

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, — (25×2) — 50 נקודות
ומהן יש לענות על שתיים.
פרק שני – בפרק זה שאלות בארבעה מסלולים שונים — (25×2) — 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 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 בטיטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
רשום "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. רישום טייטות 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 משני הפרקים, לפי ההוראות בכל פרק.

פרק ראשון (50 נקודות)

ענה על שתיים 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 (y, x)

- { 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 (y, x)

- { 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 $n, p1$ ו- p . n הוא גודל המערך, ו- $1 \leq p1 \leq p \leq n$.
- { הפעולה מחזירה ...

(1) אם $p = p1$ אזי החזר 0

(2) ערך-מוחלט-של-ההפרש $x \leftarrow (a[p], a[p1])$

(3) סוד1 $y \leftarrow (a, n, p1 + 1, p)$

(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 n, p ו- $p2$. n הוא גודל המערך, ו- $1 \leq p \leq p2 \leq n$.
- { הפעולה מחזירה ...

(1) אם $p = p2$ אזי החזר 0

(2) ערך-מוחלט-של-ההפרש $x \leftarrow (a[p], a[p2])$

(3) סוד2 $y \leftarrow (a, n, p, p2 - 1)$

(4) החזר גדול-בין-שניים (x, y)

סוד 3 (a, p, n)

{ הפעולה מקבלת מערך a , המכיל מספרים שלמים וגדולים מ-0, }
 { ושני מספרים שלמים n ו- p . n הוא גודל המערך, ו- $1 \leq p \leq n$. }
 { הפעולה מחזירה... }

(1) החזר גדול-בין-שניים (סוד 1 $(a, n, 1, p)$, סוד 2 (a, n, p, n))

סוד 4 (a, n)

{ הפעולה מקבלת מערך a , המכיל מספרים שלמים וגדולים מ-0, ומספר שלם n . }
 { n הוא גודל המערך. }
 { הפעולה מחזירה... }

(1) **סוד 3** $k \leftarrow (a, 1, n)$

(2) עבור i מ-2 עד n בצע:

(2.1) **סוד 3** $t \leftarrow (a, i, n)$

(2.2) אם $t > k$ אזי

$k \leftarrow t$ (2.2.1)

(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 **סוד 3** $(a, 4, 5)$? רשום את המעקב.

ב. מה מבצע האלגוריתם **סוד 3** (a, p, n) בעבור מערך a בגודל n ומספר שלם p ,
 $1 \leq p \leq n$?

ג. מה יחזיר הזימון **סוד 4** $(a, 5)$? רשום את המעקב אחר ביצוע **סוד 4**. אין צורך להראות מעקב אחר ביצוע **סוד 3**.

ד. מה מבצע האלגוריתם **סוד 4** (a, n) בעבור מערך a בגודל n ?

2. טיפוס הנתונים **מיון-בתחומים** מאפשר לשמור כמות גדולה של מספרים שלמים, שונים זה מזה, הממוינים לפי תחומים. לכל תחום מוגדר ערך מינימלי וערך מקסימלי. כל תחום כולל מספרים הגדולים מהערך המינימלי או שווים לו, וקטנים מהערך המקסימלי. לתחום האחרון מוגדר רק ערך מינימלי, והוא כולל מספרים הגדולים מערך זה או שווים לו. טיפוס הנתונים **מיון-בתחומים** מורכב מ:

mins — מערך חד-ממדי בגודל 100 המכיל מספרים שלמים שונים זה מזה,

הממוינים בסדר עולה. כל מספר מייצג ערך מינימלי של תחום.

values — מערך חד-ממדי בגודל 100 המכיל רשימות. כל רשימה מכילה מספרים

שלמים שונים זה מזה, הממוינים בסדר עולה.

ברשימה שנמצאת במקום ה- k במערך values נמצאים מספרים הגדולים

מן הערך שנמצא במקום ה- k במערך mins או שווים לו, וקטנים מן

הערך שנמצא במקום ה- $k+1$ במערך mins. ברשימה האחרונה נמצאים

מספרים הגדולים מן הערך המינימלי של התחום האחרון או שווים לו.

current — מספר שלם המייצג את מספר התחומים הנוכחי שיש במערך mins.

