

# תכנות בשפת פייתון

ברק גונן

המרכז לחינוך סייבר  
CYBER EDUCATION CENTER



# תכנות בשפת פייתון

Python Programming / Barak Gonen

גרסה 3.1 נובמבר 2025

כתיבה:

ברק גונן

עריכה:

עומר רוזנבוים

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר – כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט, אלא ברשות מפורשת בכתב מהמרכז לחינוך סייבר, קרן רש"י.

מהדורה ראשונה תשע"ז 2017

מהדורה שניה תש"פ 2020

מהדורה שלישית תשפ"א 2021

© כל הזכויות שמורות למרכז לחינוך סייבר של קרן רש"י.

<http://www.cyber.org.il>

## תוכן עניינים

7	הקדמה והתקנות נדרשות
8	התקנות נדרשות
16	אייקונים
16	תודות
17	תוכן עניינים מצגות פייתון
18	פרק 1 – מבוא ללימוד פייתון
18	מהי שפת סקריפטים?
21	עבודה באמצעות command line
22	מספרים בבסיסים שונים
24	Help
25	הסימן _ (קו תחתון)
26	הרצת תוכניות פייתון דרך ה-command line
27	סיכום
28	פרק 2 – סביבת עבודה PyCharm
28	פתיחת קובץ פייתון
30	קובץ הפייתון הראשון שלנו
31	סדר ההרצה של פקודות בסקריפט פייתון
33	התרעה על שגיאות
35	קביעת פרשן (Interpreter)
36	הרצת הסקריפט ומסך המשתמש
38	דיבוג עם PyCharm
40	העברת פרמטרים לסקריפט
40	סיכום
41	פרק 3 – משתנים, תנאים ולולאות
41	סוגי משתנים בפייתון
44	תנאים

45	תנאים מורכבים
46	שימוש ב-is
46	בלוק
48	תנאי else, elif
49	לולאת while
51	לולאות for
53	pass
55	פרק 4 – מחרוזות
55	הגדרת מחרוזת
56	ביצוע format ל-print
57	חיתוך מחרוזות – string slicing
59	פקודות על מחרוזות
60	dir, help
61	צירופי תווים מיוחדים ו-raw string
62	קבלת קלט מהמשתמש input
66	פרק 5 – פונקציות
66	כתיבת פונקציה בפיתון
68	return
69	None
70	scope של משתנים
76	פייתון מתחת למכסה המנוע (הרחבה)
77	id, is
79	העברת פרמטרים לפונקציה
81	סיכום
82	פרק 6 – List, Tuple
82	הגדרת List
84	Mutable, immutable

86	פעולות על רשימות
86	in
86	append
87	pop
87	sort
89	split
90	join
91	Tuple
92	סיכום
94	פרק 7 – כתיבת קוד נכונה
95	PEP8
98	חלוקת קוד לפונקציות
100	פתרון מודרך
105	assert
109	סיכום
110	פרק 8 – קבצים ופרמטרים לסקריפטים
110	פתיחת קובץ
111	קריאה מקובץ
112	כתיבה לקובץ
112	סגירת קובץ
114	קבלת פרמטרים לתוכנית
118	סיכום
119	פרק 9 – <b>Exceptions</b>
120	try, except
122	סוגים של Exceptions
125	finally
128	with

134	פרק 10 – תכנות מונחה עצמים – OOP
134	מבוא – למה OOP?
135	אובייקט – object
136	מחלקה – class
138	כתיבת class בסיסי
139	__init__
139	הוספת מתודות
140	Members
141	יצירת אובייקט
143	כתיבת class משופר
143	יצירת members "מוסתרים"
146	שימוש ב-accessor וב-mutator
148	יצירת מודולים ושימוש ב-import
151	אתחול של פרמטרים
151	קביעת ערך ברירת מחזל
152	המתודה __str__
153	יצירת אובייקטים מרובים
155	ירושה – inheritance
159	פולימורפיזם
161	הפונקציה isinstance
164	פרק 11 – OOP מתקדם (תכנות משחקים באמצעות PyGame)
165	כתיבת שלד של PyGame
166	שינוי רקע
171	הוספת צורות
173	תזוזה של גרפיקה
176	ציור Sprite
178	קבלת קלט מהעכבר

182	קבלת קלט מהמקלדת
182	השמעת צלילים
185	PyGame מתקדם – שילוב OOP
185	מבוא
186	class הגדרת
187	הוספת מתודות accessors ו-mutators שימושיות
188	הגדרת אובייקטים בתוכנית הראשית
189	sprite.Group()
190	יצירת אובייקטים חדשים
191	הזזת האובייקטים
193	בדיקת התנגשויות
198	סיכום
199	פרק 12 – מילונים
200	Get, in, pop, keys, values
202	מילונים, מתחת למכסה המנוע (הרחבה)
204	סוגי מפתחות
205	סיכום
206	פרק 13 – Magic Functions, List Comprehensions
206	List Comprehensions
209	Lambda
210	Map
211	Filter
212	Reduce
212	סיכום

## הקדמה והתקנות נדרשות

ברוכים הבאים לשפת פייתון! אם אתם קוראים ספר זה כנראה שאתם עושים את צעדיכם הראשונים במגמת הגנת סייבר. מדוע לומדים דווקא פייתון? שפת פייתון נבחרה ללימוד כיוון שהיא נמצאת בשימוש רחב בתעשייה, באקדמיה וגם בקרב היחידות הטכנולוגיות בצה"ל. חומרי הלימוד הבאים של מגמת הסייבר מבוססים על שפת פייתון ולכן נדרשת שליטה בשפה כבסיס ללימוד יתר התכנים.

הספר כולל את החומר הנדרש כבסיס ללימוד רשתות מחשבים, מומלץ ללמוד מן הספר נושאים לפי הצורך – לדוגמה, סביבת העבודה, שימוש במחרוזות ורשימות נדרשים ללימוד רשתות ולכן יש ללמוד אותם תחילה. לעומת זאת, תכנות מונחה עצמים ניתן לדחות את הלימוד של נושא זה להמשך. בנוסף כולל הספר נושאי הרחבה למעוניינים לשלוט בשפה יותר לעומק.

הספר לא מניח כמעט ידע מוקדם, אך הוא מניח היכרות עם רעיונות בסיסיים בתכנות כגון משתנים, תנאים ולולאות. הוא נועד לאפשר לימוד עצמאי, והוא פרקטי וכולל תרגילים רבים. כדי לשלוט בשפת פייתון, כמו בכל שפת תכנות, אי אפשר להסתפק בידע תיאורטי. הספר אינו מתיימר לכסות את כל הנושאים בשפת פייתון, אלא להתמקד בנושאים שסביר שתזדקקו להם במהלך לימודיכם. אחד הנושאים עליהם הספר אינו מרחיב רבות הוא אודות השימוש במודולים, ספריות שפותחו בפייתון ומאפשרות לבצע פעולות מורכבות בקלות יחסית. הוויתור על ההסברים המפורטים אודות מודולים הוא ראשית מכיוון שקשה מאוד להקיף את כל המודולים החשובים בספר לימוד, ושנית מכיוון שמטרתנו היא להעניק לכם את הבסיס ללימוד עצמי של חומרים מתקדמים. כך, כאשר תסיימו את הלימוד מהספר, תוכלו בקלות למצוא מידע באינטרנט אודות כל נושא שתמצאו ולשלב אותו בהצלחה בתוכנה שאתם כותבים.

## התקנות נדרשות

ישנן התקנות רבות של פייתון, לכן נרצה להמליץ על סביבת עבודה ושימוש נכון בסביבת העבודה. גרסת הפייתון של ההתקנה היא 3.13.7, בתואם לספר הלימוד. התקנה זו כוללת את כל הכלים הנוספים שנצטרך להשתמש בהם במהלך הלימוד, הן של פייתון והן של רשתות. לכן אין צורך להתקין את כל התוכנות.

שימו לב:

התוכנות הן עבור **מערכת ההפעלה Windows11**, עבור מערכות הפעלה אחרות ישנן גרסאות ספציפיות של התוכנות ויש להוריד אותן באופן עצמאי. יתר ההתקנה צפוי להיות דומה.

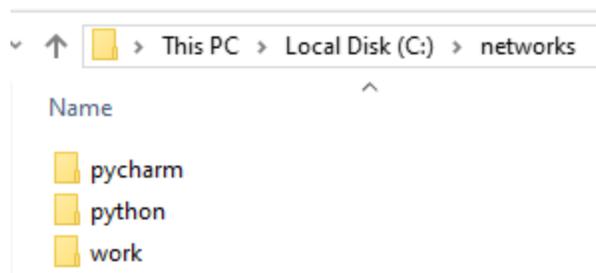
התוכנות הן (לפי סדר ההתקנה):

1. פייתון, גרסה 3.13.7
2. סביבת פיתוח PyCharm, גרסה 2025.2.1.1
3. דרייבר הסנפה מכרטיס רשת, Npcap גרסה 1.8 (אין צורך לטובת לימוד פייתון בלבד)
4. תוכנת הסנפה Wireshark גרסה 3.0.6 (אין צורך לטובת לימוד פייתון בלבד)
5. מודול יצירת פקטות של פייתון, Scapy. התקנת פייתון תייבא את הגרסה העדכנית.

קובץ התקנה מרוכז נמצא בכתובת:

<https://data.cyber.org.il/networks/installs.rar>

אפשר להתקין את התוכנות בכל תיקיה, אך מנסיון רב שנים התקנה "מפוזרת" של התוכנות גורמת אינספור בעיות ללומדים. לדוגמה, חלק מהתוכנות לא מסוגלות לזהות תיקיות שיש בהן עברית. חלק מהתוכנות דורשות התאמה של משתני סביבה. אם תפעלו לפי ההוראות הבאות, תחסכו לעצמכם בעיות. שימו לב למבנה התיקיות המומלץ בסיום ההתקנות:



התיקיה הראשית היא Networks, שם נשים את כל תתי התיקיות. התיקיה בשם Work המיועדת לקבצי הפייתון שלכם.

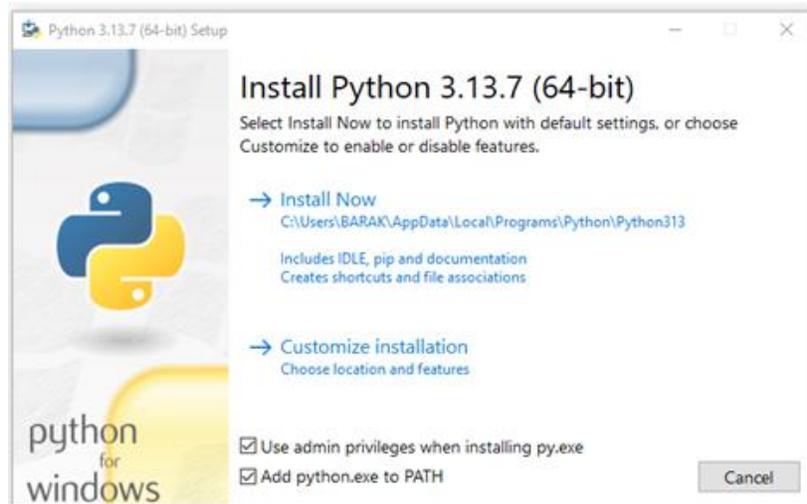
הקדמה והתקנות נדרשות

א. התקנת פייתון

הקליקו קליק ימני על הקובץ python-3.13.7-amd64.exe, ובתפריט שנפתח בחרו

Run as Administrator

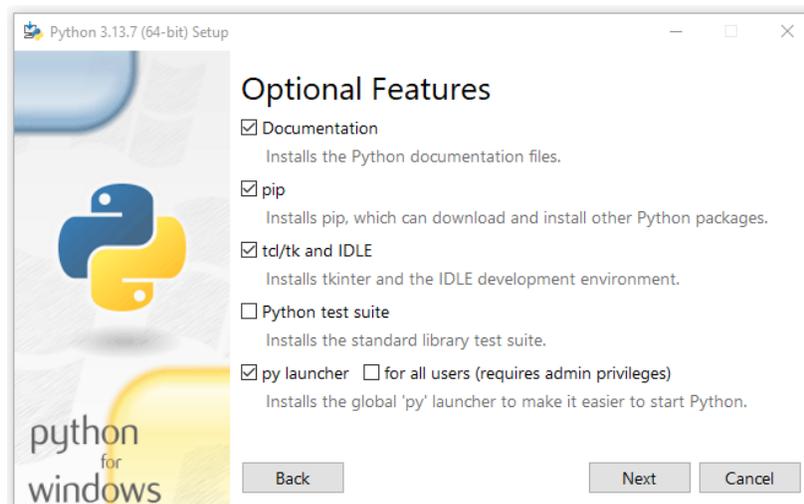
יופיע מסך ההתקנה הבא:



סמנו את שתי האופציות שלמטה- הרשאות admin והוספת פייתון ל-PATH במשתני הסביבה.

