

סוג הבחינה: א. בגרות לבתי ספר על-יסודיים
ב. בגרות לנבחנים חיצוניים
מועד הבחינה: קיץ תש"ע, 2010
מספר השאלה: 603, 899205

מַדְעָי הַמִּחְשָׁב ב'

2 ייחדות לימוד (השלמה ל-5 יח"ל)

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שלוש שעות.
- ב. מבנה השאלה ופתח הערכה: בשאלון זה שני פרקים.
פרק ראשון – בפרק זה ארבע שאלות,
ומהן יש לענות על שתיים.
- פרק זה שאלות באربعة מסלולים שונים – (25x2) – 50 נקודות
עונה על שאלות בק במסלול של마다,
לפי ההוראות בקבוצת השאלות במסלול זה.
סה"כ – 100 נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: כל חומר עוז, חוץ ממחשב הניתן לתוכנות.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) את בל התכניות שאתה נדרש לכתוב בכתב בשפת מחשב בפרק הראשון
כתב בשפה אחת בלבד – C# או Java.
- (2) רשום על הרכבה החיצונית של המחברת באיזו שפה אתה כותב – C# או Java
- (3) רשום על הרכבה החיצונית של המחברת את שם המסלול של마다,
אחד מארבעת המסלולים: מערכות מחשב ואסמבילר, מבוא לחקיר ביצועים,
מודלים חישוביים, תוכנות מונחה עצמים.

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

כתב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב בטיווח (ראשי פרקים, חישוביים וכדומה).
רשום "טיווח" בראש כל עמוד טיווחה. רישום טיווחות כלשון על דפים שמצוין למחברת הבחינה עלול לגרום לפיטילת הבחינה!

הנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות לנבחנים כאחד.

בהתכלחה!

/המשך לדף/

השאלות

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

פרק ראשון (50 נקודות)

שים לב: בכל שאלה שנדרש בה מימוש אתה יכול להשתמש בפעולות של המחלקות Stack<T>, Queue<T>, List<T>, Node<T>
אם אתה משתמש בפעולות נוספות عليك למשם אותן.

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

1. כתוב פעולה חיצונית המקבלת שתי מחסניות st1, st2 המכילות מספרים שלמים וגדולים מ-0. הפעולה תחזיר את **סכום** של זוג האיברים **הסמוכים** הקרוב ביותר בראש המחסנית st1, שסכום גודל מהסכום של כל זוג איברים סמוכים במחסנית st2. אם אין זוג כזה – הפעולה תחזיר 0.
הנה שבכל אחת מהמחסניות יש לפחות שני איברים.

לדוגמא:

2	7
8	9
4	12
13	8
4	14
1	6
9	7
11	
	st1
	st2

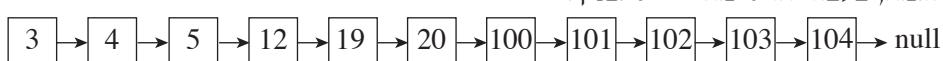
סכום האיברים הסמוכים 9 ו-12 במחסנית st1 גודל יותר מאשר סכום כל שני איברים סמוכים במחסנית st2, ולכן הפעולה תחזיר 21.

שים לב: במחסנית st1 יש גם זוג איברים סמוכים שסכוםם גדול יותר מ-21, אך הוא מופיע עמוק יותר במחסנית מזוג האיברים הסמוכים 9 ו-12.

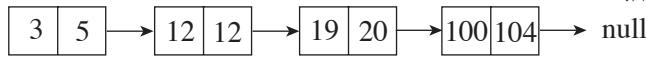
הערה: אין צורך לשמר על תוכנן המקורי של המחסניות.
/המשך בעמוד 3/

L היא רשימה המכילה מספרים שלמים שונים זה מזה וממיינים בסדר עולה.
רשימת הטוחחים של L היא רשימה חדשה שנבנית באופן הזה: בעבור כל רצף של מספרים עוקבים ב- L יהי רשימת הטוחחים איבר אחד שמכיל שני מספרים. מספר אחד הוא המספר הקטן ביותר ברצף, והמספר השני הוא המספר הגדול ביותר ברצף. רצף יכול להיות באורך 1 או יותר. אם הרצף הוא באורך 1, הוא מיוצג **רשימת הטוחחים על ידי איבר שני המספרים בו שוים.**

לדוגמה, בעבור הרשימה L שלפניך:



רשימת הטוחחים של L תהיה:



לפניך תיאור חלקו של המחלקה **RangeNode**, המיצגת איבר **רשימת הטוחחים**.

RangeNode
private int from; // המספר הקטן ביותר ברצף
private int to; // המספר הגדול ביותר ברצף
public RangeNode(int from, int to)

ממש ב- Java או ב- C# פעולה חיצונית שתקבל רשימה לא ריקה, המכילה מספרים שלמים שונים זה מזה וממיינים בסדר עולה, ותחזיר את **רשימת הטוחחים** שלה.

cotreta הפעולה ב- Java היא:

```
public static List<RangeNode> createRangeList(List<Integer> sourceList)
```

cotreta הפעולה ב- C# היא:

```
public static List<RangeNode> CreateRangeList(List<int> sourceList)
```

הנה שלכל אחת מהתכונות במחלקה **RangeNode** יש פועלות get ו- set. אתה יכול להשתמש בפעולות אלה וב פעולה הבונה של המחלקה **RangeNode** בלי למש אותה. אם אתה משתמש בפעולות נוספות, عليك למש אותה.

שם לב: לשאלה זו שני נוסחים: אחד ב- Java (עמודים 4-5), ואחד ב- C# (עמודים 6-7). עבוד על פי השפה שלמדת.

לפתרונות ב- Java

גולשים באתר "פטפטת" יכולים לשלוח הודעות זה לזה. לכל גולש מוקצת תיבת הודעות בגודל 100 קילו-בית. בכל תיבה מאוחסנות ההודעות שהגולש קיבל. לכל הודעה מוקצת מספר סידורי. ככל שההודעה חדשה יותר המספר הסידורי שלה גבוהה יותר. כל הודעה מכילה את שם השולח, תוכן ההודעה, מספר סידורי, גודל ההודעה בקילו-בית. גודל ההודעה הוא מספר שלם.

لتיבת ההודעות יש סל אשה שהוא חלק מהתיבה.

ההודעות שנמצאות בתיבת ההודעות ואני בסל האשה נקראות הודעות פעילות.

גולש יכול להעביר הודעות פעילות לסל האשה או למחוק הודעה שנמצאת בסל האשה. העברת הודעות לסל האשה אינה גורמת לשינוי המספר הסידורי שלהן.

ההודעות שנמחקו מסל האשה אין קיימות יותר בתיבה. מחיקת הודעות אינה גורמת לשינוי המספר הסידורי של ההודעות שנשארו בתיבה.

לפניך חלק מממשק המחלקה **תיבת הודעות – MessageBox** :

MessageBox	
public MessageBox(String owner)	פעולה בונה מקבלת את שם בעל התיבה ויוצרת תיבה ריקה בגודל 100 קילו-בית.
public boolean addMessage(Message m)	פעולה המוסיפה הודעה חדשה m מטיפוס Message. אם אין די מקום בתיבה להודעה החדשה, יימחקו מסל האשה הקיימת בעלות המספריים הסידוריים הנמוכים ביותר עד שיהיה די מקום להודעה החדשה. אם אין די מקום בתיבה ואין די הודעות למחוק בסל האשה, ההודעה לא תנתווסף لتיבה, ולא יימחקו הודעות מסל האשה. הפעולה תחזיר true אם ההודעה הוספה لتיבה, אחרת הפעולה תחזיר false. <u>הנקודות:</u> ל- m יש מספר סידורי מעודכן. גודל ההודעה קטן מגודל תיבת ההודעות.
public int removeFromBin()	פעולה המוחקת את ההודעה בעלת המספר הסידורי הקטן ביותר בסל האשה ומחזירה את גודלה בקילו-בית.
public void emptyBin()	פעולה המוחקת את כל ההודעות מסל האשה.
public int getActiveSize()	פעולה המחזירה את סך כל הגודל בקילו-בית שתופות כל ההודעות הפעילות.
public int getBinSize()	פעולה המחזירה את סך כל הגודל בקילו-בית שתופות כל ההודעות בסל האשה.

/המשך בעמוד 5/

א. כתוב ב- Java את כוורתה המחלקה **MessageBox** המייצגת הודעה ב-, ואת התוכנות שלה. רשום תיעוד לכל תוכנה.

ב. כתוב ב- Java את כוורתה המחלקה **MessageBox** ואת התוכנות שלה. רשום תיעוד לכל תוכנה.

ג. ממש ב- Java את הפעולה `addMessage` המוצגת במסמך המחלקה **MessageBox**. מוביל למשאתה יכול להשתמש בפעולות האחריות של המחלקה **MessageBox** מבלתי למשאותן.

אתה יכול להשתמש בפעולות האחריות של המחלקה **MessageBox** שיש פועלות `get` ו- `set`.

ד. לאחר שגולשים "פטפטנים" רבים ביקשו להגדיל את התיבת, הוחלט שפעם ביום תעבורו המערכת על כל התיבות של הגולשים ותקlein או תגדיל את התיבות לפי הפעולות שלהם. תיבה שהתפוצה שלה יותר מ- 80% תוגדל פי 2, ותיבה שהתפוצה שלה פחות מ- 30% תוקנו בחצי.

(1) אם לאור החלטה זו, תצרוך לשנות את תוכנות המחלקה **MessageBox** שכתבה בסעיף ב? אם כן – הסבר מדוע, וכותב את התוכנות החדשות, ואם לא – הסבר מדוע.

(2) אם לאור החלטה זו, תצרוך לשנות את הפעולה שכתבה בסעיף ג? אם כן – הסבר אילו שינויים יש לעשות, ואם לא – הסבר מדוע.

פתרונות ב- C#

גולשים באתר "פטפטת" יכולים לשלווה הודעות זה זהה. לכל גולש מוקצת תיבת הודעות בגודל 100 קילו-בית. בכל תיבת מאוחסנות ההודעות שהגולש קיבל. לכל הודעה מוקצת מספר סידורי. ככל שההודעה חדשה יותר המספר הסידורי שלה גבוהה יותר. כל הודעה מכילה את שם השולח, תוכן ההודעה, מספר סידורי, גודל ההודעה בקילו-בית. גודל ההודעה הוא מספר שלם. לתיבת ההודעות יש סל אשפה שהוא חלק מהຕיבת. ההודעות שנמצאות בתיבת ההודעות ואין בסל האשפה נקראות ההודעות פעילות. גולש יכול להעביר ההודעות פעילות לסל האשפה או למחוק ההודעות שנמצאות בסל האשפה. העברת ההודעות לסל האשפה אינה גורמת לשינוי המספר הסידורי שלן. ההודעות שנמחקו מסל האשפה אין קיימות יותר בתיבת. מחיקת ההודעות אינה גורמת לשינוי המספר הסידורי של ההודעות שנשארו בתיבת.

