ו- get
public void incNumOfCopies()	//	פעולה המגדילה ב- 1 את מספר
	//	העותקים של ספר.
public double score()	//	פעולה המחזירה ציון של ספר, המחושב
	//	על פי כל דרגות ההנאה שהספר קיבל.

Library		
private Book[] books	//	מערך הספרים בספרייה. כל ספר מופיע
	//	במערך פעם אחת.
		הנח שמספר הספרים בספרייה הוא כאורך המערך.

כאשר קורא מחזיר לספרייה ספר, יש לבצע את המשימות האלה:

- קליטת הקוד של הספר לצורך זיהויו.
- עדכון של מספר העותקים של הספר שנמצאים עכשיו בספרייה)לא מושאלים(.
- קליטת הדירוג שנתן הקורא לספר, ועדכון מערך המונים rating של הספר בהתאם.
- הדפסת הודעה שתציין אם בעקבות הדירוג של קורא זה, הציון של הספר עלה, ירד או לא השתנה.

ממש ב- Java , במחלקות הנתונות, את הפעולות הנדרשות לטיפול בהחזרה של ספר לספרייה. עליך להגדיר את הפעולות באופן המתאים ביותר למבנה המחלקות בפרויקט. בעבור כל פעולה רשום את המחלקה שבה תוגדר, מה היא מקבלת, ומה היא מחזירה. הנח שלכל הפעולות הרשומות בדיאגרמות ה- UML יש מימוש במחלקות.

הערה: אין צורך לבדוק את תקינות הקלט.

/המשך בעמוד 26/

19. ברשת החנויות "גאדג'טון" יש 50 חנויות. הרשת מוכרת את המוצרים האלה:
נגני MP3 , נגני MP4 , אוזניות אלחוטיות.
הרשת זקוקה לתוכנה שבאמצעותה יהיה אפשר לנהל את המלאי של כל אחת מהחנויות.
בעבור כל אחד מהמוצרים התוכנה צריכה לטפל בנתונים האלה:

- נגני MP3 : יצרן, דגם, מחיר, כמות במלאי, האם יש רדיו)כן / לא(, האם יש רמקול פנימי)כן / לא(
- נגני MP4 : יצרן, דגם, מחיר, כמות במלאי, האם יש רדיו)כן / לא(, האם יש רמקול פנימי)כן / לא(, אורך מסך
- אוזניות אלחוטיות: יצרן, דגם, מחיר, כמות במלאי, טווח קליטה

כל אחד מהמוצרים האלה נמצא במלאי של כל אחת מחנויות הרשת, ומכל מוצר יש דגמים שונים בכמויות שונות.

הדרישות מהתוכנה נחלקות לשתי רמות: רמת החנות, רמת הרשת.
הדרישות מהתוכנה ברמת החנות:

— החזרת שווי המלאי שבחנות
— החזרת רשימת הדגמים של מוצר, שהכמות שלהם במלאי החנות קטנה ממספר נדרש, limit

הדרישות מהתוכנה ברמת הרשת:

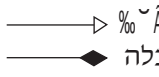
— החזרת שווי המלאי שבכל הרשת
— החזרת רשימת הדגמים של מוצר, שהכמות שלהם במלאי בכל הרשת קטנה ממספר נדרש, limit

)שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.(

/המשך בעמוד 27/

עליך לתכנן את המחלקות הנדרשות בעבור כתיבת התוכנה. התכנון של המחלקות צריך להיות באופן המתאים ביותר לעקרונות של תכנות מונחה עצמים (הכמסה — encapsulation , הורשה — inheritance , פולימורפיזם — polymorphism).