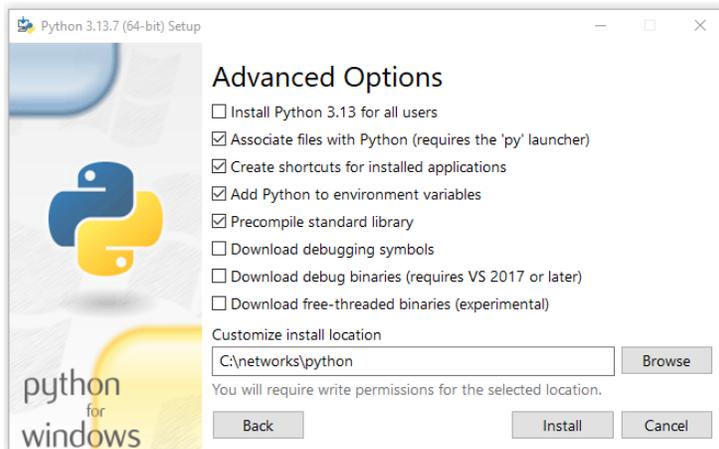
בחרו באפשרות "customize installation".

בחרו באפשרויות הבאות:

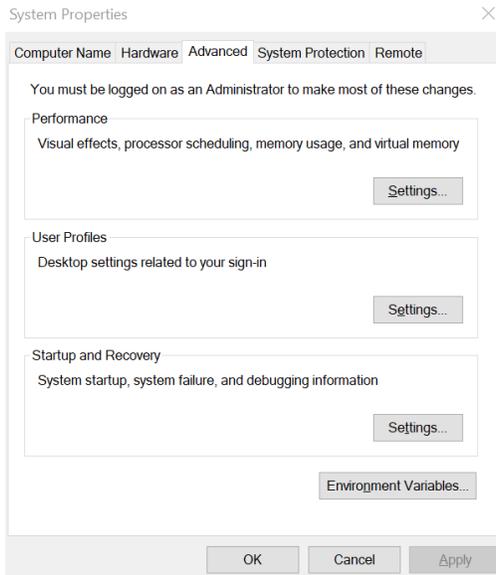


הקדמה והתקנות נדרשות

ובמסך הבא בחרו את האפשרויות המסומנות, והזינו בתור תיקיית התקנה את `c:\networks\python`:

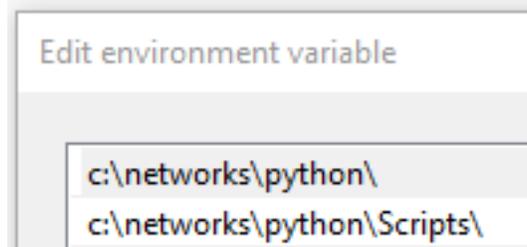


כעת בידקו שפייתון מוגדר בתוך ה-PATH של משתני הסביבה שלכם. במסך החיפוש של windows הקלידו `env` ובחרו באפשרות `Edit The System Environment Variables`. הקליקו על הלחצן `Environment Variables`.



וודאו שבתוך המשתנה PATH יש את שתי הכניסות הבאות. אם הן אינן, הוסיפו אותן ידנית (בהנחה שהתקנתם את פייתון בתוך `c:\networks\python`)

## הקדמה והתקנות נדרשות



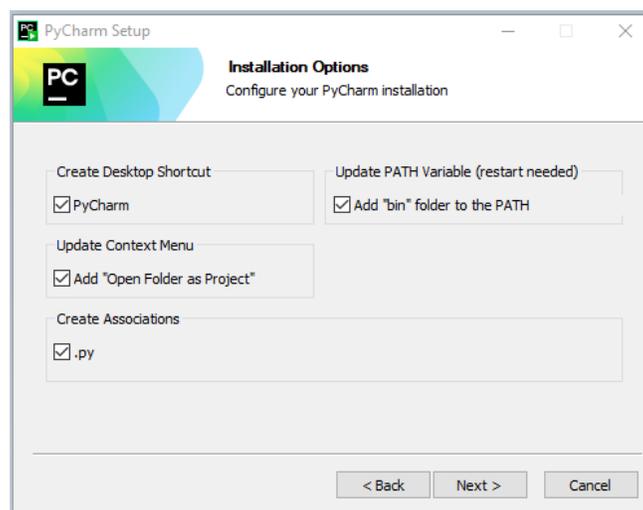
כדי לוודא שהכל עובד כשורה, פיתחו cmd והקלידו python. צפוי שתקבלו את ההדפסה הבאה:

```
C:\Windows\system32\cmd.exe - python
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\BARAK>python
Python 3.13.7 (tags/v3.13.7:bcee1c3, Aug 14 2025, 14:15:11) [MSC v.1944 64 bit
(AMD64)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>>
```

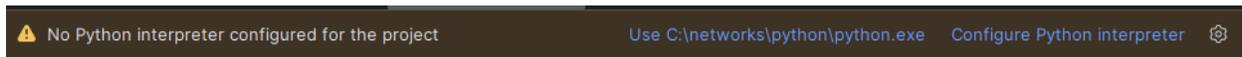
## ב. PyCharm

הקליקו על קובץ ההתקנה, היא תבצע מעצמה. בחרו את האפשרויות הבאות במסך ההתקנה:

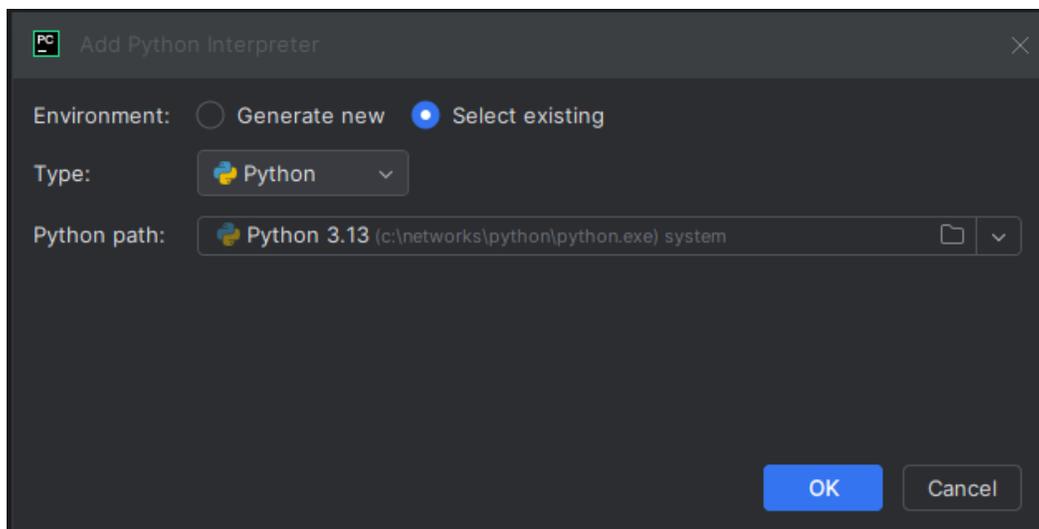


הקדמה והתקנות נדרשות

עם ההפעלה, בחרו באפשרות "Create new project" ופיתחו פרוייקט בספרייה c:\networks\work. אם קבלתם הודעת שגיאה "Invalid Python Interpreter selected for the project", הודעה שמופיעה מעל שורות הקוד של הקובץ אותו אתם מנסים להריץ:



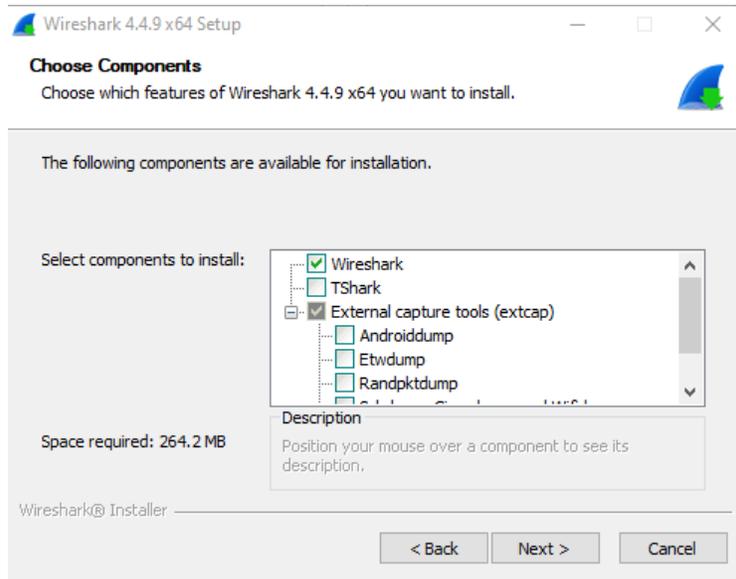
הקליקו על "Configure Python Interpreter" בצד הימני של ההודעה ותעברו למסך ההגדרות הבא:



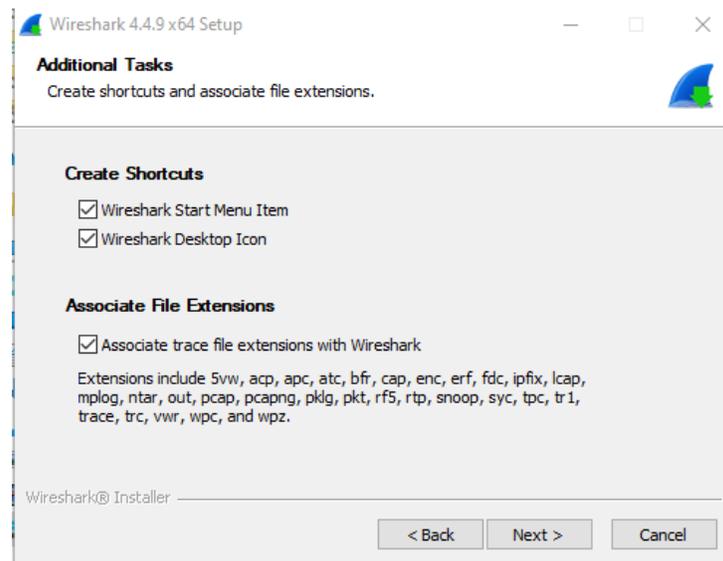
שנו את הערך של ה-Python interpreter כך שיצביע על הקובץ Python.exe שבתיקיה c:\networks\work\python, כעת הקליקו על כפתור ה-OK והבעיה נעלמה.

א. Wireshark ו-npcap (אין צורך לטובת לימוד פייתון, נדרש ללימוד רשתות)

הקליקו על תוכנת ההתקנה של Wireshark. אין צורך בהתקנה של אופציות נוספות:



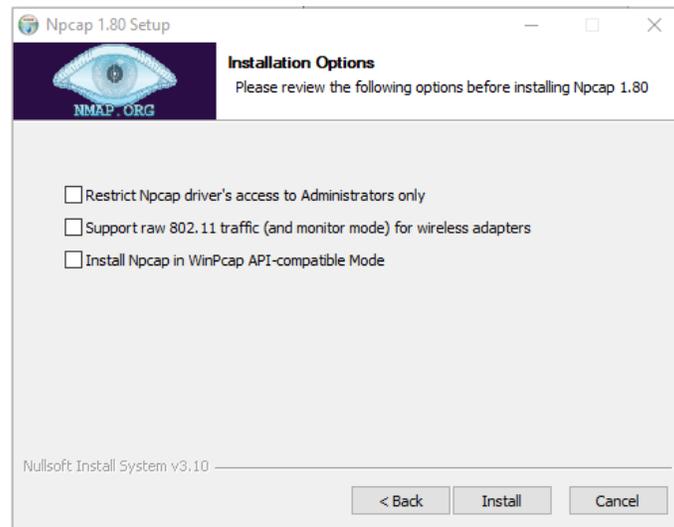
בחרו את כל האפשרויות:



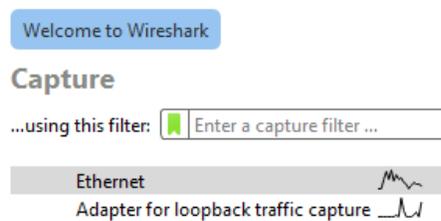
התוכנה תשאל אם ברצונכם להתקין על הדרך את npcap, בחרו באפשרות הזו. אין צורך להתקין USBcap.

במסך ההתקנה של npcap אין צורך לבחור באפשרות כלשהי מהאפשרויות הבאות:

## הקדמה והתקנות נדרשות



הקליקו על האייקון של Wireshark. התוכנה תגלה באופן אוטומטי את כל ממשקי הרשת שלכם. כרטיס רשת פעיל יראה גרף עולה ויורד, בהתאם לרמת הפעילות.



במקרה זה, המחשב מחובר דרך כבל רשת. בחרו בממשק הפעיל והתחילו הסנפה.

הקדמה והתקנות נדרשות

ה. scapy (אין צורך לטובת לימוד פייתון, נדרש ללימוד רשתות)

פיתחו cmd והקלידו

pip install scapy

```
C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\BARAK>pip install scapy
Collecting scapy
  Downloading scapy-2.6.1-py3-none-any.whl.metadata (5.6 kB)
  Downloading scapy-2.6.1-py3-none-any.whl (2.4 MB)
----- 2.4/2.4 MB 7.3 MB/s 0:00:00
Installing collected packages: scapy
Successfully installed scapy-2.6.1

C:\Users\BARAK>
```

כדי לבדוק אם ההתקנה הצליחה, הקלידו scapy. תקבלו את המסך הבא, אין מה להיות מוטרדים מהודעות השגיאה- הן שייכות למודולים שאין לנו צורך בהם.