לפניך חלק מממשק המחלקה **תיבת הודעות – MessageBox :**

MessageBox	
public MessageBox(string owner)	פעולה בונה מקבלת את שם בעל התיבת ויוצרת תיבת ריקה בגודל 100 קילו-בית.
public bool AddMessage(Message m)	פעולה המוסיפה הודעה חדשה <i>m</i> מטיפוס <i>Message</i> . אם אין די מקום בתיבת הודעה החדשה, ימחקו מסל האשפה ההודעות בעלות המספרים הסידוריים הנוכנים ביותר עד שייהי די מקום להודעה החדשה. אם אין די מקום בתיבת וain די הודעות למחוק בסל האשפה, ההודעה לא תתווסף לתיבת, ולא ימחקו הודעות מסל האשפה. הפעולה תחזיר <i>true</i> אם ההודעה הוספה לתיבת, אחרת הפעולה תחזיר <i>false</i> . <u>הנחות:</u> <i>m</i> יש מספר סידורי מעודכן. גודל ההודעה קטן מגודל תיבת ההודעות.
public int RemoveFromBin()	פעולה המוחקת את הודעה בעלת המספר הסידורי הקטן ביותר בסל האשפה ומחזירה את גודלה בקילו-בית.
public void EmptyBin()	פעולה המוחקת את כל ההודעות מסל האשפה.
public int GetActiveSize()	פעולה המחזיר את סך כל הגודל בקילו-בית שטופסות כל ההודעות הפעילות.
public int GetBinSize()	פעולה המחזיר את סך כל הגודל בקילו-בית שטופסות כל ההודעות בסל האשפה.

- א. כתוב ב- C# את כוורתה המחלקה **MessageBox** המייצגת הודעה ב-, ואת התכונות שלה. רשום תיעוד לכל תכונה.
- ב. כתוב ב- C# את כוורתה המחלקה **MessageBox** ואת התכונות שלה. רשום תיעוד לכל תכונה.
- ג. ממש ב- C# את הפעולה `AddMessage` המוצגת במשק המחלקה **MessageBox** מוביל למשתמש יכול להשתמש בפעולות האחריות של המחלקה **MessageBox** אתה יכול להשתמש בפעולות האחריות של המחלקה **MessageBox** מוביל למשתמש אותן.
- ד. לאחר שגולשים "פטפטנים" רבים ביקשו להגדיל את התיבת, הוחלט שפעם ביום תעבור המערכת על כל התיבות של הגולשים ותקטין או תגדיל את התיבות לפיה הפעולות שלהם. תיבה שהתפסה שלה יותר מ- 80% תוגדל פי 2, ותיבה שהתפסה שלה פחות מ- 30% תוקטן בחצי.
- (1) אם לאור החלטה זו תצטרכ לשנות את תכונות המחלקה **MessageBox** שכתבת בסעיף ב? אם כן – הסבר מדוע, וכותב את התכונות החדשות, ואם לא – הסבר מדוע.
- (2) אם לאור ההחלטה זו תצטרכ לשנות את הפעולה שכתבת בסעיף ג? אם כן – הסבר אילו שינויים יש לעשות, ואם לא – הסבר מדוע.

שם לב: לשאלת זו שני נוסחים: אחד ב- Java (עמודים 8-9) , ואחד ב- C# .⁴

(עמודים 10-11). עבוד על פי השפה שלמדת.

פתרונות ב- Java

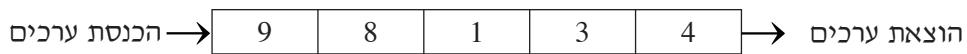
. לפניך 2 פועלות חיצונית הכתובות ב- Java

```
public static void sod1(Queue<Integer> qu , Stack<Integer> st)
{
    if (!(qu.isEmpty()))
    {
        int x = qu.remove();
        sod1(qu , st);
        st.push(x);
        qu.insert(x);
    }
}

public static void sod2(Queue<Integer> qu , Stack<Integer> st)
{
    if (!(qu.isEmpty()))
    {
        int x = qu.remove();
        sod2(qu , st);
        int y = st.pop();
        qu.insert(x + y);
    }
}
```

/המשך בעמוד 9/

נתון התוור Queue<Integer> myQueue מטיפוס



ונתנו קטע התוכנית:

```
Stack<Integer> myStack = new Stack<Integer>();
sod1(myQueue, myStack);
sod2(myQueue, myStack);
```

א. (1) עקב אחר הביצוע של קטע התוכנית ורשום את המערך.

(2) ענה על התת-סעיפים (i)-(iii) על פי המערך שרשמה.

(i) כתוב מה הכליל התוור Queue<Integer> ומה הכלילה המחסנית myStack

sod1(myQueue, myStack); לאחר היזיון:

(ii) כתוב מה מכיל התוור Queue<Integer> ומה מכילה המחסנית myStack

בסוף קטע התוכנית.

ב. מה מבצעת הפעולה sod1 בעבור תור כלשהו לא ריק Queue<Integer> myQueue מטיפוס

?Stack<Integer>

מה מבצע קטע התוכנית בעבור תור כלשהו לא ריק Queue<Integer> myQueue מטיפוס

?Stack<Integer>

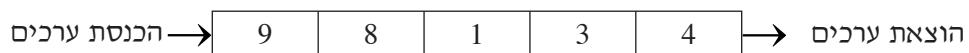
C# לפתרים ב-

. לפניך 2 פעולות חיצונית הכתובת ב- C#

```
public static void Sod1 (Queue<int> qu , Stack<int> st)
{
    if (! (qu.IsEmpty()))
    {
        int x = qu.Remove();
        Sod1(qu , st);
        st.Push(x);
        qu.Insert(x);
    }
}

public static void Sod2 (Queue<int> qu , Stack<int> st)
{
    if (! (qu.IsEmpty()))
    {
        int x = qu.Remove();
        Sod2(qu , st);
        int y = st.Pop();
        qu.Insert(x + y);
    }
}
```

נתון התור Queue<int> myQueue מטיפוס



ונתנו קטע הוכנית:

```
Stack<int> myStack = new Stack<int>();
Sod1(myQueue, myStack);
Sod2(myQueue, myStack);
```

א. (1) עקוב אחר הביצוע של קטע הוכנית ורשות את המעקב.

(2) ענה על התת-סעיפים (i)-(ii) על פי המעקב שרשמה.

(i) כתוב מה הכליל התור Queue<int> myQueue ומה הכלילה המחסנית myStack

Sod1 (myQueue, myStack); לאחר חזימון:

(ii) כתוב מה מכיל התור Queue<int> myQueue ומה מכילה המחסנית myStack

בסוף קטע הוכנית.

ב. מה מבצעת הפעולה Sod1 בעבר תור כלשהו לא ריק Queue<int> myQueue מטיפוס

?Stack<int> myStack ריקה מטיפוס Queue<int>

ג. מה מבצע קטע הוכנית בעבר תור כלשהו לא ריק Queue<int> myQueue מטיפוס

?Stack<int> myStack ריקה מטיפוס Queue<int>

פרק שני (50 נקודות)

בפרק זה שאלות באربعة מסלולים שונים:

מערכות מחשב וasmblr, עמ' 12-17

מבוא לחקיר ביצועים, עמ' 18-28

מודלים חישוביים, עמ' 29-32

תכונות מונחה עצמים ב-, Java, C#, עמ' 43-55; תכונות מונחה עצמים ב-, עמ' 45-55.

ענה רק על שאלות במסלול שלמה

מערכות מחשב וasmblr

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

5. בשאלת זו שני סעיפים, א-ב, שאין קשר ביניהם. ענה על שניהם.

א. במקטע הנתונים הוגדר מערך:

ARR DB 5 DUP(?)

. לפניך 4 קטעים i-iv באסմבלר שטרם לאותל ל- 0 את כל תא המערך ARR.

עקב בעורת טבלת מעקב אחרי הביצוע של בל אחד מהקטעים i-iv שלפניך, וקבע

אם הוא מבצע את הנדרש או אינו מבצע את הנדרש.

i	MOV	SI , 0
	MOV	CX , 4
A1:	MOV	ARR[SI] , 0
	INC	SI
	LOOP	A1

ii	MOV	CX , 5
	LEA	BX , ARR
	MOV	AL , 0
A1:	MOV	[BX] , AL
	INC	BX
	LOOP	A1

iii	MOV	BX , 5
	DEC	BX
A1:	MOV	ARR[BX] , 0
	DEC	BX
	JNZ	A1

iv	MOV	DI , 0
A1:	MOV	ARR[DI] , 0
	INC	DI
	CMP	DI , 5
	JC	A1

.ב. (אין קשר לסעיף א.)

במחסנית מאוחסנים 10 מספרים בגודל מילה.

בין המספרים האלה יש להשאיר במחסנית רק את המספרים הזוגיים שקטנים מ-0.

כמו כן יש לאחסן באוגר DX את כמות המספרים שנשארו במחסנית.

הנה שיש לפחות מספר זוגי אחד שקטן מ-0.

לפניך קטע תוכנית המבצע זאת.

מikutע התוכנית הושםלו שורות במקומות המסומנים במספרים i-vi.

רשות במחברתך את מספרי השורות המסומנות, וכתוב ליד כל אחד מהמספרים את

שורת הפוקודה החסירה, כדי שיקטע התוכנית יבצע את הנדרש.

	MOV	CX , 10
	MOV	BX , 0
A1:	POP	AX
	MOV	DX , AX
i	_____	_____
	JC	A2
ii	_____	_____
	SHL	DX , 1
	JNC	A2
	MOV	[BX] , AX
iii	_____	_____
iv	A2:	_____
	SUB	BX , 2
	A3:	MOV AX , [BX]
v	_____	_____
	INC	CX
vi	_____	_____
	CMP	BX , 0
	JGE	A3
	MOV	DX , CX

- בשאלה זו שני סעיפים, א-ב, שאין קשר ביניהם. ענה על שניהם.
- א. הפעולה עצרת על מספר K שלם וגדול מ- 0 מחשבת את מכפלת המספרים מ- 1 עד K, ומסומנת ! K!

$$K! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \dots \cdot (K - 1) \cdot K$$

$$5! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5$$

לדוגמא: לפניך 4 קטעים i-iv באSEMBLER, שטורთם לחשב את ערך הביטוי ! K על פי ההגדרה הכתובת לעילו, ולהציג את התוצאה ב- AX.
במקרה הנתונים הוגדר:

K DW 4

עקבות בעורת טבלת מעקב אחר ביצוע בל אחד מהקטעים i-iv שלפניך, וקבע אם הוא מבצע את הנדרש או אינו מבצע את הנדרש.

i	XOR	CX , CX
	MOV	AX , 1
	MOV	CX , K
A1:	MUL	CX
	LOOP	A1
ii	MOV	AX , 1
	MOV	CX , 1
A1:	MUL	CX
	INC	AX
	CMP	AX , K
	JBE	A1
iii	XOR	CX , CX
	MOV	AX , K
	INC	CX
A1:	MUL	CX
	DEC	AX
	LOOP	A1
iv	MOV	AX , 1
	MOV	CX , K
A1:	MUL	CX
	DEC	CX
	CMP	CX , 0
	JNZ	A1

.ב. (אין קשר לסעיף א).