לדוגמה: בעבור המספרים האלה: 1, 700, 556, 120, 220, 9, 6, 99, 555

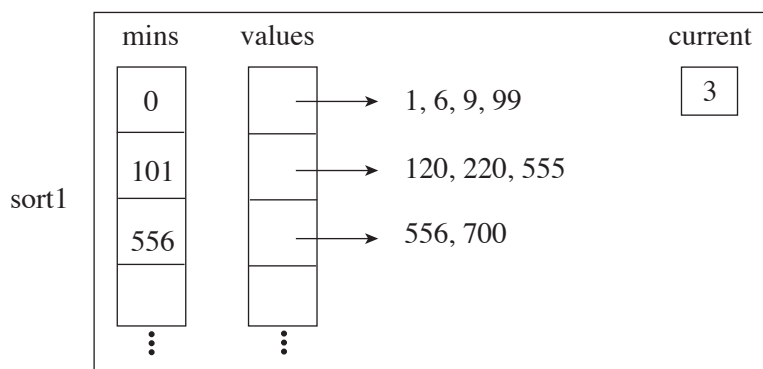
ושלושת התחומים האלה:

i מספרים הגדולים מ-0 או שווים לו וקטנים מ-101

ii מספרים הגדולים מ-101 או שווים לו וקטנים מ-556

iii מספרים השווים ל-556 או גדולים ממנו

sort1 מטיפוס **מיון-בתחומים** יהיה:



לפותרים בפסקל או ב-C

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

3. בעלים של חנות למשחקי מחשב רוצים לבנות מאגר מידע על 100 המשחקים שמוצעים למכירה בחנות.

מאגר המידע יאפשר לתת ללקוחות מידע על המשחקים האלה, והוא מתעדכן בכל פעם שלקוח משתמש במשחק.
בעבור כל משחק 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.

לפותרים בפסקל או ב-C

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.

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 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.

הערה: 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`.

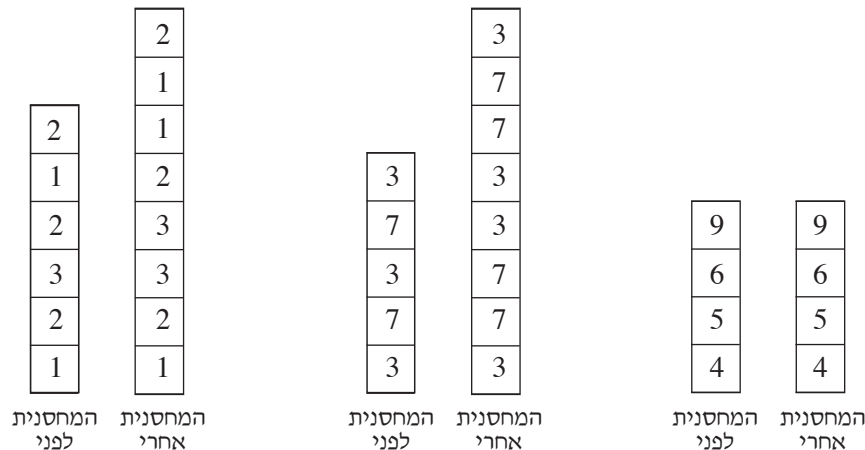
4. **איבר מחליף כיוון** הוא מספר בסדרת מספרים שבו משתנה סדר המיון בין איברים סמוכים מעלייה לירידה או מירידה לעלייה. **איבר מחליף כיוון** שייך גם לרצף של מספרים הממוינים בסדר עולה וגם לרצף של מספרים הממוינים בסדר יורד.

לדוגמה: 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.

דוגמאות:



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

הערה:

לפותרים בפסקל או ב-C :

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

לפותרים ב-Java או ב-C# :

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

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	

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.)

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 CF , SF , ZF , BX , AX בכל שלב.

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	

ב. (אין קשר לסעיף א.)

במקטע הנתונים הוגדרו מערך A ומשתנה Y :

A DB 10 DUP (?) ; מציין (אינדקס) המערך מקבל ערכים מ-0 עד 9 ;
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, iv-i , באסמבלר.

בעבור כל אחד מהקטעים iv-i , 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 |

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 ספרה 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: 0110110010110110, יוצב באוגר BL המספר 3.

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.

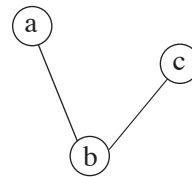
ב. בעבור אילו ערכים של α יש למערכת המשוואות פתרון יחיד?

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

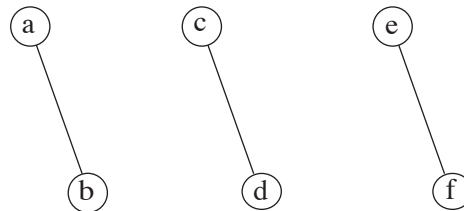
10. גרף G נקרא גרף פשוט, אם אין בו לולאות ואין בו קשתות מרובות (אין יותר מקשת אחת בין שני קדקודים).