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - scapy

c:\Networks\scapy>scapy
INFO: Can't import matplotlib. Won't be able to plot.
INFO: Can't import PyX. Won't be able to use psdump() or pdfdump().
WARNING: No route found for IPv6 destination :: (no default route?)
INFO: Can't import python-cryptography v1.7+. Disabled WEP decryption/encryption. (Dot11)
INFO: Can't import python-cryptography v1.7+. Disabled IPsec encryption/authentication.
WARNING: IPython not available. Using standard Python shell instead.
AutoCompletion, History are disabled.
WARNING: On Windows, colors are also disabled

      aSPV//YASa
      apyyyyCV/////////YCa
      sY/////////YSpCs  scpCY//Pp
ayp ayyyyyySCP//Pp      sy//C
AYAsAYYYYYYYYY//Ps      cV//S
      pCCCC//p          cSSps y//Y
      SPPPP//a          pP//AC//Y
      A//A              cyP//C
      p//Ac              sC//a
      P////////Cpc      A//A
      sccccp//pSP//p    p//Y
      sY/////////y  caa    S//P
      cayCyayP//Ya     pY/Ya
      sY/PsY////////Ccc  aC//Yp
      sc  sccaCV//PCyPaapyCP//YsS
      spCPV/////////YPSps
      ccaacs

Welcome to Scapy
Version git-archive.devd31378c886
https://github.com/secdev/scapy
Have fun!
Craft packets like I craft my beer.
-- Jean De Clerck
```

כדי לוודא שה-scapy שלכם עובד כשורה, הסינפו באמצעותו 2 פקטות והציגו אחת מהן:

```
>>> p = sniff(count = 2)
>>> p[0].show()
```

זהו, סיימנו. מוכנים להתחיל לעבוד!

## אייקונים

בספר, אנו משתמשים באייקונים הבאים בכדי להדגיש נושאים ובכדי להקל על הקריאה:



שאלה



הגדרה למונח



הדגשת נקודה חשובה



"תרגיל מודרך". עליכם לפתור תרגילים אלו תוך כדי קריאת ההסבר



תרגיל לביצוע. תרגילים אלו עליכם לפתור בעצמכם, והפתרון בדרך כלל לא יוצג בספר



פתרון מודרך לתרגיל אותו היה עליכם לפתור בעצמכם



רקע היסטורי, או מידע העשרתי אחר



הפניה לסרטון

## תודות

ספר זה לא היה נכתב אלמלא תרומתו של עומר רוזנבוים, שסייע הן בגיבוש תוכנית הלימודים בפיתוח והן ביצע את העריכה של הספר. כמו כן רבים מהתרגילים בספר נכתבו על ידי שי סדובסקי ועומר רוזנבוים, וניתן להם קרדיט בצד התרגילים.

ברק גונן

## תוכן עניינים מצגות פייתון

להלן לינקים למצגות הלימוד של פייתון, אשר עשויות לסייע לכם במהלך לימוד הפרקים השונים.

Before we start:	<a href="http://data.cyber.org.il/python/1450-3-00.pdf">http://data.cyber.org.il/python/1450-3-00.pdf</a>
Intro and CMD:	<a href="http://data.cyber.org.il/python/1450-3-01.pdf">http://data.cyber.org.il/python/1450-3-01.pdf</a>
PyCharm:	<a href="http://data.cyber.org.il/python/1450-3-02.pdf">http://data.cyber.org.il/python/1450-3-02.pdf</a>
Variables, conditions, and loops:	<a href="http://data.cyber.org.il/python/1450-3-03.pdf">http://data.cyber.org.il/python/1450-3-03.pdf</a>
Strings:	<a href="http://data.cyber.org.il/python/1450-3-04.pdf">http://data.cyber.org.il/python/1450-3-04.pdf</a>
Functions:	<a href="http://data.cyber.org.il/python/1450-3-05.pdf">http://data.cyber.org.il/python/1450-3-05.pdf</a>
Lists and tuples:	<a href="http://data.cyber.org.il/python/1450-3-06.pdf">http://data.cyber.org.il/python/1450-3-06.pdf</a>
Assert:	<a href="http://data.cyber.org.il/python/1450-3-07.pdf">http://data.cyber.org.il/python/1450-3-07.pdf</a>
Files and script parameters:	<a href="http://data.cyber.org.il/python/1450-3-08.pdf">http://data.cyber.org.il/python/1450-3-08.pdf</a>
Exceptions:	<a href="http://data.cyber.org.il/python/1450-3-09.pdf">http://data.cyber.org.il/python/1450-3-09.pdf</a>
Object Oriented Programming:	<a href="http://data.cyber.org.il/python/1450-3-10.pdf">http://data.cyber.org.il/python/1450-3-10.pdf</a>
PyGame:	מומלץ ללמוד מספר הלימוד
Dictionaries:	<a href="http://data.cyber.org.il/python/1450-3-12.pdf">http://data.cyber.org.il/python/1450-3-12.pdf</a>
Magic functions:	ללא מצגת
Regular expressions:	<a href="http://data.cyber.org.il/python/1450-3-14.pdf">http://data.cyber.org.il/python/1450-3-14.pdf</a>

## פרק 1 – מבוא ללימוד פייתון

### מהי שפת סקריפטים?

ברוכים הבאים לשפת פייתון! שפת פייתון היא שפה שימושית וקלה לשימוש. לאחר שתשלטו בבסיס השפה תוכלו לכתוב תוכניות מסובכות בקלות יחסית. לדוגמה, במספר שורות קוד תוכלו לגרום לשני מחשבים לשלוח הודעות אחד לשני. בפחות ממאתיים שורות קוד תוכלו לפתח משחק מחשב, עם גרפיקה וצלילים.

שפת פייתון פותחה ב-1990 כשפת סקריפטים. מהי שפת סקריפטים? כדי להבין מהי שפת סקריפטים נצטרך להבין קודם כל כיצד עובדת שפה שאינה שפת סקריפטים, לדוגמה שפת C. כל שפת תוכנה צריכה להפוך בדרך כלשהי לשפת מכונה, כדי שהמעבד של המחשב יוכל להריץ אותה. ההבדל בין שפת סקריפטים לשפה שאינה שפת סקריפטים הוא במסלול שעובר הקוד עד שהוא הופך לשפת מכונה. קוד שנכתב בשפת C צריך לעבור שני שלבים לפני שהמעבד של המחשב יכול להריץ אותו: השלב הראשון נקרא קומפילציה והוא מבוצע על ידי תוכנה שנקראת קומפיילר. הקומפיילר ממיר את הקוד משפת C לשפת אסמבלי. אסמבלי היא שפה שנמצאת רמה אחת מעל שפת מכונה וכדי לתכנת בה יש צורך לעבוד ישירות עם החומרה של המחשב. אם אתם רוצים לדעת יותר על שפת אסמבלי, תוכלו פשוט לפתוח את ספר לימוד האסמבלי של גבהים. השלב השני מבוצע על ידי תוכנה שנקראת אסמבלר. האסמבלר ממיר את הקוד משפת אסמבלי לשפת מכונה, כלומר לשפה שהמעבד מבין. בעקבות ההמרה האחרונה נוצר קובץ הרצה בעל סיומת exe (קיצור של executable). הנקודה החשובה לזכירה היא שבסוף התהליך נוצר קובץ שמכיל את כל הפקודות שכתבנו, כאשר הן מתורגמות לשפת מכונה.

את השלבים הבאים נוכל לבחון באמצעות קומפיילר אונליין כדוגמת:

[https://www.tutorialspoint.com/compile\\_c\\_online.php](https://www.tutorialspoint.com/compile_c_online.php)

הבה נראה מה קורה כאשר יש שגיאה בתוכנית. ניקח תוכנית תקינה בשפת C, אשר מדפיסה "Hello world", ונוסיף לה שורה חסרת משמעות – blablabla:

```

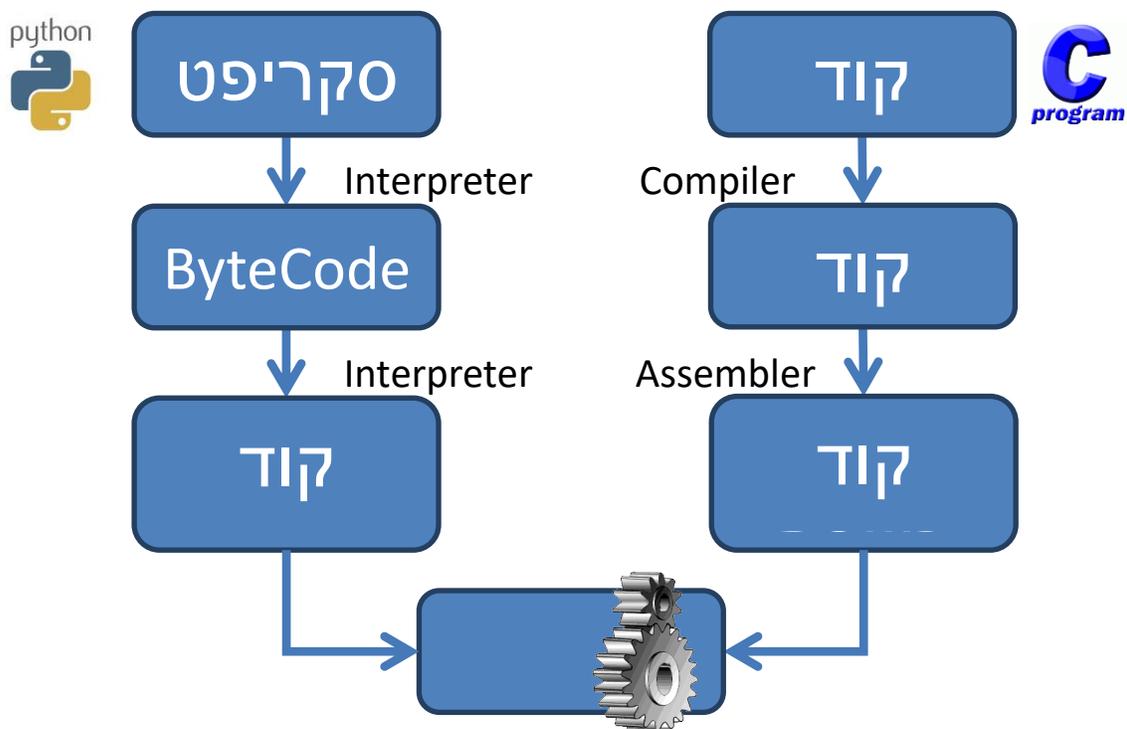
1 #include <stdio.h>
2
3 int main()
4 {
5     printf("Hello, World!\n");
6     blablabla
7     return 0;
8 }
9
```

כאשר ננסה לבצע קומפילציה, נקבל הודעת שגיאה:

```
error: 'blabla' undeclared (first use in this function)
```

במילים אחרות, לא נוכל להדפיס "Hello world", למרות שהשגיאה בתוכנית נמצאת בשורה שאחרי פקודת ההדפסה. הסיבה היא שהתוכנית שלנו נכשלת כבר בשלב ההמרה לשפת אסמבלי, ואינה עוברת כלל המרה לשפת מכונה.

כעת נעבור לדון במתרחש בשפת פייתון, שכאמור הינה שפת סקריפטים. על סקריפט פייתון פועלת תוכנה שנקראת interpreter ("פרשן"). ה- interpreter עובד בצורה אחרת לגמרי מאשר הקומפיילר והאסמבלר בהם משתמשים כדי לתרגם את שפת C לשפת מכונה. הוא אינו יוצר קובץ אסמבלי וגם אינו יוצר קובץ הרצה. במקום זאת, כל פקודה שכתבנו בשפת פייתון מתורגמת לשפת מכונה רק בזמן הריצה. תוך כדי תהליך הפירוש, נוצר קובץ עם סיומת .pyc, שמכיל bytecode – הוראות שונות של ה- interpreter – אך כאמור זה אינו קובץ בשפת מכונה, כלומר, מעבד לא מסוגל להריץ את הקובץ הזה.



שפת סקריפטים (פייתון) לעומת שפת C

מדוע חשוב לנו לדעת את שלבי ההמרה? כי כעת אנחנו יכולים להבין את הניסוי הבא. הפעם, ניקח תוכנית תקינה בשפת פייתון, שמדפיסה "Hello world" ונוסיף גם לה blablabla:

```
print("Hello World")
blablabla
```

כאשר נריץ את התוכנית יתקבל הפלט הבא:

```
Hello world
Traceback (most recent call last):
  File "main.py", line 2, in
    blablabla
NameError: name 'blablabla' is not defined
```

מה קיבלנו? השורה הראשונה, שמדפיסה Hello world למסך, בוצעה בהצלחה. לאחר מכן התבצע ניסיון להריץ את השורה blablabla, ניסיון שהסתיים בשגיאת הרצה. הנקודה המעניינת היא שהתוכנית רצה באופן תקין עד שארעה השגיאה, וזאת בניגוד לתוכנית זהה בשפת C, שכלל לא רצה. הסיבה שהצלחנו להגיע בפייתון לנקודה שחלק מהתוכנית רצה, היא בדיוק בגלל תהליך ההמרה השונה. בפייתון לא נוצר קוד בשפת אסמבלי וגם לא קובץ הרצה, ולכן השגיאה לא התגלתה עד לנקודה שבה היה צריך לתרגם את blablabla חסר המשמעות לשפת מכונה. רק אז הבין ה-`interpreter` שיש כאן בעיה ועצר את ריצת התוכנית תוך דיווח על שגיאה.

מה אפשר להסיק ממה שלמדנו עד כה? קודם כל, ששפת פייתון היא הרבה יותר סלחנית לשגיאות מאשר שפות אחרות. שימו לב גם עד כמה הקוד בשפת פייתון קצר יותר מאשר בשפת C. לכן, הדעה הרווחת היא שקל יותר ללמוד לכתוב קוד בשפת פייתון. עם זאת, גם לשפת C יש יתרונות על פייתון: ראשית, אם נכתוב קוד לא זהיר בשפת פייתון הוא יתרוסק תוך כדי ריצה. אין מנגנון כמו הקומפילר של C, שמונע מאיתנו לכתוב קוד שלא עומד בכללי התחביר של השפה ולכן הסיכוי לבעיות בזמן ריצה הוא קטן יותר. התרסקות של קוד תוך כדי ריצה היא חמורה לאין שיעור מאשר שגיאת קומפילציה, אותה ניתן לגלות ולדבג לפני ההרצה. שנית, העובדה שקוד בשפת C מתורגם לשפת מכונה לא שורה אחר שורה אלא כקובץ אחד, מאפשרת לבצע תהליכי ייעול (אופטימיזציה) של הקוד, כך שהוא עשוי לרוץ יותר מהר ולצרוך פחות זיכרון מאשר קוד מקביל בשפת פייתון. זה דבר חשוב למי שרוצים להריץ אפליקציות "כבדות", כגון גרפיקה מורכבת או הצפנה.

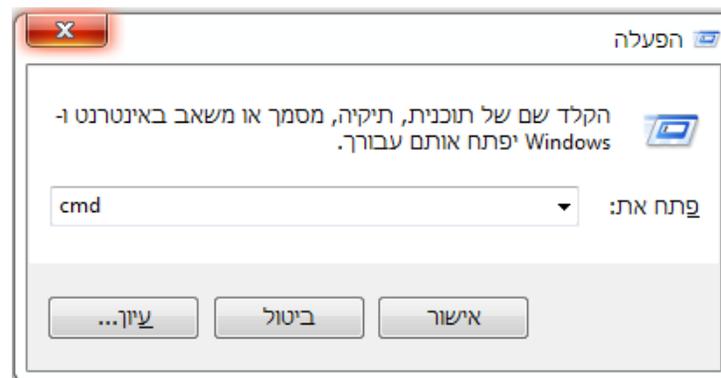
לסיכום, אפשר לומר שפייתון היא שפה נוחה וקלה לכתובה, שמאפשרת להגיע במהירות לתוכניות עובדות, גם אם הדבר בא על חשבון מהירות או יעילות. בשל כך זכתה פייתון למפתחים נלהבים רבים, שדאגו לכתוב מודולים – קטעי קוד שמבצעים משימות שונות – ולהפיץ אותם. כתוצאה מכך, אחד היתרונות העיקריים של פייתון הוא שניתן לקבל מן המוכן קוד בשפת פייתון שמבצע משימות רבות: חישובים מתמטיים, גרפיקה, ניהול קבצים במחשב וכל דבר שניתן להעלות על הדעת.

## עבודה באמצעות command line

נפעיל את פייתון בדרך הקצרה והמהירה. ישנו חלון טקסטואלי פשוט, שנקרא command line, או בעברית "שורת הפקודה". כדי להגיע לחלון של command line, לוחצים על מקש ה-winkey (בתמונה) ובו זמנית על מקש ה-"R":



יופיע מסך "הפעלה" או באנגלית run, ובתוכו כיתבו את שם התוכנה שאתם רוצים להפעיל. במקרה זה – cmd.



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - python
(c) 2020 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\barak>python
Python 3.8.0 (tags/v3.8.0:fa919fd, Oct 14 2019, 19:21:23) [MSC v.1916
32 bit (Intel)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.

>>>
```

עם לחיצה על מקש ה-enter תגיעו למסך ה-command line. במסך יהיה כתוב שם התיקיה בה אתם נמצאים, לדוגמה c:\cyber. כעת כיתבו python והקישו enter. ברוכים הבאים לפייתון!

אנחנו יכולים לכתוב כל תרגיל חשבוני שאנחנו רוצים, לדוגמה  $4+5$ , ונקבל מיידית את התשובה. אנחנו יכולים אפילו להגדיר משתנים, לדוגמה  $a=4$  ו- $b=5$ , וכאשר נכתוב  $a+b$  נקבל את הסכום שלהם. נסו זאת!

## מספרים בבסיסים שונים

ניתן כאן הסבר מקוצר מאוד לשיטות הבינאריות וההקסדצימליות. הנושא הזה מכוסה בהרחבה בספר האסמבלי של גבהים, ואם אינכם שולטים בבסיסי ספירה מומלץ להניח מעט לספר הפייתון וללמוד בסיסי ספירה בטרם תמשיכו.

אנחנו בני האדם סופרים בבסיס 10, וזה דבר טבעי בעינינו כיוון שיש לנו עשר אצבעות. מחשבים סופרים בבסיס 2, בינארי. בבסיס זה קיימות רק הספרות 0 ו-1. אין במחשבים שום ספרות חוץ מאשר 0 ו-1.



כיוון שלבני אנוש מסובך מעט לקרוא רצפים ארוכים של אחדות ואפסים, מקובל להציג מידע ששמור בזיכרון המחשב בספרות הקסדצימליות – בסיס 16. זאת משום שכל ספרה הקסדצימלית מייצגת 4 ספרות בינאריות (שימו לב ש-16 היו 2 בחזקת 4, ולכן כלל זה מתקיים). לדוגמה את הרצף:

```
1011 0001 1000 0010
```

ניתן לכתוב בספרות הקסדצימליות:

B182

...הרבה יותר קצר לקריאה!

אם נרצה לכתוב בפייתון מספרים בינאריים, עליהם להתחיל ב-0b. לדוגמה 0b11 הינו 3, ו-0b111 הינו 7. כדי לכתוב מספרים הקסדצימליים בפייתון, נוסיף להם תחילית 0x. כך לדוגמה, 0x1A הינו 26, ו-0x2B הינו 43. אפשר לראות זאת בקלות אם נכתוב אותם בסביבת הפייתון:

```
>>> a = 0x2b
>>> a
43
>>> b = 0b111
>>> b
7
```

## Help



תרגיל מודרך



כיתבו בפייתון 2 בחזקת 7.

לא יודעים איך לכתוב חזקה בפייתון? כיתבו `help()`. יופיע הכתוב הבא:

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - python
>>> help()

Welcome to Python 3.8's help utility!

If this is your first time using Python, you should definitely check out
the tutorial on the Internet at https://docs.python.org/3.8/tutorial/.

Enter the name of any module, keyword, or topic to get help on writing
Python programs and using Python modules.  To quit this help utility and
return to the interpreter, just type "quit".

To get a list of available modules, keywords, symbols, or topics, type
"modules", "keywords", "symbols", or "topics".  Each module also comes
with a one-line summary of what it does; to list the modules whose name
or summary contain a given string such as "spam", type "modules spam".

help>
```

נוכל לבחור בעזרה בנושאים הבאים: `Keywords, Topics, Modules`. נבקש את רשימת כל הנושאים ב-`Topics` ונקבל את הרשימה הבאה:

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - python
help> topics

Here is a list of available topics. Enter any topic name to get more help.

ASSERTION          DELETION           LOOPING            SHIFTING
ASSIGNMENT         DICTIONARIES      MAPPINGMETHODS    SLICINGS
ATTRIBUTEMETHODS DICTIONARYLITERALS MAPPINGS          SPECIALATTRIBUTES
ATTRIBUTES         DYNAMICFEATURES  METHODS          SPECIALIDENTIFIERS
AUGMENTEDASSIGNMENT ELLIPSIS         MODULES          SPECIALMETHODS
BASICMETHODS      EXCEPTIONS        NAMESPACES       STRINGMETHODS
BINARY            EXECUTION         NONE             STRINGS
BITWISE          EXPRESSIONS      NUMBERMETHODS    SUBSCRIPTS
BOOLEAN          FLOAT            NUMBERS          TRACEBACKS
CALLABLEMETHODS  FORMATTING       OBJECTS          TRUTHVALUE
CALLS            FRAMEOBJECTS     OPERATORS        TUPLELITERALS
CLASSES          FRAMES           PACKAGES         TUPLES
CODEOBJECTS      FUNCTIONS        POWER            TYPEOBJECTS
COMPARISON       IDENTIFIERS      PRECEDENCE       TYPES
COMPLEX          IMPORTING        PRIVATENAMES     UNARY
CONDITIONAL      INTEGER         RETURNING        UNICODE
CONTEXTMANAGERS LISTLITERALS     SCOPING
CONVERSIONS     LISTS
DEBUGGING       LITERALS
SEQUENCES

```

אם נכתוב POWER (המונח האנגלי לחזקה) נקבל את התיאור המלא של POWER, שם נגלה שכדי להעלות בחזקה עלינו להשתמש בסימן \*\*. לדוגמה,  $2^{**7}$  הינו 2 בחזקת 7.

כדי לצאת מ-help נכתוב quit ונגיע חזרה לחלון הפקודה שלנו. נסו כעת להשתמש במה שלמדנו!

## הסימן \_ (קו תחתון)

כפי שראינו, אפשר להגדיר בפייתון משתנים בקלי קלות, פשוט באמצעות כתיבת שם המשתנה, הסימן '=' ולאחר מכן הערך שהמשתנה מקבל. קיימים בפייתון סוגים רבים של משתנים, עליהם נלמד בהמשך. כדי להגדיר משתנה בשם a, אשר ערכו הוא 17, פשוט כותבים  $a=17$ .



תנו ערכים כלשהם למשתנים a ו-b. חשבו את הביטוי הבא:

$$4*(a+b)+3$$

קל? כעת חשבו את הביטוי הבא:

$$(4*(a+b)+3)**2$$

דרך אחת היא פשוט להעתיק את כל התרגיל מהתחלה. אולם כפי שהבחנתם, מדובר למעשה באותו תרגיל פרט לכך שהוא בחזקת 2. כדי למצוא את הפתרון באופן אלגנטי ובלי הקלדות מיותרות פשוט רישמו את הביטוי הראשון, לחצו enter ובשורה הבאה כיתבו:

```
_**2
```

פירושו של הקו התחתון – "קח את התוצאה האחרונה שחישבת". באופן זה נוכל לחסוך זמן כתיבה ולבצע חישובים בקלות. שימו לב שהטריק הזה עובד ב-`interpreter`, אך לא בסביבת העבודה אותה נלמד בהמשך.

## הרצת תוכניות פייתון דרך ה-command line

כעת נכתוב את תוכנית הפייתון הראשונה שלנו! ראשית נצטרך תוכנת עריכה כלשהי. בתור התחלה מומלץ להשתמש ב-`notepad++`, אשר ניתן להורדה בחינם מהאינטרנט. לא נשתמש בו הרבה, כך שאם אתם מעדיפים לא להתקין אותו תוכלו להשתמש בתוכנת `notepad` שמגיעה עם חלונות. איך מפעילים? בדיוק כמו שלמדנו להפעיל כל תוכנה. ליחצו על `winkey+R`, כיתבו `notepad` בחלון ההפעלה וזהו.

את הקובץ שיצרתם שימרו עם סיומת `py`, כלומר קובץ פייתון. לדוגמה `hello.py`. כיתבו את הפקודה הבאה:

```
print("Hello cool cyber student!")
```

ושימרו את הקובץ.

כעת כל מה שנותר לנו לעשות הוא מתוך ה-command line להריץ את קובץ הפייתון שלנו. ראשית יש להגיע אל התיקיה שבתוכה שמרנו אותו. לדוגמה, אם שמרנו את הקובץ בתוך `c:\cyber` אז עלינו לכתוב:

```
cd c:\
```

```
cd cyber
```

לאחר שהגענו לתיקיה הנכונה, נכתוב:

```
python hello.py
```

והקובץ שלנו יורץ מיד ☺

## סיכום

בפרק זה רכשנו את הבסיס לתכנות פייתון. אנחנו מבינים שפייתון היא שפת סקריפטים, אנחנו יודעים להריץ פקודות פייתון פשוטות גם דרך ה-command line וגם דרך קבצי פייתון שיצרנו. אנחנו יודעים איך לחפש בפייתון עזרה על כל נושא שנרצה. למעשה, עם הידע שקיים אצלנו בשלב זה כבר אפשר להסתדר לא רע – הרי בסופו של דבר אנחנו יודעים לכתוב תוכניות ולהריץ אותן, ואנחנו גם יודעים לחפש עזרה בנושאים לא מוכרים. מעכשיו, נוכל למצוא הדרכה על כמעט כל נושא שנלמד ולהסתדר לבד, אם נעדיף שלא לקרוא את המשך הספר...

## פרק 2 – סביבת עבודה PyCharm



עד כה למדנו איך כותבים פקודות בסיסיות בחלון command line או באמצעות קובץ שכתבנו ב-notepad++. מה שעשינו נחמד בתור התחלה, אבל קשה מאוד לכתוב תוכניות משמעותיות בצורה זו. חסרה לנו סביבת עבודה שמאפשרת להריץ את הקוד מתוך הסביבה וכוללת דיבאגר. הכוונה בדיבאגר היא תוכנה שמסוגלת להריץ את הקוד שלנו פקודה אחרי פקודה, תוך כדי הצגת ערכי המשתנים השונים. זו יכולת קריטית כשרוצים להבין מדוע תוכנית שכתבנו לא עובדת באופן תקין.