לפניך 10 הוראות באסמבולר, שאינן הקשורות זו לזו.

בחילוק מההוראות נפלת שגיאה.

העתק למחברתך בק את ההוראות השגויות, והסביר מהי השגיאה בכל אחת מהן.

- MOV BX , AL
- MOV [SI] , SI
- MOV AL , 100H
- AND BX , 256
- DEC DI
- SUB 5 , BX
- MOV [SI] , [BX]
- MOV [SI + DI] , AL
- ROL BX , CL
- DIV AX

7. נגידיר מערך ממויין למחצה באופן הזה:

מערך באורך זוגי המכיל מספרים גדולים מ- 0 ושיונים זה מזה, יש בו רצף של איברים סמוכים ממויין בסדר עולה, ואורך הרצף הזה לפחות מחצית מאורך המערך.

לדוגמא:

המערך בגודל 10 שלפניך הוא **ממויין למחצה**.

הרץ' של איברים המופיעים בסדר עולה נמצא בין מציין 2 למציין 6 (מסומן באפורו) ואורכו 5.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	4	3	5	10	19	35	7	1	9

במקטע הנתונים הוגדרו הנתונים כך:

LOW	DB	?
HIGH	DB	?
ARR	DB	100 DUP (?)

א. כתוב באסמלר שגרה (פרוצדורה) בשם CHECK, שתקבל את המערך ARR ושני מספרים שלמים LOW ו- HIGH (LOW קטן מ- HIGH). שני המספרים הם מציין (איינדקסים) של איברים במערך.

השגרה (פרוצדורה) תבדוק אם איברי המערך, מהאיבר שהמציין שלו הוא LOW ועד האיבר שהמציין שלו הוא HIGH (כולל LOW ו- HIGH), ממויינים בסדר עולה.

אם כן – השגרה (פרוצדורה) תאחסן 1 באונר AH, אחרת – היא תאחסן 0 ב- AH.

הנח שאיברי המערך ARR גדולים מ- 0 ושיונים זה מזה.

ב. כתוב באסמלר קטע תכנית שיבדוק אם המערך ARR הוא מערך **ממויין למחצה**.
אם כן – קטע התכנית יאחסן 1 באונר AH, אחרת – הוא יאחסן 0 ב- AH.
עליך להשתמש בשגרה (פרוצדורה) CHECK שכתבת בסעיף א.

.8. במקטע הנתונים הוגדרו הנתונים כך:

T DB 1, 2, 3, 4, 5, 6
T1 DB 6 DUP (0)
T2 DB 6 DUP (0)

לפניך קטע תכנית באסמבלה:

	LEA	BX , T
	LEA	DI , T1
	LEA	SI , T2
	MOV	CX , 6
SH:	MOV	AL , [BX]
	MOV	AH , AL
	AND	AH , 1
	JZ	E
	MOV	[DI] , AL
	INC	DI
	JMP	NEXT
E:	MOV	[SI] , AL
	INC	SI
NEXT:	INC	BX
	LOOP	SH

- .א. עקב בעזות טבלת מעקב אחר ביצוע קטע התכנית, ורשות את התוכן של המערכיים
T1 ו- T2 לאחר ביצועו.
- .ב. מה מבצע קטע התכנית?
- .ג. אם תוחלף ההוראה LOOP בהוראה LOOPE, האם תשתנה תשובתך לסעיף א? אם כן – הסבר מה ישתנה, אם לא – הסבר מדוע.

מבוא לחקור ביצועים

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

9. נתונה בעיית תכנון ליניארי:

$$\text{Min } \{z = x_1 - x_2\}$$

בכפוף לאיולוצים האלה:

$$x_1 + x_2 \geq 2$$

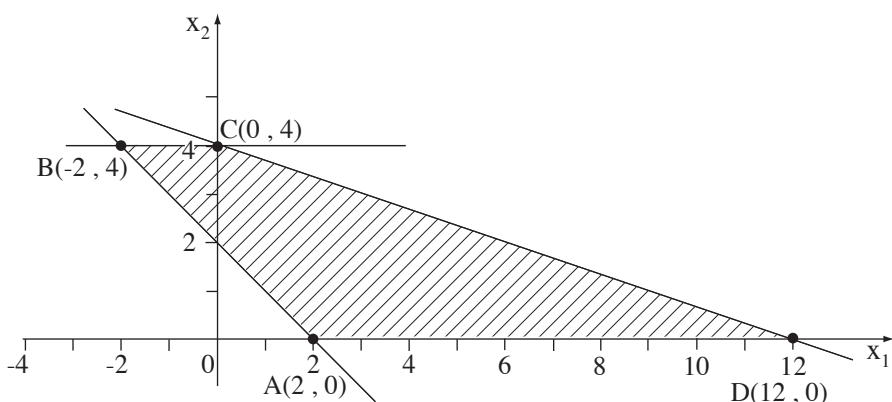
$$x_1 + 3x_2 \leq 12$$

$$x_2 \leq 4$$

$$x_2 \geq 0$$

x_1 אינו מוגבל בסימן.

לפניך סרטוט של תחום הפתרונות האפשריים של הבעיה הנתונה.



כל אחד מהסעיפים א-ד שלפניך מתייחס לבעיית התכנון הlienairו הנתונה.

הסעיפים איןם תלויים זה בזה. ענה על כל הסעיפים.

א. מהו הפתרון האופטימלי של הבעיה הנתונה? נמק את תשובתך.

ב. משנים רק את פונקציית המטרה של הבעיה שבתחלת השאלה ל- $z = x_1 + x_2$.

(1) הראה שלבעיה יש אין-סוף פתרונות אופטימליים.

(2) רשום את הפתרון האופטימלי הכללי לבעיה, ואת ערכיה של פונקציית המטרה

בתוךם הפתרונות האופטימליים.

ג. משנים את פונקציית המטרה של הבעיה שבתחלת השאלה ל- $z = x_1 + 2x_2$ ו מבטלים את האילוץ $x_2 \geq 0$.

(1) סרטט את תחום הפתרונות האפשריים שהתקבל לאחר השינוי.

(2) בצע את הצעדים الآלה:

צעד 1: הוסף לסרטוט שבמחברתך את היטל הגובה של פונקציית המטרה בעבור $z = 8$.

חשב את שיעורי נקודות החיתוך של היטל זה עם הצירים x_1 ו- x_2 , וסמן אותן על הסרטוט.

צעד 2: הוסף לסרטוט שבמחברתך את היטל הגובה של פונקציית המטרה בעבור $z = 4$.

חשב את שיעורי נקודות החיתוך של היטל זה עם הצירים x_1 ו- x_2 , וסמן אותן על הסרטוט.

צעד 3: סמן הסרטוטים שבמחברתך, באמצעות חצ, את כיוון הירידה של פונקציית המטרה.

(3) לפניך ההגידים i-iv, שרק אחד מהם נכון.

על סמך הצעדים 1-3 שבייצעת בתת-סעיף ג(2), קבע איזה מבין ההגידים הוא הנכון, העתק אותו למחברתך, ונמק את קביעתך.

i הפתרון האופטימלי הוא יחיד.

ii יש אין-סורף פתרונות אופטימליים.

iii הפתרון האופטימלי לא חסום.

iv אין פתרון אופטימלי.

ד. משנים רק את פונקציית המטרה של הבעיה שבתחלת השאלה ל- $z = a(x_1 - 2x_2)$.

נתון ש- $a > 0$ והערך **המקסימלי** שמקבלת פונקציית המטרה בתחום הפתרונות האפשריים הוא 120.

חשב את הערך **המינימלי** שמקבלת פונקציית המטרה בתחום הפתרונות האפשריים.

10. בשאלת זו שישה סעיפים, א-ו, שאינם תלויים זה בזה. ענה על כל הסעיפים.
- א. לפניך בעיית תובלה ובה 3 מקורות ו-3 יעדים. העולות ליחידה מכל מקור לכלי אחד נתונות בטבלה שלפניך.

מקורות	יעדים			היצוא
	1	2	3	
1	18	19	16	180
2	14	15	18	a
3	15	20	17	100
ביקוש	120	150	150	

בבעיה הנתונה אפשר להפעיל את שיטת הפינה הצפונית-מערבית כדי למצוא פתרון אפשרי לבעיית התובלה הנתונה, ללא הוספת יעד דמה או מקור דמה.
מה צריך להיות ערכו של המשתנה a שבטבלה? נמק את תשובתך.

- ב. בטבלה שלפניך נתון חלק מפתרון בסיסי אפשרי לבעיית תובלה: $x_{11} = 90$, $x_{12} = 10$.

מקורות	יעדים			היצוא
	1	2	3	
1	10	15	17	100
2	10	18	14	110
3	15	20	18	100
ביקוש	90	120	100	

העתק את הטבלה למחברתך, והשלם אותה לפי שיטת הפינה הצפונית-מערבית.

ג. בטבלה שלפניך נתון חלק מפתרון אפשרי לביעית תובלה, ונתונים הערכים של

$$u_3, u_2, u_1, v_3, v_2, v_1$$

מקורות	יעדים			היצע	u_i
	1	2	3		
1	12 200	15	17	200	2
2	10	18 100	14	100	0
3	20	10	18 100	150	-8
ביקוש	200	150	100		
v_j	10	18	26		

העתק את הטבלה למחברתך, והשלם אותה לפי שיטת הפינה הצפונית-מערבית תוך

התחשבות בערכים של u_i -ים ו- v_j -ים, כך שיתקבל פתרון בסיסי אפשרי.

ד. בטבלה שלפניך נתון פתרון בסיסי אפשרי לביעית תובלה, ונתונים הערכים של v_1, v_2, v_3, u_2, u_1 . האם הפתרון הוא אופטימלי? נמק את תשובתך.

מקורות	יעדים			היצע	u_i
	1	2	3		
1	14	15 150	17 30	180	0
2	10 100	8 0	14	100	-7
3	15	20	18 100	100	1
ביקוש	100	150	130		
v_j	17	15	17		

ה. בטבלה שלפניך נתון פתרון לביעית תובלה, ונתונים הערכימים של $u_1, u_2, u_3, v_1, v_2, v_3$, שמתאים לפתרון זה.

מקורות	יעדים			היצע	u_i
	1	2	3		
1	10 20	25	30	20	10
2	10 30	22	14 20	50	10
3	16	20 40	20 20	60	16
ביקוש	50	40	40		
v_j	0	4	4		

לפניך ההיגדים i-iv שרק אחד מהם נכון. העתק למחברתך את ההיגד הנכון, ונמק את בחרתך.

- i הפתרון הנתון אינו פתרון אפשרי.
- ii הפתרון הנתון הוא פתרון בסיסי אפשרי אך אינו אופטימלי.
- iii הפתרון הנתון הוא פתרון אופטימלי יחיד.
- iv הפתרון הנתון הוא פתרון אופטימלי אך אינו פתרון אופטימלי יחיד.