בעבור גרף פשוט G שקבוצת הקדקודים שלו היא V וקבוצת הקשתות שלו היא E , הגרף המשלים \bar{G} הוא הגרף שקבוצת הקדקודים שלו אף היא V , וקבוצת הקשתות שלו היא הקבוצה \bar{E} . לכל זוג קדקודים u ו- v בקבוצה V הקשת (u, v) נמצאת בקבוצה \bar{E} , אם היא לא נמצאת בקבוצה E . כלומר $\bar{E} = \{(u, v) \mid u, v \in V, (u, v) \notin E\}$.
א. בעבור כל אחד מן הגרפים הפשוטים i-iii שלפניך, צייר את הגרף המשלים שלו.

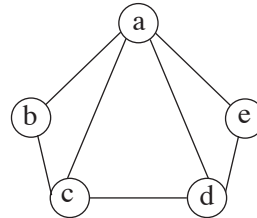
i



ii



iii



ב. G הוא גרף שלם פשוט. תאר את הגרף המשלים \bar{G} .

ג. i. צייר גרף פשוט G_1 ואת הגרף המשלים שלו \bar{G}_1 כך שבגרף G_1 יש מעגל אוילר, וגם בגרף \bar{G}_1 יש מעגל אוילר.

ii. צייר גרף פשוט G_2 ואת הגרף המשלים שלו \bar{G}_2 כך שבגרף G_2 יש מעגל אוילר, ואילו בגרף \bar{G}_2 אין מעגל אוילר.

ד. i. צייר גרף פשוט G_3 ואת הגרף המשלים שלו \bar{G}_3 כך שבגרף G_3 יש מעגל המילטון, וגם בגרף \bar{G}_3 יש מעגל המילטון.

ii. צייר גרף פשוט G_4 ואת הגרף המשלים שלו \bar{G}_4 כך שבגרף G_4 יש מעגל המילטון, ואילו בגרף \bar{G}_4 אין מעגל המילטון.

11. א. i נתון הדקדוק G_1 :

$$S \rightarrow AbA$$

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

$$B \rightarrow aa$$

מהי השפה הנוצרת על ידי הדקדוק G_1 ?

ii נוסף לדקדוק G_1 את הכלל:

$$B \rightarrow a$$

ונסמן את הדקדוק שהתקבל G'_1 .

מהי השפה הנוצרת על ידי הדקדוק G'_1 ?

ב. i נתון הדקדוק G_2 :

$$S \rightarrow AbA$$

$$A \rightarrow AB \mid a$$

$$B \rightarrow a$$

מהי השפה הנוצרת על ידי הדקדוק G_2 ?

ii נוסף לדקדוק G_2 את הכלל:

$$B \rightarrow \varepsilon$$

ונסמן את הדקדוק שהתקבל G'_2 .

מהי השפה הנוצרת על ידי הדקדוק G'_2 ?

ג. i נתון הדקדוק G_3 :

$$S \rightarrow AbA$$

$$A \rightarrow ABB \mid \varepsilon$$

$$B \rightarrow a$$

מהי השפה הנוצרת על ידי הדקדוק G_3 ?

ii נוסף לדקדוק G_3 את הכלל:

$$B \rightarrow \varepsilon$$

ונסמן את הדקדוק שהתקבל G'_3 .

מהי השפה הנוצרת על ידי הדקדוק G'_3 ?

12. א. כלבים, חתולים ועכברים צועדים בתהלוכה בזה אחר זה. תהלוכה חוקית היא תהלוכה

המתנהלת לפי הכללים האלה:

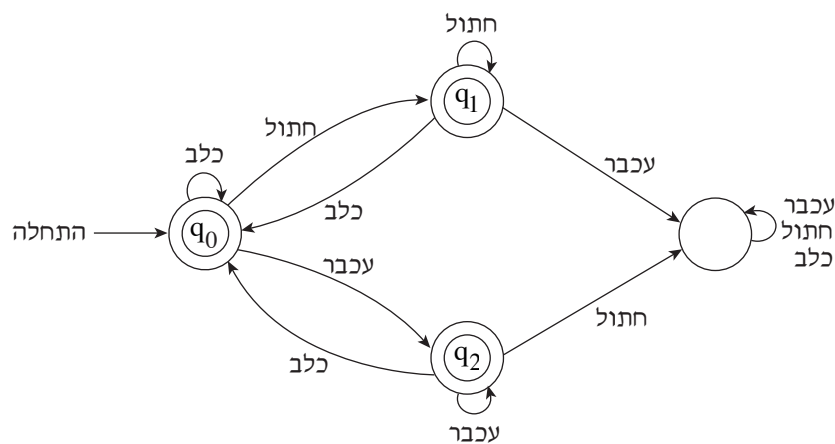
- חתול אף פעם לא יעמוד לבדו בין שני כלבים.
 - בראש התהלוכה תמיד יהיה כלב.
 - עכבר לא יכול להיות אחרון בתהלוכה.
- כתוב אוטומט סופי דטרמיניסטי שיקבל את כל התהלוכות החוקיות.