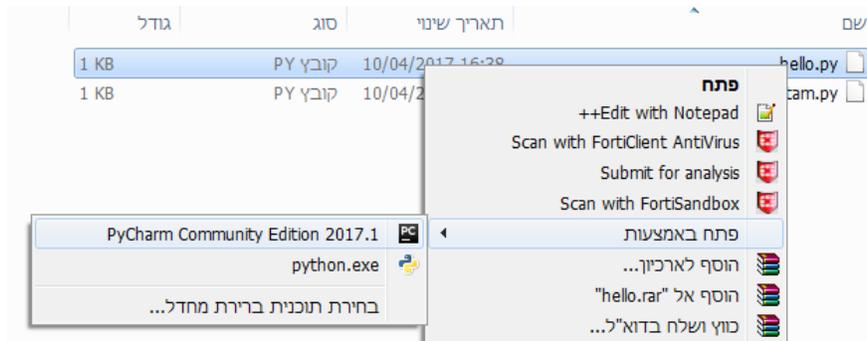
בחרנו להציג בפניכם את סביבת העבודה PyCharm. היכולות שסביבת עבודה זו מעניקה לנו הם:

- כתבן (תחליף ל-notepad++).
- איתור שגיאות אוטומטי – כן, PyCharm מוצא בשבילנו את השגיאות בקוד שלנו. אין הכוונה לכך ש-PyCharm יודע לתקן עבורנו באגים באלגוריתם, אך PyCharm בהחלט יגלה לנו אם שכחנו לשים נקודותיים, או שהשתמשנו במשתנה ששכחנו לתת לו ערך התחלתי.
- דיבאגר – כאמור, יכולת להריץ את הקוד שלנו פקודה אחר פקודה (step by step), תוך הצגת ערכי המשתנים.
- יכולת לאתחל בקלות תוכנית לאחר קריסה או באג – נוכל לחסוך זמן משמעותי כאשר התוכנית שלנו מתרסקת, על ידי כך שבמקום לאתחל את התוכנה פשוט נורה ל-PyCharm להריץ אותה שוב.

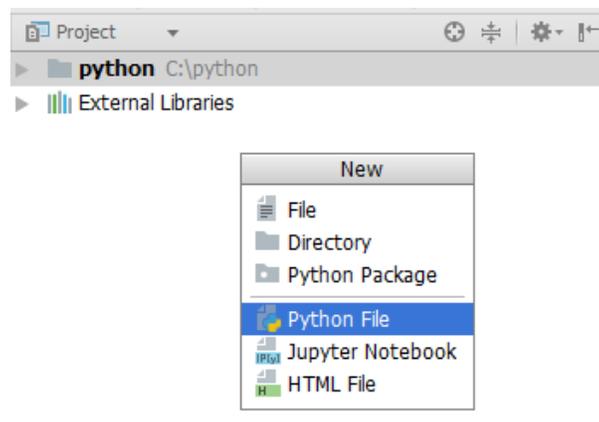
כעת נלמד להשתמש בסביבת העבודה PyCharm.

### פתיחת קובץ פייתון

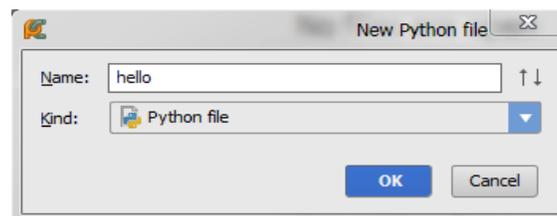
אם הקובץ כבר קיים, כל שנצטרך לעשות הוא להקליק עליו קליק ימני ולבחור באפשרות open with ולאחר מכן PyCharm Community Edition.



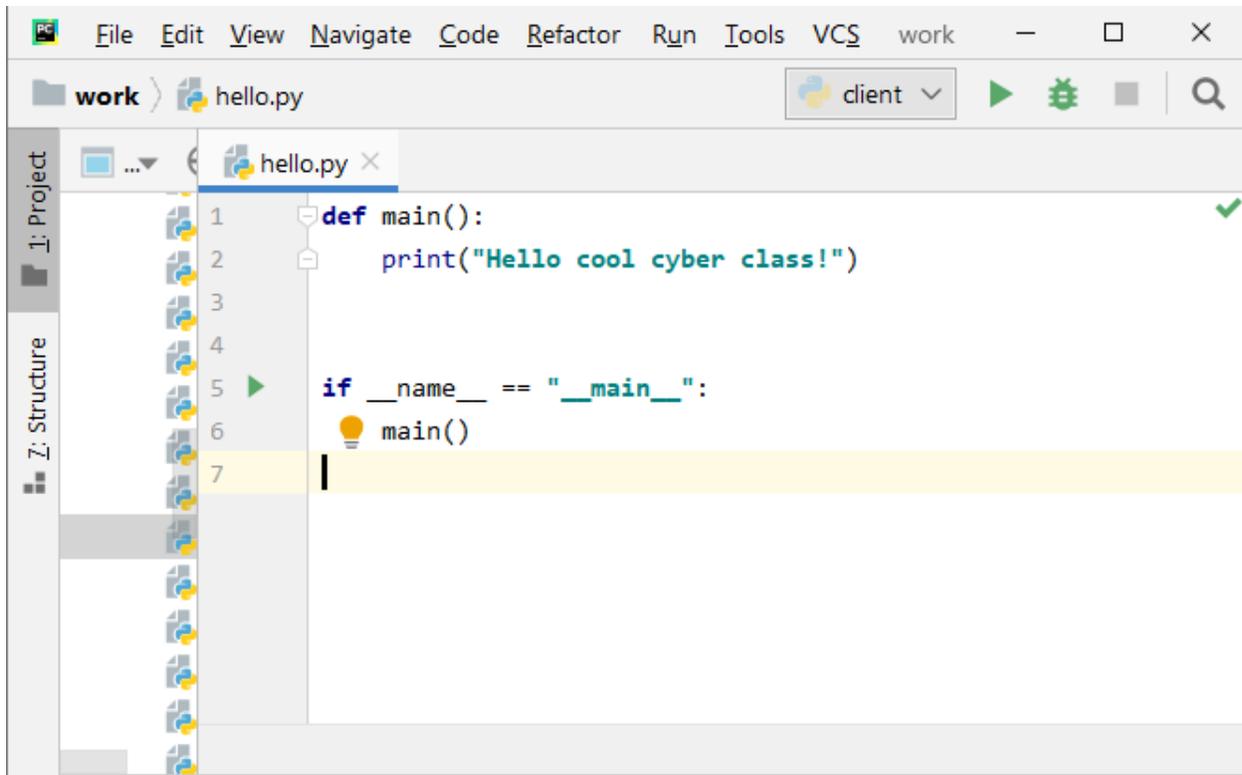
אם נרצה לפתוח קובץ חדש, אז נקליק על האייקון של PyCharm ומהתפריט נבחר ב-file, לאחר מכן new ואז מבין האפשרויות נבחר ב-python file:



לאחר מכן ניתן לקבץ החדש שם:

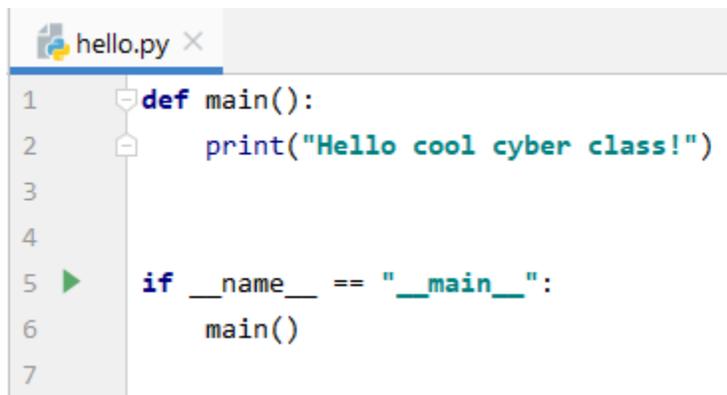


וכעת ניתן לערוך את הקובץ החדש שיצרנו:



## קובץ הפייתון הראשון שלנו

נסקור את השורות בקובץ הפייתון הראשון שלנו:



בשורה 1 מוגדרת פונקציה בשם main. כפי שברור מהשם שלה, זו הפונקציה הראשית של התוכנית שלנו. המשמעות היא שזו הפונקציה הראשונה שנקראת (מיד נבין מי קורא לה) ולכן כל מה שאנחנו רוצים שיבצע צריך להיות כתוב בתוך main, או לחלופין ש-main תקרא לו.

בשורה 5 יש תנאי מעט מסובך, שבהמשך הלימוד נבין מה פירושו. בקצרה – אנחנו יכולים להריץ סקריפט פייתון בשתי צורות. האחת, היא פשוט להריץ אותו. השניה, היא להריץ סקריפט אחר שקורא לסקריפט שלנו. הדרך השניה מתבצעת בעזרת פקודה שנקראת `import` ונלמד עליה בהמשך. נניח שכתבנו סקריפט פייתון שמכיל כמה פונקציות מעניינות, וחבר שלנו רוצה להשתמש בהן. אם החבר יקרא לסקריפט שלנו על ידי פקודת `import`, אז עלול להיווצר מצב שבו כל הקוד שכתבנו רץ. כלומר, במקום שהתוכנית שלו פשוט תכיר את הפונקציות שלנו ותוכל לקרוא להן, התוכנית של החבר פשוט מפעילה את כל התוכנית שלנו. זה כמובן לא מצב רצוי. לכן, אנחנו מוסיפים את שורה 5 לקוד שלנו. שורות אלו אומרות לפייתון "שמע פייתון, יכול להיות שהסקריפט הזה יצורף לסקריפט אחר. לכן קודם כל תבדוק אם מי שמריץ את הסקריפט זה לא מישהו אחר שעשה לך `import`, ורק אם הסקריפט אינו מורץ מ-`import` אז תקרא לפונקציה `main` שתחל את ריצת הסקריפט".

## סדר ההרצה של פקודות בסקריפט פייתון

התבוננו שוב בסקריפט `hello.py`. מה יהיה סדר ההרצה של הפקודות? כלומר, איזו פקודה תרוץ ראשונה?

ה-`interpreter` של פייתון, שתפקידו לתרגם את פקודות הפייתון לשפת מכונה, מחפש את הפקודה הראשונה שצמודה לצד שמאל ואז הוא בודק אם לא מדובר בהגדרה של פונקציה. לכן, בשורה מספר 1 פייתון ילמד שישנה פונקציה בשם `main`. פייתון יוסיף את `main` לרשימת הפונקציות המוכרות לו. כלומר בשלב זה אפשר לקרוא ל-`main`, אך אין זה אומר שפייתון מריץ את `main` או אפילו בודק שהקוד של `main` הוא תקין. כל מה שידוע לפייתון – ישנה פונקציה `main`.

רק בשורה 5 נתקל פייתון בפקודה שעליו להריץ ושמצעת משהו. אם התנאי שבשורה מתקיים, פייתון ממשיך אל שורה 6 ושם נאמר לו להריץ את הפונקציה `main`. בשלב זה פייתון יקפוץ אל `main` ויחל לבצע את מה שנכתב בה. מאידך, אם התנאי שבשורה 5 אינו מתקיים, פייתון הגיע לסוף הסקריפט וריצת הסקריפט תסתיים.

כעת שימו לב לסקריפט הבא – מה יהיה סדר הפקודות שיבוצע?

שימו לב לכך, שזוהי אינה תוכנית פייתון הגיונית וצורת הכתיבה של הקוד לא משקפת בשום אופן צורת כתיבה מומלצת של קוד. המטרה של הקוד הבא היא רק להמחיש את סדר שלבי ריצת סקריפט הפייתון. היה נכון הרבה יותר לכתוב את כל פקודות ההדפסה שלנו בתוך פונקציית ה-`main`. אם כך, מה יהיה סדר הפקודות שיבוצע?

```
print("You say ", end="")
```

```
def main():
    print("Hello")
```

```
print("Goodbye")

if __name__ == "__main__":
    print("I say ", end="")
    main()
```

שורה 1 תדפיס למסך את הטקסט "You say". מדוע כתוב `end=""`? בלי זה, לאחר `print` תבוצע ירידת שורה. מה שאנחנו רוצים הוא שלאחר ההדפסה יהיה תו אחד של רווח.

לאחר מכן תבוצע שורה 8, יודפס "Goodbye", עם ירידת שורה בסופו.

בעקבות התקיימות התנאי בשורה 10, יבוצעו שורות 11 ו-12. שורה 11 תדפיס למסך `I say` עם רווח. שורה 12 תקרא לפונקציה `main`. בתוך הפונקציה `main` תבוצע הדפסה של `Hello`.