ו. נתונה בעיית תובלה.

בטבלה שלפניך מוצגים נתונים הבעיה, כולל מחיריו התובלה של יחידת מוצר מהמקורות ליעדים.

מקורות	יעדים			היצוא
	1	2	3	
1	20		34	100
2	10		14	120
3	15	20	18	130
4	25	25	32	40
ביקוש	130	130	130	

מקורות 1 ו- 2 אסורים לספק ליעד 2.

מה צりכות להיות העליות c_{12} , c_{22} (M מוגדר כמספר גדול מאוד)? לפניך תשובות i-iv שרק אחת מהן נכונה. העתק למחברתך את התשובה הנכונה.

$$\cdot c_{12} = M, \quad c_{22} = 0 \quad \text{i}$$

$$\cdot c_{12} = 0, \quad c_{22} = 0 \quad \text{ii}$$

$$\cdot c_{12} = 0, \quad c_{22} = M \quad \text{iii}$$

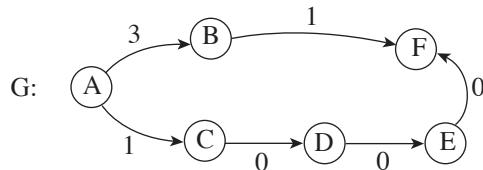
$$\cdot c_{12} = M, \quad c_{22} = M \quad \text{iv}$$

11. בשאלת זו שני סעיפים, א-ב, שאינם תלויים זה בזה. ענה על שני הסעיפים.

א. לפניך גראף מכוון (V, E) . $G = (V, E)$

V היא קבוצת הקודדים, ו- E היא קבוצת הקשתות.

פונקציית המשקל $W: E \rightarrow R^+$ קובעת משקל (מספר) לכל קשת בגרף G .

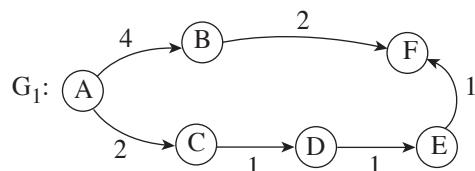


(1) רשום במחברתך את רשימהת הקודדים במסלול הקצר ביותר מקדקוד A לקדקוד F (כולל A ו- F).

(2) יהיו G_1 גראף מכוון, $G_1 = (V, E)$, המכיל את אותם קודדים כמו הגרף G ואת אותן קשתות, ופונקציית המשקל $W_1: E \rightarrow R^+$ מוגדרת באופן זהה:

לכל קשת e ב- G_1 , $W_1(e) = W(e) + t$, כאשר W היא פונקציית המשקל של G ו- t מספרשלם וגדול מ-0.

בעבור $t = 1$ מתתקבל הגרף G_1 שלפניך:



רשום במחברתך את רשימהת הקודדים במסלול הקצר ביותר מקדקוד A לקדקוד F (כולל A ו- F) בגרף G_1 .

(3) לפניך משפט שיש להשלימו:

רשימת הקודדים במסלול הקצר ביותר מקדקוד A לקדקוד F בגרף G , ורשימת הקודדים במסלול הקצר ביותר מקדקוד A לקדקוד F בגרף G_1 הן: _____.

לפניך שלוש אפשרויות i-iii להשלמת המשפט.

העתק למחברתך את ההשלמה הנכונה, ונמק את בחירתך.

i שותת לכל t .

ii שונותות לכל t .

iii יכולות להיות שותת או שונותות, תלוי בערכו של t .

ב. (אין קשר לסעיף א).

הגרף G הוא גרען קשור ולא מכון המוגדר על ידי (V, E) .
 V היא קבוצת הקודודים, ו- E היא קבוצת הקשתות.
פונקציית המשקל $W:E \rightarrow R^+$ קובעת משקל (מספר) לכל קשת בגרף G .
יהיו s ו- t קודודים בגרף G , ו- U תת-קבוצה של V .
לפניך תיאור אלגוריתם המוצא מסלול מ- s ל- t בגרף G , המבקר במספר מינימלי של
קודודים ב- U .
באלגוריתם חסרים ארבעה ביטויים המסומנים (1) - (4).

תיאור האלגוריתם:

צעד 1: נבנה את הגרף $G_1 = (V_1, E_1)$ כאשר:
 $V_1 \leftarrow V$
 $E_1 \leftarrow E$

ופונקציית המשקל $W:E_1 \rightarrow \{0, 1, 2\}$, המוגדרת באופן זהה:
 $W(x, y) = \underline{(1)}$ כאשר הקודודים x ו- y לא שייכים לקבוצת U .
 $W(x, y) = \underline{(2)}$ כאשר רק אחד הקודודים x או y שייך לקבוצת U .
 $W(x, y) = \underline{(3)}$ כאשר הקודודים x ו- y שייכים לקבוצת U .
צעד 2: נפעיל את אלגוריתם $\underline{(4)}$ על הגרף G_1 החל מקודוד s .
צעד 3: התקבל המסלול המבוקש ואפשר לשחזר אותו מתוך מערך
ה- $parent$ שנבנה באלגוריתם החל מ- s .

העתק למחברתך את הטבלה שלפניך, ורשום בה את הביטויים החסרים.

	ביטוי (1)
	ביטוי (2)
	ביטוי (3)
	ביטוי (4)

12. לפניך ארבע הגדירות -vv:

- i גраф מכובן בעל n קדקודים נקרא **שורץ מכובן** אם אין בו מעגל ואם דרגת הכניסה ודרגת הייציאה של כל אחד מ- n קדקודים היא 1, יש בו קדקוד אחד שדרגת הכניסה שלו היא 0 ודרגת הייציאה שלו היא 1, וקדקוד אחד שדרגת הכניסה שלו היא 1 ודרגת הייציאה שלו היא 0.

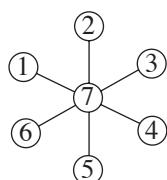
לפניך **שורץ מכובן**:



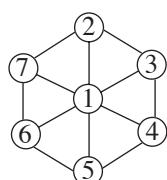
- ii גраф לא מכובן נקרא **שורץ** אם הוא קשיר ודרגת כל קדקוד היא 2, פרט לשני קדקודים שדרוגתם היא 1.
- לפניך **שורץ**:



- iii גраф לא מכובן בעל n קדקודים נקרא **גרף כוכב** אם הוא קשיר, הדרגה של אחד הקדקודים היא 1 – n , והדרגה של כל אחד מהקדקודים האחרים היא 1. הקדקוד שדרוגתו 1 – n נקרא **קדקוד מרכזי**.
- לפניך **גרף כוכב** בעל 7 קדקודים:

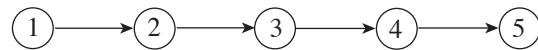


- iv גраф לא מכובן בעל n קדקודים המסומנים $1, 2, \dots, n$, נקרא **גרף גלגל** אם הדרגה של הקדקוד המסומן 1 היא $1 - n$, כלומר הוא מושך לכל אחד מ- n הקדקודים האחרים. כל קדקוד i , $1 \leq i \leq n$, מושך לקדקוד 1, לקדקוד $i + 1$ ולקדקוד $1 - i$. כמו כן יש קשת בין הקדקודים 2 ו- n .
- הקדקוד שדרוגתו 1 – n נקרא **קדקוד מרכזי**.
- לפניך **גרף גלגל** בעל 7 קדקודים:



לפניך ארבעה סעיפים א-ד שמתיחסים להגדרות -vn שבעמוד הקודם. הסעיפים איןט תלויים זה זהה. ענה על כל הסעיפים.

א. הגף שלפניך הוא **שרוך מכון**.



(1) סרטט את ייצוגו של הגף באמצעות **רשימת** סמכיות.

(2) רשום את **מטריצת** הסמכיות המייצגת את הגף.

ב. לפניך אלגוריתם הבודק אם גף קשור הוא **גרף כוכב**. האלגוריתם פועל על גף לא

מכoon ($G = (V, E)$ בעל n קדוקדים המיצג באמצעות מטריצת סמכיות.

באלגוריתם חסרים שני ביטויים מסוימים (1) ו-(2).

תיאור האלגוריתם:

צעד 1: בדוק אם לכל קדוקוד vn בגרף, מספר ה-1-ים בשורה vn במטריצת

הסמכיות הוא (1), פרט לקדוקוד אחד vn שמספר ה-1-ים בשורה vn

במטריצת הסמכיות הוא (2).

צעד 2: אם כן — החזר "גרף כוכב", אחרת — החזר "לא גраф כוכב".

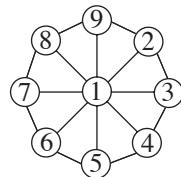
העתק למחברתך את הטבלה שלפניך, ורשום בה את הביטויים החסרים.

	ביטוי (1)
	ביטוי (2)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 28/

ג. לפניך גראף גלגול בעל 9 קודקודים:



(1) הפעיל את האלגוריתם DFS על הגרף החל מהקדקוד המרכזי.

אם העץ הפורש DFS שיתקבל הוא שרווק?

(2) אם נתחיל את האלגוריתם DFS מקדקוד אחר של הגרף, שאינו הקדקוד המרכזי,

אם העץ הפורש DFS שיתקבל הוא שרווק? נמק את תשובתך.

ד. נתון גרף לא מכוון $G = (V, E)$ מלא (שלם) בן n קודקודים. $3 > n$.

רוצים לדעת אם קיימת רצף DFS כך שהעץ הפורש DFS המתתקבל ממנו הוא

עץ שבו דרגת השורש (הקדקוד הראשון שננסר) היא 2 בדיק.

אם קיימת רצף הרצה צו — כתוב אותה. אחרת — הסבר מדוע אין רצף צו.

מודלים חישוביים

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

13. לפניך 3 שפות $L_1 - L_3$ מעלה א"ב $\{a, b\}$:

$$L_1 = \{a^n b^{n-1} \mid n \geq 1\}$$

$$L_2 = \left\{ a^n b^k \mid \begin{array}{l} n \geq 0, k \geq 0 \\ \text{שארית החלוקת של } n \text{ ב-2 שונה} \\ \text{שארית החלוקת של } k \text{ ב-2} \end{array} \right\}$$

$$L_3 = \{a^k b^{2m} \mid k \geq 0, m \geq 0\}$$

a. לכל אחת משלוש השפות $L_1 - L_3$, קבע אם היא רגולרית או אינה רגולרית.

אם השפה רגולרית – בנה אוטומט סופי דטרמיניסטי שיקבל אותה.

אם אינה רגולרית – נמק את קביעותך.

b. לפניך השפות $L_4 - L_5$ מעלה א"ב $\{a, b\}$:

$$L_4 = \{a^n b^{n-1} \mid n \geq 1\}$$

$$L_5 = L_1 \cdot R(L_4)$$

מהי השפה L_5 ?