א. צייר את היררכיית המחלקות הנדרשות. בציורך השתמש בסימנים האלה:



ב. בעבור כל מחלקה שכללת בציור, הגדר את התכונות והפעולות שלה.
יש לכלול רק את הפעולות הנחוצות כדי לענות על הדרישות מהתוכנה שתוארו בתחילת השאלה.
בעבור כל תכונה, רשום את ההגדרה שלה ב- Java , ואת התיעוד שלה.
בעבור כל פעולה, רשום את הכותרת שלה ב- Java , ורשום תיעוד הכולל מה היא מקבלת ומה היא מחזירה. אין צורך לממש את הפעולה.
אין צורך לרשום פעולות בונות, פעולות קובעות (פעולות set) ופעולות מאחזרות (פעולות get) של התכונות שאתה מגדיר.

/המשך בעמוד 28/

20. לפניך פרויקט, ובו המחלקות Base , Derived1 , Derived2 , Derived3 , ו–Program.

```
public class Base
{
	protected int num;

	public Base (int n)
	{
		this.num = n;
	}

	protected void doSomeWork()
	{
		System.out.println("num = " + this.num);
	}

	public void run()
	{
		if (this.num%2 == 0)
			doSomeWork();
	}

}

public class Derived1 extends Base
{
	private int num1;

	public Derived1(int n , int n1)
	{
		super (n);
		this.num1 = n1;
	}


	protected void doSomeWork()
	{
		multiplication();
	}


	public void multiplication()
	{
		super.doSomeWork();
		System.out.println("num1 = " + this.num1);
		System.out.println("num * num1 = " + this.num * this.num1);
	}
}
```

/המשך בעמוד 29/)שים לב: המשך השאלה בעמודים הבאים.(

```
public class Derived2 extends Base
{
	private int num2;

	public Derived2(int n , int n2)
	{
		super (n);
		this.num2 = n2;
	}


	protected void doSomeWork()
	{
		division();
	}

	public void division ()
	{
		super.doSomeWork();
		System.out.println("num2 = " + this.num2);
		System.out.println("num / num2 = " + this.num / this.num2);
	}
}


public class Derived3 extends Base
{
	private int num3;

	public Derived3(int n, int n3)
	{
		super (n);
		this.num3 = n3;
	}

	protected void doSomeWork()
	{
		multiplication();
		division();
	}

	public void multiplication()
	{
		super.doSomeWork();
		System.out.println("num3 = " + this.num3);
		System.out.println("num * num3 = " + this.num * this.num3);
	}
```

)שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.(

/המשך בעמוד 30/

```
        public void division()
        {
            super.doSomeWork();
            System.out.println("num3 = " + this.num3);
            System.out.println("num / num3 = " + this.num / this.num3);
        }
}

public class Program
{
        public static void main(string[] args)
        {
            Base[] arr = new Base[5];
            arr[0] = new Derived1(12 , 22);
            arr[1] = new Derived2(33 , 44);
            arr[2] = new Derived3(54 , 34);
            arr[3] = new Derived1(51 , 72);
            arr[4] = new Derived2(58 , 99);

            for (int i = 0; i < arr.length; i++)
                arr[i].run();

            if (arr[2] instanceof Derived3)
            {
                arr[2].run();
            }

            if (arr[3] instanceof Derived2)
            {
                arr[3].run();
            }
        }
}
```

כתוב מעקב אחר הפעולה main במחלקה Program, וכתוב את הפלט.

במעקב יש לכלול את ערכי המשתנים, ובעבור כל עצם — את ערכי התכונות שלו.

/המשך בעמוד 31/

תכנות מונחה עצמים

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

21. לפניך חלק מפרויקט העוסק בכלי תחבורה וכולל את המחלקות האלה:

המחלקה Vehicle	מייצגת כלי תחבורה
המחלקה Train	מייצגת רכבת שהיא כלי תחבורה
המחלקה Boat	מייצגת סירה שהיא כלי תחבורה
המחלקה Airplane	מייצגת מטוס שהוא כלי תחבורה
המחלקה TransportationCompany	מייצגת חברה שיש לה כלי תחבורה מסוגים שונים

```
public class Vehicle
{
    private string type;          //  מיקום ) יבשה / מים / אוויר(
    private string way;           //  סוג הדרך )כביש / מסילה / נהר / ...(
    private int maxSpeed;         //  מהירות מקסימלית

    public Vehicle(string type, string way, int maxSpeed)
    {
        this.type = type;
        this.way = way;
        this.maxSpeed = maxSpeed;
    }
}

public class Train : Vehicle
{
    private int numOfCarriages;          //  מספר הקרונות

    public Train(int maxSpeed, int numOfCarriages) : base("land", "tracks",maxSpeed)
    {
        this.numOfCarriages = numOfCarriages;
    }

    public void IncNumOfCarriages(int n)  // מגדילה ב-n את מספר הקרונות ברכבת
    {
        this.numOfCarriages = this.numOfCarriages + n;
    }
}
```

)שים לב: המשך השאלה בעמודים הבאים.(

/המשך בעמוד 32/

```
public class Boat : Vehicle
{
    public Boat(String way, int maxSpeed) : base("water", way, maxSpeed)
    {

    }
}

public class Airplane : Vehicle
{
    private int maxHeight;                          //          גובה טיסה מקסימלי
    public Airplane(int maxSpeed, int maxHeight) : base("sky", "air", maxSpeed)
    {
        this.maxHeight = maxHeight;
    }
}

public class TransportationCompany
{
    private Vehicle[] vehicles = new Vehicle[50];   //    מערך כלֵי התחבורה בחברה
    private int counter = 0;                        //    מספר כלֵי התחבורה שיש בפועל

    public TransportationCompany()
    {
    }

    public void AddVehicle (Vehicle v) //    מוסיפה כלִי תחבורה למערך כלֵי התחבורה של
    {                                  //    החברה. הנח שיש מקום להוסיף כלי תחבורה.
        this.vehicles[counter] = v;
        this.counter++;
    }
}
```

)שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.(

/המשך בעמוד 33/

א. ממש ב- C# מחלקה ראשית Program ובה פעולה ראשית, שתבצע את המשימות האלה:

i בנייה של עצם מטיפוס חברה של כלי תחבורה — **TransportationCompany** הנקרא company1 .

ii הוספה של סירה אחת ורכבת אחת לחברה company1.
בחר לתכונות ערכים כרצונך.

ב. במחלקה TransportationCompany הוגדרה הפעולה:

```
public void Display()
{
    for (int i=0; i<this.counter; i++)
    {
        Console.Writeln((i+1) + ":" + this.vehicles[i]);
    }
}
```

ממש ב-C# פעולות שיאפשרו ביצוע תקין של הפעולה Display() , כך שבעבור כל כלי תחבורה יודפסו כל התכונות שלו. הגדר את הפעולות באופן המתאים ביותר לעקרונות של תכנות מונחה עצמים (הכמסה — encapsulation , הורשה — inheritance , פולימורפיזם — polymorphism).
בעבור כל פעולה שאתה ממש, רשום לאיזו מחלקה היא שייכת.
אין לשנות את הפעולה Display().

ג. ממש ב-C# פעולה, שתקבל מספר שלם n ותוסיף n קרונות לכל הרכבות ששייכות לחברה שיש לה כלי תחבורה מסוגים שונים. תעד את הפעולה, ורשום באיזו מחלקה יש להגדיר אותה. אין לשנות את הפעולות הקיימות בפרויקט.

/המשך בעמוד 34/

22. בספרייה עירונית יש מאגר מידע על הספרים שבה. בעבור כל ספר נשמר הדירוג שהתקבל מקוראי הספר על מידת ההנאה שלהם ממנו. כאשר קורא מחזיר לספרייה ספר הוא מקליד את הדירוג שלו, מספר שלם בין 0 ל-4 , כאשר 4 מציין את מידת ההנאה הרבה ביותר.
המידע על דירוג הספרים נשמר במאגר כך שאפשר לדעת כמה קוראים דירגו כל ספר בכל אחת מחמש הדרגות האפשריות.
במאגר המידע יש מחלקה המייצגת ספר (Book) ומחלקה המייצגת ספרייה (Library).
לפניך דיאגרמות UML המתארות את המחלקות Book ו- Library:

Book		
קוד הספר	//	private int code
שם הספר	//	private String name
סוג הספר)רומן, מתח, ילדים ...(	//	private String genre
מספר העותקים של הספר שנמצאים עכשיו בספרייה)לא מושאלים(.	// //	private int numOfCopies
מערך מונים של דרגות ההנאה של הקוראים מהספר.	// //	private int[] rating
לכל תכונה מוגדרות פעולות Get ו- Set	//	. . .
פעולה המגדילה ב- 1 את מספר העותקים של ספר.	// //	public void IncNumOfCopies()
פעולה המחזירה ציון של ספר, המחושב על פי כל דרגות ההנאה שהספר קיבל.	// //	public double Score()

Library		
מערך הספרים בספרייה. כל ספר מופיע במערך פעם אחת.	// //	private Book[] books
הנח שמספר הספרים בספרייה הוא כאורך המערך.		

כאשר קורא מחזיר לספרייה ספר, יש לבצע את המשימות האלה:

- קליטת הקוד של הספר לצורך זיהויו.
- עדכון של מספר העותקים של הספר שנמצאים עכשיו בספרייה)לא מושאלים(.
- קליטת הדירוג שנתן הקורא לספר, ועדכון מערך המונים rating של הספר בהתאם.
- הדפסת הודעה שתציין אם בעקבות הדירוג של קורא זה, הציון של הספר עלה, ירד או לא השתנה.

ממש ב-C# , במחלקות הנתונות, את הפעולות הנדרשות לטיפול בהחזרה של ספר לספרייה. עליך להגדיר את הפעולות באופן המתאים ביותר למבנה המחלקות בפרויקט. בעבור כל פעולה רשום את המחלקה שבה תוגדר, מה היא מקבלת, ומה היא מחזירה.
הנח שלכל הפעולות הרשומות בדיאגרמות ה- UML יש מימוש במחלקות.
הערה: אין צורך לבדוק את תקינות הקלט.

/המשך בעמוד 35/

23. ברשת החנויות "גאדג'טון" יש 50 חנויות. הרשת מוכרת את המוצרים האלה:
נגני MP3 , נגני MP4 , אוזניות אלחוטיות.
הרשת זקוקה לתוכנה שבאמצעותה יהיה אפשר לנהל את המלאי של כל אחת מהחנויות.
בעבור כל אחד מהמוצרים התוכנה צריכה לטפל בנתונים האלה:

- נגני MP3 : יצרן, דגם, מחיר, כמות במלאי, האם יש רדיו)כן / לא(, האם יש רמקול פנימי)כן / לא(
- נגני MP4 : יצרן, דגם, מחיר, כמות במלאי, האם יש רדיו)כן / לא(, האם יש רמקול פנימי)כן / לא(, אורך מסך
- אוזניות אלחוטיות: יצרן, דגם, מחיר, כמות במלאי, טווח קליטה

כל אחד מהמוצרים האלה נמצא במלאי של כל אחת מחנויות הרשת, ומכל מוצר יש דגמים שונים בכמויות שונות.

הדרישות מהתוכנה נחלקות לשתי רמות: רמת החנות, רמת הרשת.
הדרישות מהתוכנה ברמת החנות:

— החזרת שווי המלאי שבחנות
— החזרת רשימת הדגמים של מוצר, שהכמות שלהם במלאי החנות קטנה ממספר נדרש, limit

הדרישות מהתוכנה ברמת הרשת:

— החזרת שווי המלאי שבכל הרשת
— החזרת רשימת הדגמים של מוצר, שהכמות שלהם במלאי בכל הרשת קטנה ממספר נדרש, limit

)שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.(

/המשך בעמוד 36/

עליך לתכנן את המחלקות הנדרשות בעבור כתיבת התוכנה. התכנון של המחלקות צריך להיות באופן המתאים ביותר לעקרונות של תכנות מונחה עצמים (הכמסה — encapsulation , הורשה — inheritance , פולימורפיזם — polymorphism).