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.



מודלים חישוביים

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

13. נתונה מחרוזת אינסופית: $\dots 3123123123123 \dots$

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

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 הא"ב $\{0, 1\}$.

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

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

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

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

$$L_5 = \{w \mid w = xxy, 0 < |x| < 5, \{0, 1\} \text{ מעל הא"ב} \}$$

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 כל אחת מהשפות i-ii שלפניך.

$$\bar{L}_2 \quad \text{i}$$

$$\bar{L}_3 \quad \text{ii}$$

ג. לכל אחת מהטענות i-iv שלפניך, נמק מדוע היא אינה נכונה.

$$L_1 \cap L_2 = \emptyset \quad \text{i}$$

$$\bar{L}_3 \subset \bar{L}_4 \quad \text{ii}$$

$$L_4 \cdot L_4 \neq L_4 \quad \text{iii}$$

$$L_5 \cap L_3 = \emptyset \quad \text{iv}$$

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 $\{a, b, c\}$:

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

לדוגמה: 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:

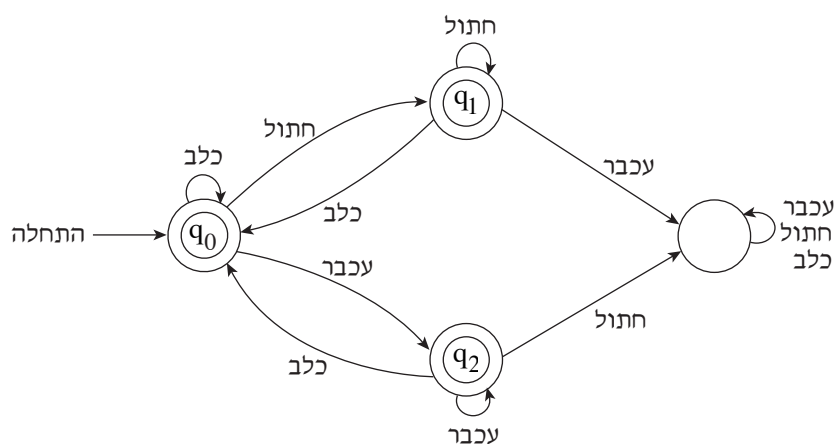
- חתול אף פעם לא יעמוד לבדו בין שני כלבים.
 - בראש התהלוכה תמיד יהיה כלב.
 - עכבר לא יכול להיות אחרון בתהלוכה.
- כתוב אוטומט סופי דטרמיניסטי שיקבל את כל התהלוכות החוקיות.

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.



תכנות מונחה עצמים

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

17. לפיך 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 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.)

```

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 כלי התחבורה בחברה
    private int counter = 0; // מספר כלי התחבורה שיש בפועל

    public TransportationCompany()
    {
    }

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

```

(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

א. ממש ב-Java 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++)
    {
        System.out.println((i+1) + ":" + this.vehicles[i]);
    }
}
```

ממש ב-Java 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 מממש, רשום לאיזו מחלקה היא שייכת.
אן לשנות את הפעולה display().

ג. ממש ב-Java 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. אן לשנות את הפעולות הקיימות בפרויקט.

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 שנמצאים עכשיו בספרייה (לא מושאלים).
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.)

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. בצורך השתמש בסימנים האלה:

———▷ ירושה
———◆ הכלה

ב. בעבור כל מחלקה שכללת בצורך, 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.

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.)

```

    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.

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.)

```
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 כלי התחבורה בחברה
    private int counter = 0; // מספר כלי התחבורה שיש בפועל

    public TransportationCompany()
    {
    }

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

(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

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.WriteLine((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 מממש, רשום לאיזו מחלקה היא שייכת. אנן 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. אנן לשנות את הפעולות הקיימות בפרויקט.

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). לפיכך 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 שנמצאים עכשיו בספרייה (לא מושאלים).
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-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.

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.)

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. בצורך השתמש בסימנים האלה:

—▷ ירושה
—◆ הכלה

ב. בעבור כל מחלקה שכללת בציר, 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.

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

```
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.)

```

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.)

```

    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.

בהצלחה!

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