14. לפניך השפה L מעלה א"ב $\{\$, \$\}$:

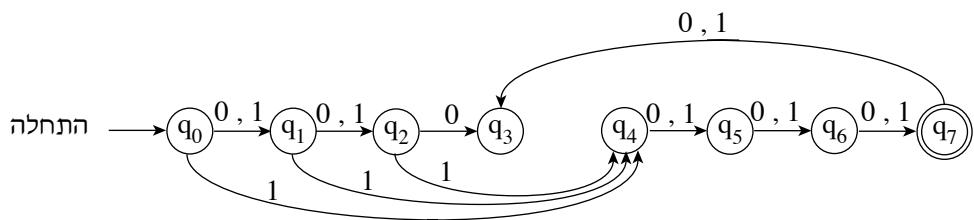
$$L = \left\{ 0^3 \$ 0^{i_1} \$ 0^{i_2} \$ \dots 0^{i_k} \$ \mid \begin{array}{l} k \geq 1 \\ \text{לכל } m \text{ בין } 1 \text{ ל- } k : i_m \geq 0 \\ \text{ו- } i_m \text{ מתחלק ב-3 ללא שארית} \end{array} \right\}$$

a. כתוב את המילה הקצרה ביותר בשפה L .

b. בנה אוטומט סופי דטרמיניסטי שיקבל את השפה L .

15. בשאלת זו שני סעיפים, א-ב שאין קשר ביניהם. ענה על שני הסעיפים.

א. לפניך אוטומט סופי לא דטרמיניסטי:



(1) קבע כל אחד משלוש המילים i - iii שלפניך אם היא מתתקבלת על ידי האוטומט.

אם המילה מתתקבלת על ידי האוטומט, רשום מסלול מקובל בעברור מילה זו.

i 001001

ii 01010

iii 0101

(2) מהו האורך המינימלי של מילה המתתקבלת על ידי האוטומט?

תן דוגמה למילה באורך זה.

(3) מהו האורך המקסימלי של מילה המתתקבלת על ידי האוטומט?

תן דוגמה למילה באורך זה.

(4) מהי השפה המוגדרת על ידי האוטומט?

ב. (אין קשר לסעיף א).

לפניך השפה L מעל הא"ב $\{a, b\}$:

$$L = \left\{ w \mid \begin{array}{l} w \text{ היא מילה שבה מופיע הרצף } aaa \text{ בדיזוק פעם אחד,} \\ \text{אין בה מופעים של הרצף } aa \text{ פרט לאלה שב-}aaa, \\ \text{ו אין בה רצף של } a\text{'ים שאורכו גדול מ- 3.} \end{array} \right\}$$

לדוגמה:

המילה ababbaaabbbba שייכת ל- L .

המילה aaabbabbabb שייכת ל- L .

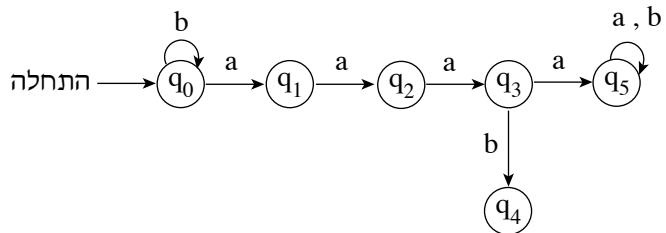
המילה bababbbbab לא שייכת ל- L .

המילה bbaaabaab לא שייכת ל- L .

המילה aaababaaabbb לא שייכת ל- L .

המילה aaaa לא שייכת ל- L .

לפניך סרטוט חלקי של אוטומט סופי דטרמיניסטי המקבל את השפה L .



הסרטוט מכיל את בל המ מצבים של האוטומט.

העתק למחברתך את הסרטוט, והשלם אותו כך שהאוטומט יקבל את השפה L .

עליך להשלים את המעברים החסרים ואת סימני הקלט החסרים,

ולסמן את המצב המקבל / המצביעים המקבלים.

שים לב: אין להוסיף מצבים לאוטומט או להוריד ממנו מצבים.

- 16.** נבנתה מכונת טיורינג המחשבת את הפונקציה $(n, m) \rightarrow f$. המכונה זו מוצאת את המספר הקטן מבין שני מספרים m ו- n .
- המכונה מקבלת קלט שני מספרים m ו- n שלמים גדולים מ- 0. שני המספרים רשומים על הסרט כמספרים אונריים (מספר אונורי m הוא מספר המיוצג על ידי m תווים של 1) ובין שני המספרים רשום הסימן #.
- הפלט של המכונה הוא המספר הקטן מבין שני המספרים, והוא יירשם על הסרט כמספר אונורי בין שני סימני \$. סימן ה- \$ השמאלי יירשם במקום הסימן #, והמספר יירשם מימינו.
- במהלך הפעולה המכונה יכולה להיעזר בסימנים a , b .
- לדוגמה: בעברו הקלט $m = 3$ ו- $n = 5$, לפני החישוב סרט הזיכרון יראה כך:

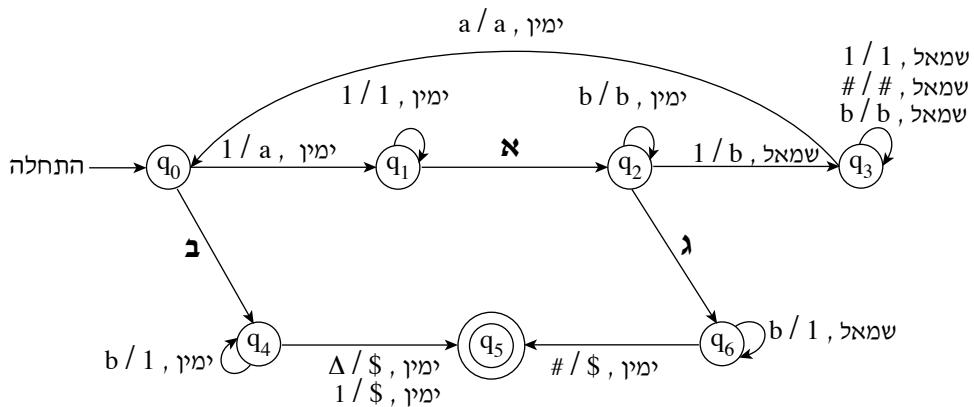
	1	1	1	#	1	1	1	1	Δ	Δ	Δ	...
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----

לאחר סיום החישוב ייראה הסרט כך:

	\$	1	1	1	\$...
--	-----	-----	-----	----	---	---	---	----	-----

הערה: התאים המסומנים ב- ... הם תאים שאין חשיבות לתוכנם.

לפניך סרטוט חלקי של המכונה.



- א.** בסרטוט יש שלושה מעברים מסומנים באותיות א-ג. במערכות אלה חסרים סימני הקלט וההוරאות.
- העתק למחברתך את הסרטוט, והשלם את שלושת המעברים החסרים כך שהמכונה תחשב את הפונקציה $f(m, n)$.
- ב.** הראה את תהליך החישוב של המכונה בעברו הקלט $m = 1$, $n = 5$.
- בכל שלב רשום את מצב הסרטוט, סמן היכן נמצא ראש המכונה, ורשום באיזה מהמצבים q_0 - q_6 המכונה נמצאת.
- /המשך בעמוד 33/

תכנות מונחה עצמים

אם למדת מסלול זה ואתה כותב ב- Java, ענה על שתיים מהשאלות 17-20.

(כלל שאלה — 25 נקודות)

17. בגין החיות "ZooZoo" בעלי החיים יודעים "לדבר". חיוט רעבות משמעות את קולן בדרישה לקבל אוכל. כאשר מטפל מגע להאכיל את החיות, החיות מקבלות את פניו בקריאות שמחה. החיות משמעות קול שונה מסויימות לאכול. לפניך פרויקט המדמה את גן החיות (**ZooZoo**) , את בעלי החיים בגין החיות ואת "אמירות החכמה" שם משמעיים.

. (Marine) יכול להיות זוחל (**Reptile**) או בעל חיים ימי (Animal)

, (Crocodile) (**Reptile**) או תנין (**Snake**) או דג (**GoldFish**).

בעל חיים ימי (**Marine**) יכול להיות דג זהב (**GoldFish**).

כלל בעל חיים נשמר שמו (name). בעבור זוחל נשמר גם האורך שלו (len),

ובבעור בעל חיים ימי נשמר גם עומק הצלילה המקורי שלו (depth).

הפעולה hungry מחזירה את דבריו של בעל חיים רעב.

הפעולה caretaker מחזירה את דבריו של בעל חיים מקבל את פני המטפל שלו.

הפעולה satisfied מחזירה את דבריו של בעל חיים שסויים לאכול.

```
public class Animal
{
    private String name;           // שם בעל חיים//
    public static int count = 0;    // מונה בעלי חיים//

    public Animal(String name)
    {
        this.name = name;
        count++;
    }
    public String hungry() { return this.name + " is hungry!"; } // רעב//
    public String caretaker() { return "Yammi"; } // קבלת המטפלים//
    public String satisfied() { return "Finish eating"; } // סיום לאכול//
}
```

```
public class Reptile extends Animal
```

```
{
    private int len;               // אורך
```

```
    public Reptile(String name, int len)
```

```
{
    super(name);
    this.len = len;
```

```
}
```

```
    public String caretaker() { return "Crawling: " + super.caretaker(); }
```

```
}
```

```
/המשך בעמוד הבא.)
```

```
/המשך בעמוד 34/
```

```
public class Snake extends Reptile
{
    public Snake(String name, int len) { super(name, len); }
    public String satisfied() { return "Tssss"; }
}

public class Crocodile extends Reptile
{
    public Crocodile(int len) { super("Crocki" + count, len); }
    public String satisfied() { return super.satisfied() + " Whaamm"; }
}

public class Marine extends Animal
{
    private double depth; //עומק

    public Marine(String name, double depth)
    {
        super(name);
        this.depth = depth;
    }
    public String caretaker() { return "Swimming"; }
}

public class GoldFish extends Marine
{
    public GoldFish(String name) { super(name, 0.2); }
    public String satisfied() { return "Bloop bloop"; }
}
```

```

public class ZooZoo
{
    private Animal[] animals;

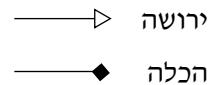
    public ZooZoo()
    {
        this.animals = new Animal[4];
        this.animals[0] = new Snake("snaki", 50);
        this.animals[1] = new Crocodile(78);
        this.animals[2] = new GoldFish("goldi");
        this.animals[3] = new Crocodile(103);
    }

    public void print()
    {
        for (int i = 0; i < this.animals.length; i++)
        {
            System.out.println(this.animals[i].hungry());
            System.out.println(this.animals[i].caretaker());
            System.out.println(this.animals[i].satisfied());
            System.out.println("*****");
        }
    }
}

public class Test
{
    public static void main(String [] args)
    {
        ZooZoo zoo = new ZooZoo();
        zoo.print();
    }
}

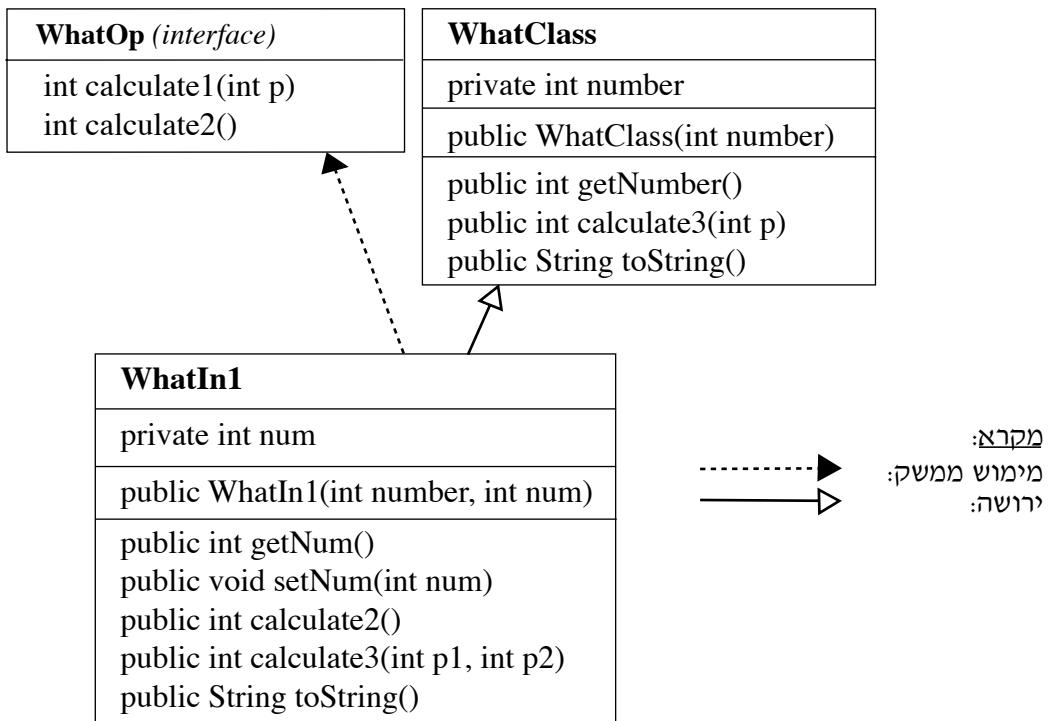
```