א. צייר את היררכיית המחלקות הנדרשות. בציורך השתמש בסימנים האלה:

ב. בעבור כל מחלקה שכללת בציור, הגדר את התכונות והפעולות שלה.
יש לכלול רק את הפעולות הנחוצות כדי לענות על הדרישות מהתוכנה שתוארו בתחילת השאלה.
בעבור כל תכונה, רשום את ההגדרה שלה ב-C# , ואת התיעוד שלה.
בעבור כל פעולה, רשום את הכותרת שלה ב-C# , ורשום תיעוד הכולל מה היא מקבלת ומה היא מחזירה. אין צורך לממש את הפעולה.
אין צורך לרשום פעולות בונות, פעולות קובעות (פעולות Set) ופעולות מאחזרות (פעולות Get) של התכונות שאתה מגדיר.

/המשך בעמוד 37/

24. לפניך פרויקט, ובו המחלקות Base , Derived1 , Derived2 , Derived3 , וProgram- .

```
public class Base
{
	protected int num;

	public Base (int n)
	{
		this.num = n;
	}

	protected virtual void DoSomeWork()
	{
		Console.WriteLine("num = " + this.num);
	}

	public void Run()
	{
		if (this.num%2 == 0)
			DoSomeWork();
	}

}

public class Derived1 : Base
{
	private int num1;

	public Derived1(int n , int n1) : base(n)
	{
		this.num1 = n1;
	}


	protected override void DoSomeWork()
	{
		Multiplication();
	}


	public void Multiplication()
	{
		Base.DoSomeWork();
		Console.WriteLine("num1 = " + this.num1);
		Console.WriteLine("num * num1 = " + this.num * this.num1);
	}
}
```

)שים לב: המשך השאלה בעמודים הבאים.(

/המשך בעמוד 38/

```
public class Derived2 : Base
{
        private int num2;

        public Derived2(int n , int n2) : base(n)
        {
                this.num2 = n2;
        }


        protected override void DoSomeWork()
        {
                Division();
        }

        public void Division ()
        {
                Base.DoSomeWork();
                Console.WriteLine("num2 = " + this.num2);
                Console.WriteLine("num / num2 = " + this.num / this.num2);
        }
}

public class Derived3 : Base
{
        private int num3;

        public Derived3(int n, int n3) : base(n)
        {
                this.num3 = n3;
        }

        protected override void DoSomeWork()
        {
                Multiplication();
                Division();
        }

        public void Multiplication()
        {
                Base.DoSomeWork();
                Console.WriteLine("num3 = " + this.num3);
                Console.WriteLine("num * num3 = " + this.num * this.num3);
        }
```

)שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.(

/המשך בעמוד 39/

```
        public void Division()
        {
            Base.DoSomeWork();
            Console.WriteLine("num3 = " + this.num3);
            Console.WriteLine("num / num3 = " + this.num / this.num3);
        }
}

public class Program
{
        public static void Main(string[] args)
        {
            Base[] arr = new Base[5];
            arr[0] = new Derived1(12 , 22);
            arr[1] = new Derived2(33 , 44);
            arr[2] = new Derived3(54 , 34);
            arr[3] = new Derived1(51 , 72);
            arr[4] = new Derived2(58 , 99);

            for (int i = 0; i < arr.Length; i++)
                arr[i].Run();

            if (arr[2] is Derived3)
            {
                arr[2].Run();
            }

            if (arr[3] is Derived2)
            {
                arr[3].Run();
            }
        }
}
```

כתוב מעקב אחר הפעולה Main במחלקה Program, וכתוב את הפלט.

במעקב יש לכלול את ערכי המשתנים, ובעבור כל עצם — את ערכי התכונות שלו.