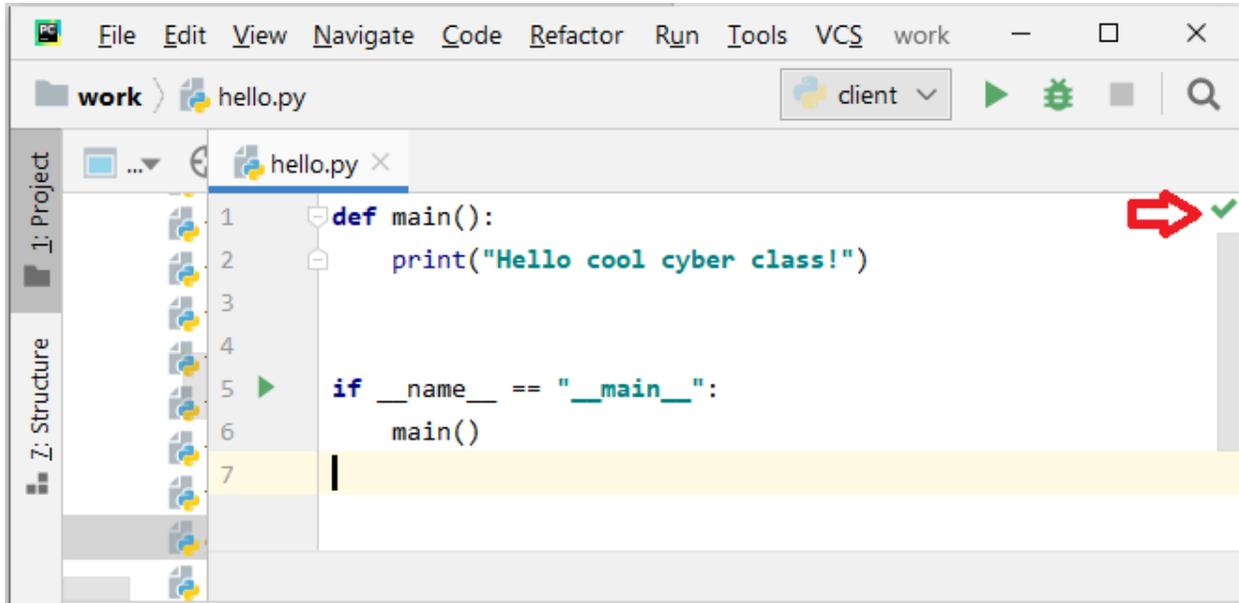
לאחר שהפונקציה `main` תסיים את ריצתה, אליה היא נקראה משורה 12, היא אמורה לחזור ולהריץ את המשך התוכנית – אילו היה כזה – אחרי שורה 12. כיוון ששורה 12 היא סוף התוכנית, בכך יסיים הסקריפט את ריצתו.

```
You say Goodbye
I say Hello
```

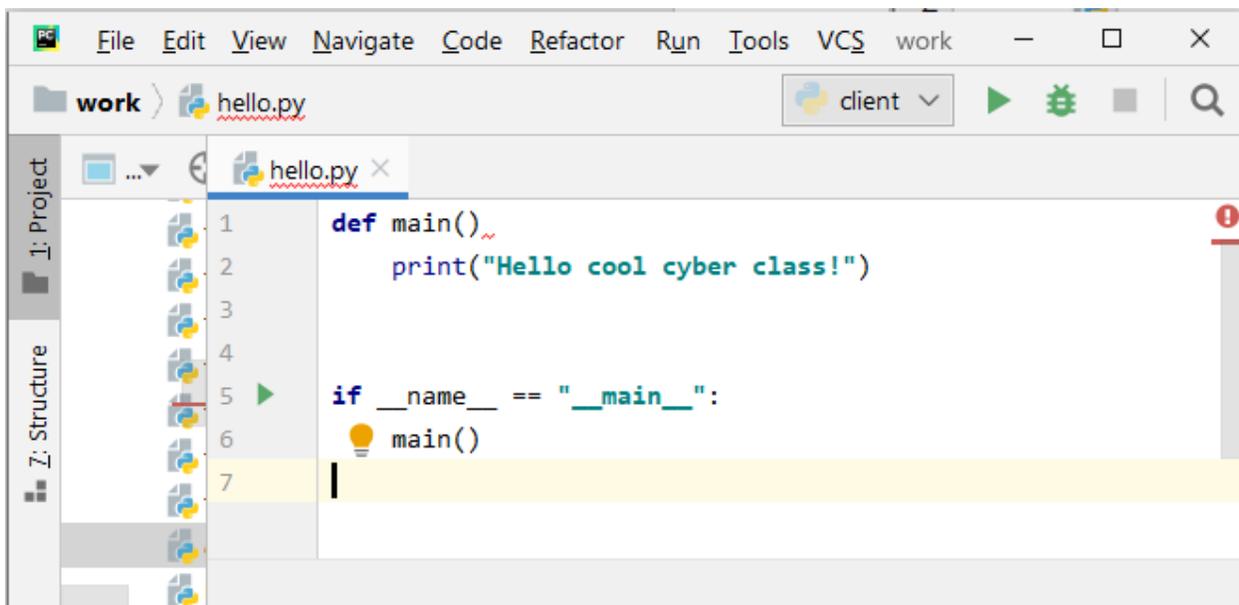


## התרעה על שגיאות

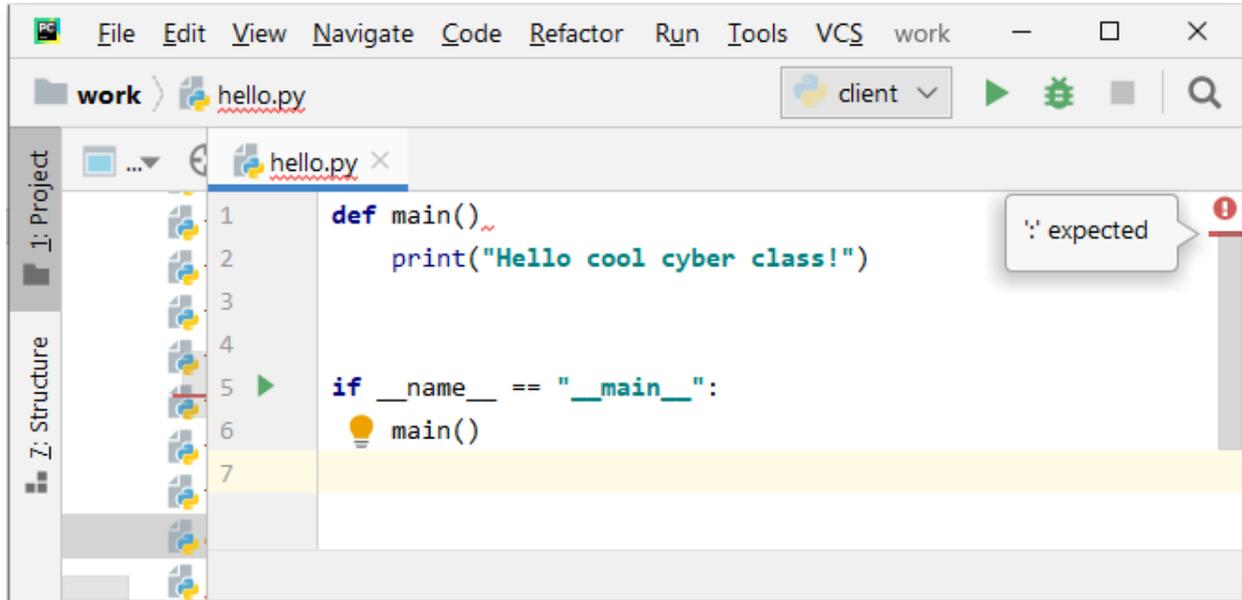
האם אתם מבחינים בסימן ה-V הירוק, שנמצא בחלק הימני העליון של PyCharm?



זהו סימן שהתוכנית שכתבנו אינה מכילה שגיאות. שימו לב מה קורה כאשר אנחנו מוחקים את סימן הנקודתיים שאחרי המילה main:



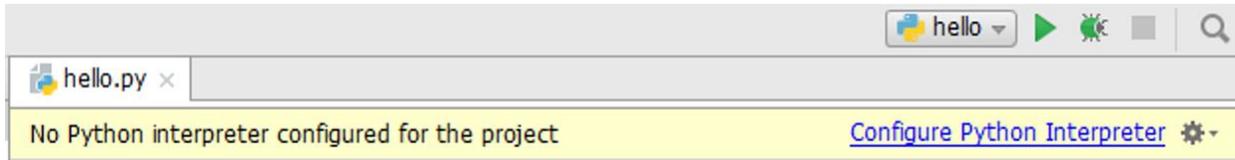
קיבלנו סימנים אדומים במספר מקומות במסך. ראשית, במקום הנקודתיים שמחקנו מופיע קו תחתי אדום. שנית, ה-V הירוק הפך לסימן קריאה לאדום. שלישית, אם נעמוד עם העכבר על הקו האדום שבצד ימין, נקבל הסבר מה הבעיה בקוד שלנו.



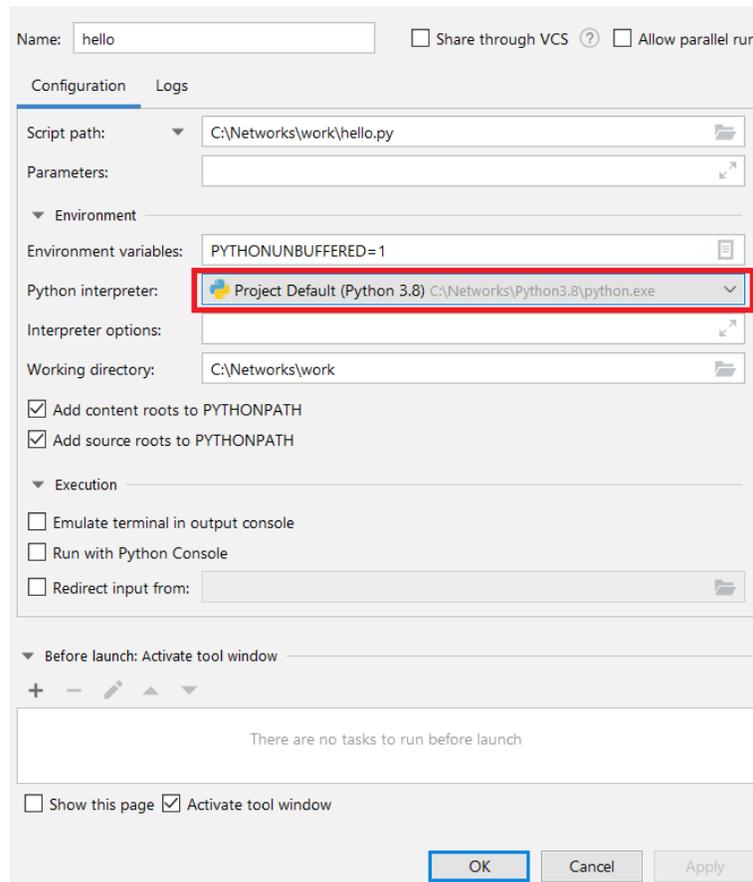
קליק שמאלי על הקו האדום מימין גם יוביל אותנו בדיוק לשורה הבעייתית. בקיצור, כל מה שאנחנו צריכים בשביל להימנע משגיאות קוד ולפתור אותן בקלות!

## קביעת פרשן (Interpreter)

סביבת ההתקנות אמורה להתקין ולאפשר לכם עבודה מיידית בלי צורך בהגדרות נוספות, אולם אם מופיעה לכם שגיאה מסוג "No Python interpreter configured for the project", כפי שאפשר לראות מודגש בצהוב בתמונה, להלן הדרך לסדר את ההגדרות. ראשית צריך להגדיר ל-PyCharm איפה ניתן למצוא את ה-interpreter של שפת פייתון, זאת מכיוון שיש גרסאות שונות של שפת פייתון, וייתכן שעל אותו המחשב מותקנות גרסאות שונות. לכן, נקליק הכיתוב Configure Python Interpreter:

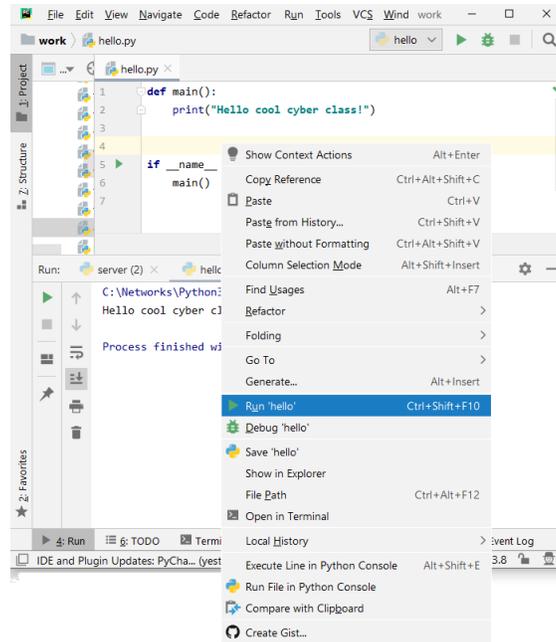


לאחר מכן נבחר את גרסת הפייתון שמותקנת במחשב:

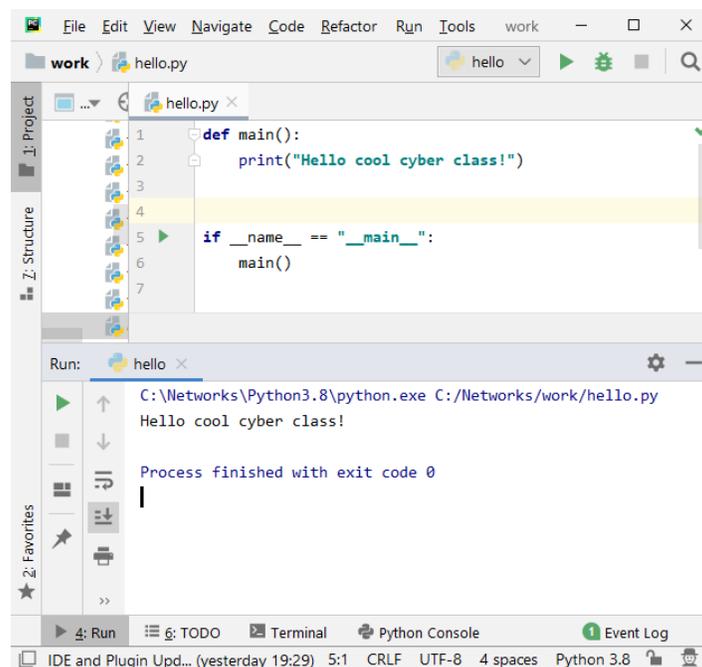


## הרצת הסקריפט ומסך המשתמש

כדי להריץ את הסקריפט שכתבנו, נלחץ על עכבר ימני ונבחר באפשרות run:



בעקבות הלחיצה על run יופיע מסך משתמש, שם יודפס כל מה שהסקריפט שלנו מדפיס למסך. רואים את הטקסט שעשינו לו print?