.א. סרטט את היררכיות המחלקות המוגדרות בפרויקט. השתמש בסימנים如下:



.ב. כתוב מעקב אחר הפעולה main שבמחלקה **Test**, וכתוב את הפלט.
במעקב יש לכלול את ערכי המשתנים, ובמעבר כל עצם – את ערכי התכונות שלו.

18. לפניך UML חלקו:



א. האם מימוש הפעולה `public int calculate1(int p)` במחלקה **WhatClass** יענה על דרישת המימוש שלו במחלקה **WhatIn1**? נמק את תשובה.

ב. מימוש הפעולה הבונה במחלקה **WhatIn1** הוא:

```

public WhatIn1(int number, int num)
{
    this.number = number;
    this.num = num;
}
  
```

האם הפעולה תקינה? אם כן – תאר את ביצוע הפעולה; אם לא – תקן את הפעולה (אין לשנות דבר פרט לפעולת עצמה). רשות במחברתך את הפעולה המתוקנת.

ג. במחלקה **WhatIn1** מומשה הפעולה `calculate2()`, המחזירה את הערך השלים של

ממוצע תכונות העצם:

```
public int calculate2()
{   return (int)((this.number + this.num)/2); }
```

האם הפעולה תקינה? אם כן – תאר את ביצוע הפעולה; אם לא – תקבע את הפעולה (אין לשנות דבר פרט לפעולת עצמה). רשום במחברתך את הפעולה המתוקנת.

ד. לפניך תיאור חלקו של המחלקה **WhatIn2**:

class WhatIn2 extends WhatIn1
private int sum
public WhatIn2(int number, int num, int sum)
public int calculate3(int p1, int p2, int p3)

(1) האם אפשר להסתמך על הפעולה הבונה בירرت מחדל במקום להגדיר פעולה בונה במחלקה **WhatIn2**? נמק את תשובתך.

(2) הפעולה `calculate3` מומשה בשלוש המחלקות **WhatIn1**, **WhatClass** ו-

WhatIn2 באופן זה:

class WhatClass	public int calculate3(int p) { return this.number * p; }
class WhatIn1	public int calculate3(int p1, int p2) { return this.calculate3(p1) + this.num * p2 * p2; }
class WhatIn2	public int calculate3(int p1, int p2, int p3) { return this.calculate3(p1, p2) + this.sum * p3 * p3 * p3; }

הנח כי העצם `obj` הוא מטיפוס **WhatIn2**, וערך התכונות שלו הם:

`number = 1`

`num = 2`

`sum = 3`

לפניך הוראה כתובה בפעולת הראשית:

```
System.out.println(obj.calculate3(1000, 100, 10));
```

הראה את המעקב אחר ביצוע ההוראה. בעקבות התייחס לזמן פעולות ולערך תכונות העצם. רשום את הפלט המתkeletal.

19. לפניך כמה עקרונות של תכונות מונחה עצמים:

- הרכבה – encapsulation
- העטיפה – overloading
- ירושה – inheritance
- דרישת – overriding
- רב-צורתיות – polymorphism

בשאלה זו תהיה התייחסות לחלק מהם.

לפניך מימוש חלקי של שתי מחלקות: **Stam, Davar**.

```
public class Stam
```

```
{
```

```
    private char x;
```

```
    public Stam() { this.x = '*'; }
    public Stam(char c) { this.x = c; }
    public Stam getStam() { return this; }
    public String toString() { return "x=" + this.x; }
    public boolean isSame1(Stam other)
    {   התיחסות למימוש בהמשך השאלה //   }
    public boolean isSame2(Stam other)
    {   התיחסות למימוש בהמשך השאלה //   }
    public void same(Stam other)
    {
        if (this.isSame1(other))
            System.out.println(this + " same1 as " + other);
        else
            System.out.println(this + " not same1 as " + other);
        if (this.isSame2(other))
            System.out.println(this + " same2 as " + other);
        else
            System.out.println(this + " not same2 as " + other);
    }
    public void print() { System.out.println(this.toString()); }
    public void print(Stam other) { this.same(other); }
}
```

```

public class Davar extends Stam
{
    private int y;
    public Davar() { super(); this.y = 0; }
    public Davar(char c) { super(c); this.y = 0; }
    public Davar(char c, int num) { super(c); this.y = num; }
    public String toString() { return "Davar: " + super.toString(); }
}

```

א. במחלקה **Stam** הוגדרו שתי פועלות בוניות.

(1) מהו העיקרון של תכנות מונחה עצמים (מבין העקרונות שצוינו בתחילת

השאלה) המאפשר זאת?

(2) כיצד בוחר המהדר (קומפילר) איזו פעולה בונה להפעיל?

ב. איזה עיקרון של תכנות מונחה עצמים (מבין העקרונות שצוינו בתחילת השאלה)

ממומש בפעולה **toString()** במחלקה **Davar**? נמק.

(שים לב: סעיף ג של השאלה בעמוד הבא.)

ג. נתונה המחלקה הראשית שלהלן:

```
public class Program
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Stam[] s = new Stam[6];
        s[0] = new Stam();
        s[1] = new Davar();
        s[2] = new Stam('b');
        s[3] = new Davar('b');
        s[4] = new Davar('a', 0);
        s[5] = s[2].getStam();

        for (int i = 0; i < s.length; i++)
        {
            s[i].print();
        }

        s[1].print(s[0]);
        s[2].print(s[5]);
        s[3].print(s[4]);
    }
}
```

קטע 1

קטע 2

קטע 3

- (1) הצג את המערך `s` הנבנה בקטע 1 (במחלקה הראשית הנתונה).
בעבור כל אחד מהעצמים רשום את ערכי התכונות שלו.
- (2) רשום את פלט הלולאה בקטע 2.
- (3) איזה עיקרון של תכונות מונחה עצמים (מבין העקרונות שצויינו בתחילת השאלה)
בא לידי ביטוי בקטע 2?
- (4) ממש את הפעולות `isSame2()`, `isSame1()` שבמחלקה `Stam` כך שהפלט
המתאים לקטע 3 יהיה הפלט שלהלן:

```
Davar: x = * same1 as x = *
Davar: x = * not same2 as x = *
x = b same1 as x = b
x = b same2 as x = b
Davar: x = b not same1 as Davar: x = a
Davar: x = b not same2 as Davar: x = a
```

20. במפעל לייצור נרות יש מקום ל- 12 פסי ייצור לכל היותר. בכל פס ייצור מייצרים דגם אחד של נרות. לכל דגם יש כמה צבעים שאפשר לייצר מהם את הנרות מאותו דגם. כל נר הוא בצבע אחד בלבד מבין הצבעים בדגם שלו.

בעבור כל דגם של נרות נשמר המידע: שם הדגם, קוד הדגם, שמות הצבעים שהם מהם הוא מיוצר, כמות הנרות שיש במלאי מכל אחד מהצבעים של הדגם, וכמות הנרות המקסימלית מדגם זה שאפשר לאחסן (מכל הצבעים יחד).

דוגמה לדגם נרות:

- שם: "שושנה".
- קוד: 11.
- שמות הצבעים שהם מהם הוא מיוצר: אדום, לבן, צהוב.
- כמות הנרות במלאי: 200 נרות אדומים, 350 נרות לבנים ו-70 נרות צהובים.
- הכמות המקסימלית של הנרות מדגם זה (מכל הצבעים יחד) שאפשר לאחסן: 100,000.

במפעל נשמר מידע בנוגע לכל דגמי הנרות המיוצרים בו.

בכל פעם שורצים לייצר נר מסוים מסויים יש להתייחס לתנאים הבאים:

- צבע הנר יבחר על פי כמות הנרות במלאי: הצבע שכמות הנרות ממנו במלאי היא הקטנה ביותר מכל דגם, הוא הצבע שייבחר לייצור הנר (אם יש יותר מצביע אחד כזה ייבחר אחד מהם).
- כמות הייצור נתונה לבחירת המפעיל, אך אסור שכמות הנרות הכוללת מדגם מסוים (הנרות שייצרו והנרות שבמלאי) תעלה על הכמות המקסימלית מדגם זה שאפשר לאחסן.

מהנדס התוכנה של המפעל בנה פרויקט ובו שלוש מחלקות:

CandleKind	מחלקה המייצגת דגם של נרות
Factory	מחלקה המייצגת את המפעל
Run	מחלקה ראשית

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

לפניך חלקים מן המחלקה :**CandleKind**

public class CandleKind	
private String name;	// שם הדגם //
private int code;	// קוד הדגם //
private String[] colors;	// מערך של מגוון צבעי הדגם //
private int[] amounts;	// כמות במלאי מכל צבע (בהתאמה) //
private int maxTotalAmount;	// מכשה מקסימלית לאחסון //
public CandleKind(String name, int code, String[] colors, int maxTotalAmount)	
{	
this.name = name;	
this.code = code;	
this.colors = colors;	
this.amounts = new int[colors.length];	
for (int i = 0; i < amounts.length; i++)	
{ this.amounts[i] = 0; }	
this.maxTotalAmount = maxTotalAmount;	
}	
public void update(String color, int amount)	
	הפעולה <u>מנגדילה</u> בכמות amount את כמות הנרותצבע color שבמלאי //

א. כתוב הוראה / הוראות לבניית עצם בשם kind1 מן המחלקה **CandleKind** בעברוי

דגם חדש של נרות שמתחלים לייצר בפועל. הדגם החדש מיוצר בשלושה צבעים שונים. בחר ערכים לתכונות כרצונך. רשום את ערכי תכונות העצם לאחר בנייתו.

ב. כתוב את כוורתת המחלקה **Factory** ואת התוכינה / התכונות שלה. כתוב תיעוד לכל

תמונה.

ג. לפניך טבלה עם תיעוד של פעולות 1-3 שיש להוסיף לפרויקט. לכל פעולה כתוב:

i באיזו מחלקה (म בין שלוש המחלקות) מתאים להגדיר אותה. הסבר את בחירתך.

ii את הכוורתת של הפעולה.

1	פעולה המחזיר צבע שלnr מדגם נרות מסוים שיתחילו לייצר.
2	פעולה המחזיר את כמות הנרות שאפשר לייצר מדגם נרות מסוים.
3	פעולה המחזיר את הקוד של דגם הנר שבעורו ההפרש בין הכמות שיש מדגם זה במלאי לבין הכמות שאפשר לאחסן הוא הגadol ביותר. אם יש כמה דגמי נרות כאלה, יוחזר אחד מהם. אם הכמות במלאי של כל אחד מדגמי הנרות היא המקסימלית שאפשר לאחסן, יוחזר הקוד 999 (קוד לא קיים).

לפניך פעולה ראשית המימושת במחלקה **Run**. הפעולה מנהלת את תהליך הייצור. השלים את קטעי הקוד הממוספרים (1)-(4) על פי פירוט הדרישות המופיע אחרי הקוד. הנה כי הפעולות שהגדרת בסעיף ג' קיימות, ומוגדרות פעולות `get`, `set` לכל תכונה במחלקה **CandleKind** הנתונה ובמחלקה **Factory** שכתבת בסעיף ב'. אם אתה מגדיר פעולות נוספות, רשאי באיזו מחלקה הן מוגדרות ומשמשותן באופן מלא.

```
public static void main(String [] args)
{
    Factory fty;
    //                                                 מכאן והלאה הנח שקיים העצם fty עם ערכי
    //                                                 תכונות המתארים את מצב המלאי במבצע
    int code = _____ (1)

    while (code != 999)
    {
        CandleKind ck;
        _____ (2)
        String colorToProduce;
        _____ (3)
        int amount;
        _____ (4)
        ck.update(colorToProduce, amount);
        code = _____ (1)
    }
}
```

פירוט הדרישות:

- (1) זימון פעולה 3 מהטבלה שבסעיף ג'.
- (2) קטע קוד אשר יביא לכך שהמשתנה `ck` יוכל את דגם הנר בעל הקוד `code`.
- (3) קטע קוד אשר יביא לכך שהמשתנה `colorToProduce` יוכל את הצבע שיש לייצר מדגם הנר שהקוד שלו הוא `code`.
- (4) קטע קוד אשר יביא לכך שהמשתנה `amount` יוכל את כמות הנרות שאפשר לייצר מדגם הנר שהקוד שלו הוא `code`.

שים לב: תכנות מונחה עצמים ב- C# מתחילה בעמוד 45

תכנות מונחה עצמים

אם למדת מסלול זה ואתה כותב ב- C#, ענה על שתיים מהשאלות 21-24.

לכל שאלה – 25 נקודות

- 21.** בגין החיות "ZooZoo" בעלי החיים יודעים "לדבר". חיוט רעבות משמשות את קולו בדרישה לקבל אוכל. כאשר מטפל מגע לאכילת החיות, החיוט מקבלות את פניו בקריאות שמחה. החיוט משמשות קול כשהן מסיימות לאכול. לפניך פרויקט המדמה את גן החיות (ZooZoo) , את בעלי החיים בגין החיות ואת "אמרות החכמה" שהם משמשים.
- . (Marine) או בעל חיים ימי (Animal) יכול להיות זוחל (Reptile) או תנין (Crocodile) או נחש (Snake) או דג זהב (GoldFish). בעל חיים ימי (Marine) יכול להיות דג זהב (GoldFish) . לכל בעל חיים נשמר שמו (name). בעבר זוחל נשמר גם האורך שלו (len), ובעבור בעל חיים ימי נשמר גם עומק הצלילה המקסימלי שלו (depth). הפעולה Hungry מחזירה את דבריו של בעל חיים רעב. הפעולה Caretaker מחזירה את דבריו של בעל חיים המקבל את פניו המטפל שלו. הפעולה Satisfied מחזירה את דבריו של בעל חיים שסיים לאכול.

```
public class Animal
{
    private string name;           // שם בעל חיים
    public static int count = 0;    // מונה בעלי חיים

    public Animal(string name)
    {
        this.name = name;
        count++;
    }

    public string Hungry() { return this.name + " is hungry!"; }      // רעב
    public virtual string Caretaker() { return "Yammi"; }             // קבלת המטפלים
    public virtual string Satisfied() { return "Finish eating"; }       // סיום לאכול
}

public class Reptile: Animal
{
    private int len;               // אורך
    public Reptile(string name, int len): base(name)
    {
        this.len = len;
    }

    public override string Caretaker() {return "Crawling: " + base.Caretaker(); }
}
```

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 46/

```
public class Snake: Reptile
{
    public Snake(string name, int len): base (name, len) { }
    public override string Satisfied() { return "Tssss"; }
}

public class Crocodile: Reptile
{
    public Crocodile(int len): base("crocki" + count , len){ }
    public override string Satisfied() { return base.Satisfied() + " Whaamm"; }
}

public class Marine: Animal
{
    private double depth;           // עומק

    public Marine(string name, double depth): base(name)
    {
        this.depth = depth;
    }
    public override string Caretaker() { return "Swimming"; }
}

public class GoldFish: Marine
{
    public GoldFish(string name): base(name, 0.2) { }
    public override string Satisfied() { return "Bloop bloop"; }
}
```

```

public class ZooZoo
{
    private Animal[] animals;

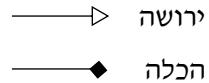
    public ZooZoo()
    {
        this.animals = new Animal[4];
        this.animals[0] = new Snake("snaki", 50);
        this.animals[1] = new Crocodile(78);
        this.animals[2] = new GoldFish("goldi");
        this.animals[3] = new Crocodile(103);
    }

    public void Print()
    {
        for (int i = 0; i < this.animals.Length; i++)
        {
            Console.WriteLine(this.animals[i].Hungry());
            Console.WriteLine(this.animals[i].Caretaker());
            Console.WriteLine(this.animals[i].Satisfied());
            Console.WriteLine("*****");
        }
    }
}

public class Test
{
    public static void Main(string [] args)
    {
        ZooZoo zoo = new ZooZoo();
        zoo.Print();
    }
}

```

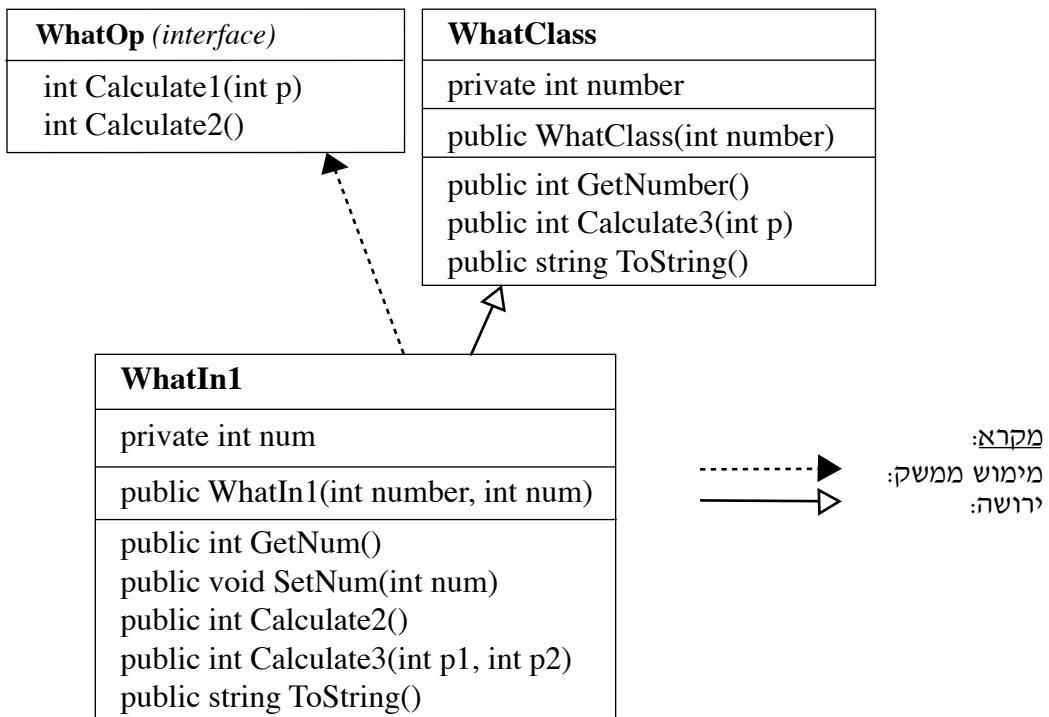
א. סרטט את היררכיות המחלקות המוגדרות בפרויקט. השתמש בסימנים האלה:



ב. כתוב מעקב אחר הפעולה Main שבמחלקה **Test**, וכתוב את הפלט.

במעקב יש לכלול את ערכי המשתנים, ובמעבר כל עצם – את ערכי התכונות שלו.

22. לפניך UML חלקי:



a. אם מימוש הפעולה `Calculate1(int p)` במחלקה **WhatClass** במחילה `public int Calculate1(int p)` על **WhatIn1** ? נמק את תשובתך.

b. מימוש הפעולה הבונה במחלקה **WhatIn1** הוא:

```

public WhatIn1(int number, int num)
{
    this.number = number;
    this.num = num;
}
  
```

האם הפעולה תקינה? אם כן – תאר את ביצוע הפעולה; אם לא – תקן את הפעולה
(אין לשנות דבר פרט לפעולת עצמה). רשום במחברתך את הפעולה המתוקנת.

במחלקה **WhatIn1** מומשא הפעולה `Calculate2()`, המחזירה את הערך השם של

ממוחצע תכונות העצם:

```
public int Calculate2()
{
    return (int)((this.number + this.num)/2); }
```

האם הפעולה תקינה? אם כן – תאר את ביצוע הפעולה; אם לא – תקן את הפעולה (אין לשנות דבר פרט לפעולת עצמה). רשום במחברתך את הפעולה המתוקנת.