מסך המשתמש משמש גם לקבלת קלט מהמשתמש. שימו לב לפקודה `input`:

The screenshot shows the PyCharm IDE interface. The main editor displays a Python script named `hello.py` with the following code:

```

1 def main():
2     name = input("Please enter your name: ")
3     print("Hello " + name)
4
5
6 if __name__ == "__main__":
7     main()

```

The `input` function is highlighted in yellow. Below the editor, the Run console shows the execution of the script:

```

Run: hello x
C:\Networks\Python3.8\python.exe C:/Networks/work/hello.py
Please enter your name: Shooki
Hello Shooki

Process finished with exit code 0

```

The Run console also includes navigation icons and a status bar at the bottom with options like Run, TODO, Terminal, Python Console, and Event Log.

פקודה זו מדפיסה למסך את מה שנמצא בסוגריים, וכל מה שהמשתמש מקליד נכנס לתוך משתנה, במקרה זה קראנו לו `name`.

בשורה הבאה מתבצעת הדפסה של `Hello` ולאחר מכן הערך שנמצא בתוך המשתנה `name`. התבוננו בחלק התחתון של המסך ובידקו שאתם מבינים את תוצאת הריצה.

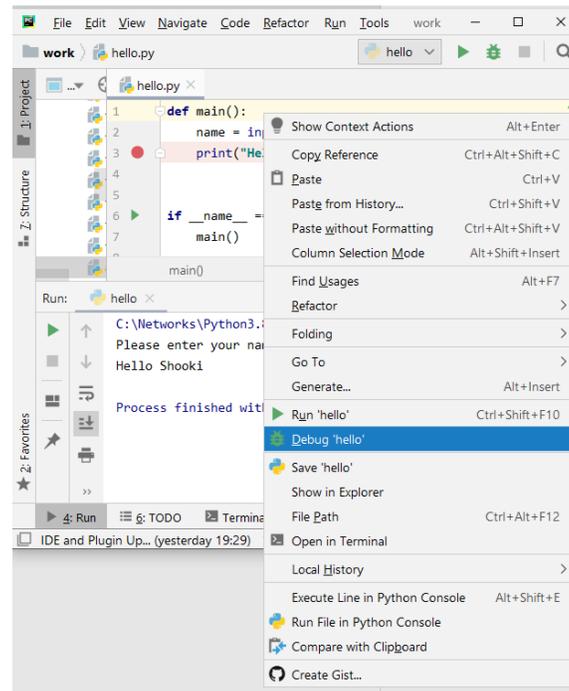
## דיבוג עם PyCharm

כאמור, היכולת המשמעותית של PyCharm היא האפשרות לדבג קוד. כיצד עושים זאת?

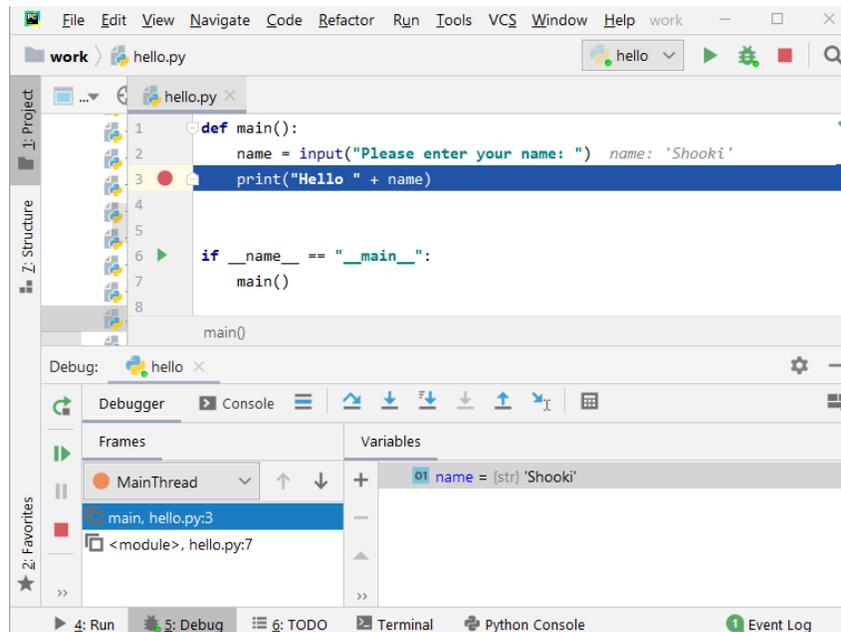
בשלב הראשון יש לשתול breakpoint בקוד. דבר זה מתבצע על ידי לחיצה שמאלית על העכבר, באזור האפור שליד מספרי השורות. בעקבות כך, תופיע נקודה אדומה ליד מספר השורה, כפי שניתן לראות ליד שורה 6 בקטע הקוד הבא:



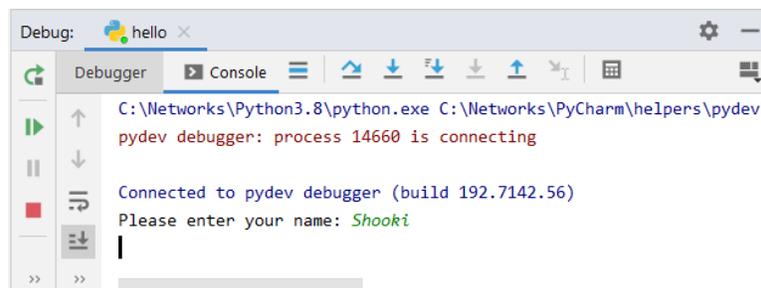
בשלב הבא צריך להריץ את התוכנית במוד debug, על ידי קליק ימני ובחירת האפשרות debug מבין האפשרויות:



לאחר מכן נראה כי התרחשו מספר דברים. ראשית, התוכנית רצה עד לשורה עם הנקודה האדומה, ה-breakpoint, ושם עצרה. השורה סומנה בכחול. שנית, נפתח לנו חלון ה-debugger, אשר מכיל מידע על המשתנים שמוגדרים בתוכנית שלנו. לדוגמה, המשתנה name הוא מסוג str (בהמשך, נבין את המשמעות של סוגי המשתנים השונים) וערכו הוא Shooki, הערך שהמשתמש הזין לתוכנו. ניתן לראות את הערך של name בחלון ה-variables:



לחיצה על לשונית ה-Console תעביר אותנו אל מסך המשתמש (קלט / פלט):



נחזור אל חלון הדיבאגר. כפי שניתן לראות ישנם חיצים מסוגים שונים. לחיצה על החיצים תקדם את התוכנית שלנו. אם נעמוד עם העכבר על חץ כלשהו יופיע כיתוב שמסביר מה החץ עושה. בשלב זה מומלץ להשתמש בחץ Step Over, השמאלי ביותר. נוח מאוד להשתמש בקיצור המקלדת שלו – F8. חץ זה מריץ שורת קוד אחת בכל פעם, שורה אחר שורה. כאשר נכתוב פונקציות, נרצה להשתמש לעיתים קרובות גם בחץ השני משמאל, Step Into. קיצור המקלדת שלו הוא F7.



אם נרצה להפסיק את הדיבוג, או להתחילו מחדש, נוכל להשתמש בלחצנים מצד שמאל של חלון הדיבאגר:

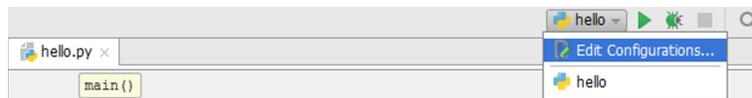


מומלץ לשלוט בפעולות אלו, מכיוון שבבוא העת שימוש נכון בהן יאפשר לכם לגלות בקלות בעיות בתוכנה שלכם!

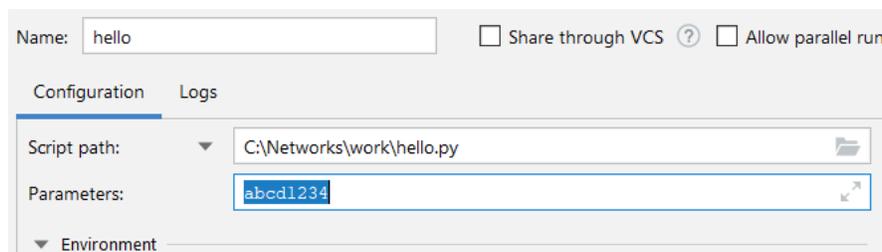
## העברת פרמטרים לסקריפט

דלגו על החלק הזה, וחיזרו אליו רק לאחר שתלמדו על `sys.argv`.

כדי להעביר פרמטרים לסקריפט, כלומר מידע שהמשתמש מעביר לסקריפט לפני תחילת הריצה (לדוגמה, שם של קובץ שהסקריפט צריך לעשות בו שימוש), נקליק על שם הקובץ שנמצא מצד ימין למעלה, ואז נבחר `edit configurations`:



כעת ייפתח מסך ובו ניתן יהיה לקבוע `Script Parameters`. ניתן להזין לתוכו כמה פרמטרים שנרצה, עם סימן רווח בין פרמטר אחד לשני:



## סיכום

בפרק זה סקרנו את סביבת העבודה PyCharm, שתשמש אותנו בהמשך. למדנו כיצד לטעון קובץ פייתון, לערוך אותו, להריץ אותו ולדבג אותו. ל-PyCharm יכולות רבות – נצלו אותן.

## פרק 3 – משתנים, תנאים ולולאות

### סוגי משתנים בפייתון

בפרק הראשון ראינו איך יוצרים משתנה בשם `a` שערכו שווה למספר שלם. סוג המשתנה שמכיל מספר שלם נקרא `integer`, או בקיצור `int`.

איך אפשר לראות את סוג המשתנה? באמצעות הפקודה `type`, סוג.

כיתבו ב-`interpreter`:

```
>>> a=2
>>> type(a)
```

אפשר גם לכתוב בקיצור:

```
>>> type(2)
```

בפייתון יש סוגי משתנים רבים, לא רק `int` כמובן, ואנחנו נסקור אותם אחד אחד, כאשר בפרק זה נתחיל מטיפוסי המשתנים הפשוטים ביותר ובפרקים הבאים נכסה טיפוסי משתנים נוספים.

שימו לב לסוגי המשתנים השונים:



```
>>> type(True)
<type 'bool'>
>>> type(2)
<type 'int'>
>>> type(2.0)
<type 'float'>
>>> type('Hi')
<type 'str'>
>>> type([1,2,3])
<type 'list'>
>>> type((1,2,3))
<type 'tuple'>
>>> type({1:'a', 2:'b', 3:'c'})
<type 'dict'>
```

משתנה בוליאני bool: משתנה בוליאני יכול לקבל שני ערכים בלבד – אמת או שקר, True או False. מגדירים משתנה בוליאני באופן הבא:

```
>>> a = True
>>> b = False
```

שימו לב שחייבים לשמור על האות הגדולה בתחילת המילה, אם נכתוב true או false נקבל שגיאה. מכאן אפשר להסיק שפייתון היא שפה שמבדילה בין אותיות גדולות לקטנות (מה שנקרא "case sensitive"). כלומר, המשתנה a שונה מהמשתנה A.



מהו ערכו של משתנה בוליאני? מסתבר שיש לו ערך מספרי. True שווה ל-1, ואילו False שווה ל-0. לדוגמה אם נכתוב:

```
True + 1
```

פייתון ידפיס לנו את התשובה – 2.

```
>>> True+1
2
```

משתנה מסוג int, float: מספר הוא או מטיפוס int (אם הוא שלם) או מטיפוס float (אם הוא עשרוני). כל תוצאה של פעולה חשבונית בין int ו-float תמיד תישמר בתור float.

```
>>> a = 2
>>> type(a)
<type 'int'>
>>> b = 2.0
>>> type(b)
<type 'float'>
>>> c = a + b
>>> c
4.0
>>> type(c)
<type 'float'>
```

שימו לב לכך שיש במספרים מסוג float אי דיוק זעיר, שנובע מכך שבסופו של דבר הם נשמרים בזיכרון המחשב באמצעות חזקות של 2, ויש כמות מוגבלת של ביטים שבה נשמר כל משתנה. לכן, רוב המספרים מסוג float נשמרים עם "עיגול" מסויים. לדוגמה, אין דרך לייצג את התוצאה של 1 חלקי 7 באמצעות כמות סופית של ביטים. אי הדיוק הזה גורם לכך שאם נעשה פעולות חשבוניות שיגרמו להצטברות השגיאה, לבסוף נקבל תוצאה שיהיה ברור שהיא אינה מדוייקת. הנה, כאשר נחבר 0.1 עם עצמו מספר פעמים, ניווכח שהתוצאות אינן "עגולות" כפי שהיה צפוי:

```
>>> a = 0.1
>>> a + a
0.2
>>> _ + a
0.30000000000000004
>>> _ + a
0.4
>>> _ + a
0.5
>>> _ + a
0.6
>>> _ + a
0.7
>>> _ + a
0.7999999999999999
>>> _ + a
0.8999999999999999
>>> _ + a
0.9999999999999999
```

זהו, סיימנו את הדיון גם ב-int וב-float. ליתר טיפוסים המשתנים – String, List, Tuple, Dictionary – יוקדשו פרקים נפרדים.