לפניך תיאור חלקו של המחלקה **WhatIn2** :

class WhatIn2: WhatIn1
private int sum
public WhatIn2(int number, int num, int sum)
public int Calculate3(int p1, int p2, int p3)

(1) האם אפשר להסתמך על הפעולה הבונה בירرت מחדל במקום להגדיר פעולה בונה במחלקה **WhatIn2**? נמק את תשובתך.

(2) הפעולה `Calculate3` מומשא בשלוש המחלקות **WhatIn1**, **WhatClass** ו- **WhatIn2** באופן זה:

class WhatClass	public int Calculate3(int p) { return this.number * p; }
class WhatIn1	public int Calculate3 (int p1, int p2) { return this.Calculate3(p1) + this.num * p2 * p2; }
class WhatIn2	public int Calculate3 (int p1, int p2, int p3) { return this.Calculate3(p1, p2) + this.sum * p3 * p3 * p3; }

הנח כי העצם `obj` הוא מטיפוס **WhatIn2**, וערכי התכונות שלו הם:

`number = 1`

`num = 2`

`sum = 3`

לפניך הוראה כתובה בפעולת הראשית:

```
Console.WriteLine(obj.Calculate3(1000, 100, 10));
```

הראה את המעקב אחר ביצוע ההוראה. במעקב התייחס לזמן פעולה ולערכי תכונות העצם. רשום את הפלט המתקבל.

23. לפניך כמה עקרונות של תכנות מונחה עצמים:

- הapsulation — encapsulation
- העמסה — overloading
- ירושה — inheritance
- דרישת overriding
- רב-צורתיות — polymorphism

בשאלה זו תהיה התיחסות לחלק מהם.

לפניך מימוש חלקי של שתי מחלקות: **Stam, Davar**

```
public class Stam
{
    private char x;

    public Stam() { this.x = '*'; }
    public Stam(char c) { this.x = c; }
    public Stam GetStam() { return this; }
    public override string ToString() { return "x=" + this.x; }
    public bool IsSame1(Stam other)
    {
        התיחסות למימוש בהמשך השאלה //
    }
    public bool IsSame2(Stam other)
    {
        התיחסות למימוש בהמשך השאלה //
    }
    public void Same(Stam other)
    {
        if (this.IsMatch1(other))
            Console.WriteLine(this + " same1 as " + other);
        else
            Console.WriteLine(this + " not same1 as " + other);
        if (this.IsMatch2(other))
            Console.WriteLine(this + " same2 as " + other);
        else
            Console.WriteLine(this + " not same2 as " + other);
    }
    public void Print() { Console.WriteLine(this.ToString()); }
    public void Print(Stam other) { this.Same(other); }
}
```

```
public class Davar: Stam
{
    private int y;
    public Davar(): base() { this.y = 0; }
    public Davar(char c) : base(c) { this.y = 0; }
    public Davar(char c , int num): base(c) { this.y = num; }
    public override string ToString() { return "Davar: " + base.ToString(); }
}
```

א. במחלקה **Stam** הוגדרו שתי פועלות בונות.

(1) מהו העיקרון של תכנות מונחה עצמים (מבין העקרונות שצוינו בתחילת השאלה)

האפשר זאת ?

(2) כיצד בוחר המהדר (קומפיילר) איזו פעולה בונה להפעיל ?

ב. איזה עיקרון של תכנות מונחה עצמים (מבין העקרונות שצוינו בתחילת השאלה)

ממומש בפעולה () במחלקה **Davar** ? נמק .

(שים לב: סעיף ג של השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 52/

ג. נתונה המחלקה הראשית שלהן:

```
public class Program
{
    public static void Main(string[] args)
    {
        Stam[] s = new Stam[6];
        s[0] = new Stam();
        s[1] = new Davar();
        s[2] = new Stam('b');
        s[3] = new Davar('b');
        s[4] = new Davar('a', 0);
        s[5] = s[2].GetStam();

        for (int i = 0; i < s.Length; i++)
        {
            s[i].Print();
        }

        s[1].Print(s[0]);
        s[2].Print(s[5]);
        s[3].Print(s[4]);
    }
}
```

קטע 1

קטע 2

קטע 3

- (1) הצג את המערך s הנבנה בקטע 1 (במחלקה הראשית הנתונה).
בעבור כל אחד מהעצמים רשום את ערכי התכונות שלו.
- (2) רשום את פלט הלולאה בקטע 2.
- (3) איזה עיקרון של תכונות מונחה עצמים (מבין העקרונות שצויינו בתחילת השאלה)
בא לידי ביטוי בקטע 2 ?
- (4) ממש את הפעולות IsSame2() , IsSame1() שבמחלקה Stam כך שהפלט
המתתקבל מקטע 3, יהיה הפלט שלהן :

Davar: x = * same1 as x = *
Davar: x = * not same2 as x = *
x = b same1 as x = b
x = b same2 as x = b
Davar: x = b not same1 as Davar: x = a
Davar: x = b not same2 as Davar: x = a

24. במפעל לייצור נרות יש מקום ל- 12 פסי לייצור לכל היותר. בכל פס לייצור מיצרים דגם אחד

של נרות. לכל דגם יש כמה צבעים שאפשר לייצר מהם את הנרות מאותו הדגם. כל נר הוא
בצבע אחד בלבד מבין הצבעים בדגם שלו.

בעבור כל דגם של נרות נשמר המידע: שם הדגם, קוד הדגם, שמות הצבעים מהם הוא
מיוצר, כמה נרות שיש במלאי מכל אחד מהצבעים של הדגם, וכמה נרות המקסימלית
מודגם זה שאפשר לאחסן (מכל הצבעים יחד).

דוגמה לדגם נרות:

— שם: "שורשנה".

— קוד: 11.

— שמות הצבעים מהם הוא מיוצר: אדום, לבן, צהוב.

— כמה נרות במלאי: 200 נרות אדומים, 350 נרות לבנים ו- 70 נרות צהובים.

— הכמות המаксימלית של הנרות מודגם זה (מכל הצבעים יחד) שאפשר לאחסן:

.100,000.

במפעל נשמר מידע בנוגע לכל דגמי הנרות המיוצרים בו.

בכל פעם שרוצים לייצר נר מודגם מסוים יש להתייחס לתנאים האלה:

- צבע הנר ייבחר על פי כמה נרות במלאי: הצבע שכמות הנרות ממנו במלאי היא הקטנה ביותר מאותו דגם, הוא הצבע שייבחר לייצור הנר (אם יש יותר מצבע אחד כזה ייבחר אחד מהם).

- כמה הבחירה נתונה לבחירת המפעיל, אך אסור שכמה נרות הכוללת מודגם מסוים (הנרות שייצרו והנרות שבמלאי) תעלה על הכמות המаксימלית מודגם זה שאפשר לאחסן.

מהנדס התוכנה של המפעל בנה פרוייקט ובו שלוש מחלקות:

CandleKind	מחלקה המייצגת דגם של נרות
Factory	מחלקה המייצגת את המפעל
Run	מחלקה ראשית

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

לפניך חלקים מן המחלקה **CandleKind**

public class CandleKind	
private string name;	שם הדגם //
private int code;	קוד הדגם //
private string[] colors;	מערך של מגוון צבעי הדגם //
private int[] amounts;	כמות במלאי מכל צבע (בהתאמה) //
private int maxTotalAmount;	מכסה מקסימלית לאחסון //
public CandleKind(string name, int code, string[] colors, int maxTotalAmount)	
{	
this.name = name;	
this.code = code;	
this.colors = colors;	
this.amounts = new int[colors.Length];	
for (int i = 0; i < amounts.Length; i++)	
{ this.amounts[i] = 0; }	
this.maxTotalAmount = maxTotalAmount;	
}	
public void Update(string color, int amount)	
	הפעולה <u>מנגדילה</u> בכמות amount את כמות הנרותצבע color שבמלאי //

א. כתוב הוראה / הוראות לבניית עצם בשם kind1 מן המחלקה **CandleKind** בעברוי

דגם חדש של נרות שמתחלים לייצר במפעל. הדגם החדש מיוצר בשלושה צבעים
שוניים. בחר ערכים לתכונות כרצונך. רשום את ערכי תכונות העצם לאחר בנייתו.

ב. כתוב את כוורתת המחלקה **Factory** ואת התוכנה / התכונות שלה. כתוב תיעוד לכל
תמונה.

ג. לפניך טבלה עם תיעוד של פעולות 1-3 שיש להוציא לפועל. לכל פעולה כתוב:
i באיזו מחלקה (מבין שלוש המחלקות) מתאים להגדר אותה. הסבר את בחירתך.
ii את הכוורות של הפעולה.

1	פעולה המחזירה צבע של נר מדגם נרות מסוים שיתחילו לייצר.
2	פעולה המחזירה את כמות הנרות שאפשר לייצר מדגם נרות מסוים.
3	פעולה המחזירה את הקוד של דגם הנר שבבورو ההפרש בין הכמות שיש מדגם זה במלאי לבין הכמות שאפשר לאחסן הוא הגדל ביותר. אם יש כמה דגמי נרות כאלה, יוחזר אחד מהם. אם הכמות במלאי של כל אחד מדגמי הנרות היא המקסימלית שאפשר לאחסן, יוחזר הקוד 999 (קוד לא קיים).

לפניך פעולה ראשית המומומשת במחלקה **Run**. הפעולה מנהלת את תהליכי הייצור. השלים את קטעי הקוד הממוספרים (1)-(4) על פי פירוט הדרישות המופיע אחרי הקוד. הנה כי הפעולות שהגדרת בסעיף ג' קיימות, ומוגדרות פועלות Get, Set לכל תכונה במחלקה **CandleKind** הנזונה ובמחלקה **Factory** שכתבת בסעיף ב'. אם אתה מגדיר פעולות נוספות, רשאי באיזו מחלקה הן מוגדרות ומשמש אותן באופן מלא.

```
public static void Main(string [] args)
{
    Factory fty;
    //                                           מכאן והלאה הנח שקיים העצם fty עם ערכי
    //                                           תכונות המתארים את מצב המלאי הקיים בפעול
    int code = _____ (1)

    while (code != 999)
    {
        CandleKind ck;
        _____ (2)
        string colorToProduce;
        _____ (3)
        int amount;
        _____ (4)
        ck.Update(colorToProduce, amount);
        code = _____ (1)
    }
}
```

פירוט הדרישות:

- (1) זימון פעולה 3 מהטבלה שבסעיף ג'.
- (2) קטע קוד אשר יביא לכך שהמשתנה ck יוכל את דגם הנר בעל הקוד code.
- (3) קטע קוד אשר יביא לכך שהמשתנה colorToProduce יוכל את הצבע שיש לייצר מדגם הנר שהקוד שלו הוא code.
- (4) קטע קוד אשר יביא לכך שהמשתנה amount יוכל את כמות הנרות שאפשר לייצר מדגם הנר שהקוד שלו הוא code.

בצלחה!