## תנאים

התנאי הבסיסי ביותר הוא if. לאחר if יבוא ביטוי בוליאני כלשהו. אם ערך הביטוי הוא True, אז יבוצע הקוד שלאחר ה-if, ואם ערך הביטוי הוא False, אז יבוצע דילוג. מיד נבין עד להיכן מבוצע הדילוג. בינתיים, נסקור את הדרכים השונות לבדוק את היחס בין משתנה לביטוי כלשהו.

שוויון – הסימן == (פעמיים =) פירושו "האם צד שמאל של הביטוי שווה לצד ימין". הקוד בדוגמה הבאה ידפיס Yay!:

```
x = 21
if x == 21:
    print("Yay!")
```

אי שוויון – הסימן != פירושו "האם צד שמאל של הביטוי אינו שווה לצד ימין". הקוד בדוגמה הבאה ידפיס Yay!:

```
x = 20
if x != 21:
    print("Yay!")
```

גדול / קטן / גדול שווה / קטן שווה – כל אחד מהסימנים >, <, >=, <= בודק אם התנאים מקיימים את היחס שמוגדר בסימן. לדוגמה:

```
x = 20
if x <= 21:
    print("Yay!")
```

שוויון למשתנה בוליאני – כאשר משווים משהו למשתנה בוליאני לא נהוג לכתוב ==, אלא משתמשים בביטוי is. בהמשך הפרק נסביר מה ההבדל בין == לבין is:

```
x = True
if x is True:
    print("The truth!")
```

תנאי בוליאני מקוצר – כאשר יש לנו משתנה בוליאני, צורת שימוש מקובלת נוספת היא פשוט לרשום `if` ואז את שם המשתנה:

```
x = True
if x:
    print("Got it!")
```

## תנאים מורכבים

לעיתים קרובות לא נוכל להסתפק רק בבדיקה אחת, אלא נצטרך תנאים מורכבים. כלומר, יש לבצע משהו רק אם מתקיים תנאי א' וגם תנאי ב', או שמתקיים רק אחד מכמה תנאים אפשריים, או שמתקיים תנאי א' אך תנאי ב' אינו מתקיים. במקרים כאלו, נשתמש בתנאים המורכבים מ-`and`, `or`, `not`.

תנאי `and` משמעו "וגם". לדוגמה, התנאי הבא יתקיים רק אם מתקיים גם `x` גדול מ-20 וגם `x` קטן מ-22:

```
x = 21
if (20 < x) and (x < 21):
    print("Yay!")
```

כמובן שאת התנאי האחרון אפשר לכתוב גם בצורה מקוצרת, באופן הבא:

```
x = 21
if 20 < x < 21:
    print("Yay!")
```

תנאי `or` משמעו "או". לדוגמה, כדי שהתנאי הבא יתקיים, מספיק ש-`x` יהיה שווה ל-21 או כל מספר מעל 30:

```
x = 31
if (x == 21) or (x > 30):
    print("Yay!")
```

תנאי `not` מבצע היפוך. מקובל להשתמש בו יחד עם `is`. לדוגמה:

```
x = 5
if x is not 5:
    print("Not true!")
```

כאשר מדובר בערך בוליאני, הדרך המקובלת היא לרשום not לפני שם המשתנה:

```
x = False
if not x:
    print("Yes!")
```

## שימוש ב-is

בדוגמאות הקודמות ראינו שאפשר לכתוב תנאי עם == וגם את אותו תנאי עם הביטוי is. מה ההבדל ביניהם?

התנאי == בודק אם שני הצדדים של התנאי מכילים את אותם ערכים.

כדי להבין את התנאי is, נזכיר שכל משתנה שיש לנו נשמר במקום כלשהו בזיכרון. כדי לגשת למשתנה כלשהו, פייתון משתמש בכתובת של המשתנה בזיכרון. התנאי is בודק אם שני הצדדים של התנאי מצביעים על אותה כתובת בזיכרון.

בסרטון הבא יש הדגמה של ההבדל בין is ל == :

[https://www.youtube.com/watch?v=0\\_dQpUtcubM](https://www.youtube.com/watch?v=0_dQpUtcubM)

## בלוק

בדוגמאות שסקרנו תמיד היתה שורת קוד אחת לאחר תנאי ה-if. האם אפשר לשים יותר משורת קוד אחת? כמובן! את מושג הבלוק הכי פשוט להבין מצפייה בקוד:

```
x = 21
if x == 21:
    print("Hi")
    print("x is...")
    print("21")
```

כל שלוש הפקודות שלאחר ה-if נמצאות בהזחה – אינדנטציה – של טאב אחד, או ארבעה רווחים יחסית לתנאי ה-if. כיוון שכולן נמצאות באותה הזחה, הן יבוצעו כולן אם התנאי יתקיים. תוכנת Pycharm מסמנת לנו את כל הפקודות השייכות לאותו בלוק, באמצעות החיצים האפורים מצד שמאל של הפקודות.

שימו לב להבדל בין הקוד לעיל לבין הקוד הבא:

```
x = 21
if x == 21:
    print("Hi")
    print("x is...")
print("21")
```

השורה האחרונה, שמדפיסה 21, תרוץ בכל מקרה – בין שהתנאי מתקיים ובין שהוא אינו מתקיים. זאת מכיוון שהיא נמצאת מחוץ לבלוק של תנאי ה-if.

נושא ההזחה הוא קריטי בפיתון, מכיוון שבניגוד לשפות אחרות בהן יש סימונים שונים של "סוף בלוק", לדוגמה סוגריים מסולסלים, בפיתון סוף הבלוק נקבע רק לפי ההזחה. על כן הכרחי גם שההזחה תהיה עקבית – אנחנו לא יכולים לעשות לפעמים הזחה של שני רווחים ולפעמים של ארבעה רווחים. חשוב לזכור גם שתווי רווח וטאב שונים זה מזה. כלומר, גם אם לנו נראה ששורה שיש בה טאב נמצאת בהזחה זזה לשורה אחרת שיש בה הזחה של ארבעה תווי רווח, מבחינת פיתון אלו תווים שונים לגמרי. לכן, אם התחלנו לעשות הזחה עם טאבים, רצוי שנמשיך רק עם טאבים.

לא רק מה שנמצא בהזחה של טאב אחד שייך לבלוק. בתוך בלוק יכולים להיות עוד טאבים, לדוגמה עקב שימוש בתנאי if נוספים. כל הפקודות שנמצאות בהזחה של לפחות טאב אחד מתנאי ה-if שלנו שייכות לאותו בלוק. לדוגמה:

```
x = 21
if x < 23:
    print("Lower than 23")
    if x < 22:
        print("Lower than 22")
        if x < 21:
            print("Lower than 21")
            print("I")
        print("Love")
    print("Python")
print("Yes :)")
```

מה יודפס כתוצאה מריצת הבלוק? יורצו כל השורות חוץ מאשר אלו שנמצאות בבלוק של  $x < 21$ , כיוון שתנאי זה אינו מתקיים. פלט התוכנית יהיה:

```

Lower than 23
Lower than 22
Love
Python
Yes :)

```

## תנאי else, elif

נניח שאנחנו רוצים להריץ קוד כלשהו אם תנאי מתקיים, וקוד אחר אם התנאי אינו מתקיים. במקום שנצטרך לבדוק פעמיים – פעם אם התנאי מתקיים ופעם אם הוא אינו מתקיים – אפשר להשתמש בפקודה `else`. אם התנאי שנמצא ב-`if` אינו מתקיים, יבוצע הקוד בבלוק של `else`.

```

x = 20
if x == 21:
    print("21!")
else:
    print("Something else...")

```

מה אם יש תנאי נוסף שאנחנו רוצים לבדוק? לדוגמה, אנחנו מתקשרים לחבר כדי לבוא איתנו לסרט. אם הוא לא יכול, אנחנו מתקשרים לאמא ושואלים מה יש לאכול בבית. אם אמא לא עונה – אנחנו נשארים בבית וצופים בשידור החוזר של הסדרה `Friends`.

```

friend_is_free = False
mother_is_home = True
if friend_is_free:
    print("Going to the movies")
elif mother_is_home:
    print("Eating an apple pie")
else:
    print('Watching "Friends" on TV')

```

בדוגמה הנ"ל, הגדרנו משתנים בוליאניים וקבענו את ערכיהם כך שבסוף אכלנו עוגת תפוחים של אמא. ברגע שתנאי ה-`elif` התקיים, התוכנית לא נכנסה אל תוך תנאי ה-`else`. נצפה בטלויזיה רק אם גם תנאי ה-`if` וגם תנאי ה-`elif` לא יתקיימו.

## תרגיל



כיתבו סקריפט עם תנאים על המשתנה age. אם age שווה 18, הסקריפט ידפיס 'Congratulations'. אם age קטן מ-18, יודפס 'You are so young', אחרת יודפס 'We love old people'. בידקו שהסקריפט שלכם עובד היטב באמצעות קביעת ערכים שונים ל-age ובדיקה.

## לולאת while

עד כה ראינו דרכים לכתוב תנאי "חד פעמי", כלומר תנאי שפייתון מריץ פעם אחת בלבד. לעיתים נרצה לבצע פעולה כלשהי כל עוד תנאי מסויים מתקיים. לדוגמה, נרצה לקרוא קלט מהמשתמש ולבצע את הוראות המשתמש, כל עוד המשתמש לא כתב 'Exit'. במקרים אלו שימוש ב-if ו-else הוא לא מספיק טוב, כיוון שאנחנו לא יכולים לדעת כמה פעמים התנאי שלנו צריך לרוץ. אולי המשתמש כתב 'Exit' כבר בהוראה הראשונה? אולי בהוראה העשירית? במקרים אלו נשתמש בלולאת while.

לולאת while מתחילה כצפוי בהוראה while, לאחריה יבוא תנאי אותו נגדיר. לאחר מכן יש בלוק של פקודות אשר יבוצעו בזו אחר זו, ובסוף הבלוק תהיה חזרה אל בדיקת התנאי.

```
while condition:
    # do something
    print("Hi")
    # return to the while condition
```

שימו לב – בדיקת התנאי מתבצעת רק לפני הכניסה לבלוק. מה משמעות הדבר? נסו להבין מה ידפיס הקוד הבא (שורה 3 מעלה את ערכו של age ב-1):

```
age = 17
while age < 18:
    age += 1
    print("Not yet 18")
```

טעות נפוצה היא לומר שלא יודפס כלום, מכיוון שבתוך הלולאה, בשורה 3, הערך של age מועלה ל-18 ואז התנאי שבדוק אם age קטן מ-18 כבר לא מתקיים ושורה 4 לא תבוצע. אך שורה 4 כן תבוצע, מכיוון שברגע שנכנסים לתוך הבלוק מריצים את כל הפקודות שלו. הבדיקה של ה-while מתבצעת פעם אחת, בכניסה לבלוק, ולא כל פקודה מחדש. לכן המשפט Not yet 18 יודפס פעם אחת. באיטרציה השניה של הלולאה התנאי כבר לא יתקיים ולא תהיה כניסה לתוך הבלוק.

מה לדעתכם יקרה אם נריץ את הלולאה הבאה?

```
while True:
    print("Hi")
```

אכן, זוהי לולאה אינסופית. הריצה שלה לעולם לא תסתיים. יש להיזהר מלולאות כאלה. נכיר כעת פקודה שימושית, במקרים שבהם אנחנו לא יודעים מראש כמה פעמים הלולאה שלנו צריכה לרוץ. ההוראה `break` אומרת לפייתון – צא מהבלוק שבו אתה נמצא כרגע. אם נשים `break` בתוך לולאה, ריצת הלולאה תיקטע ברגע שהמחשב יגיע ל-`break`. מה ידפיס הסקריפט הבא?

```
while True:
    print("Hi")
    break
    print("Bye")
```

שורה 2 תדפיס Hi. בשורה 3 אנחנו מורים למחשב לצאת מהלולאה, לכן שורה 4 לעולם לא תרוץ (ואכן, שימו לב ש-PyCharm מסמן אותה בצבע בולט, ומדגיש לנו שכתבנו קוד שלעולם לא ירוץ).

מה ידפיס הסקריפט הבא?

```
while True:
    print("Hi")
    while True:
        print("Bye")
        break
```

אם אמרתם רצף אינסופי של "Hi" ו-"Bye" לסירוגין, צדקתם. ה-`break` שבשורה 5 יגרום לתוכנית לצאת מה-`while` שבשורה 3, אך לא מה-`while` שבשורה 1. לכן הלולאה שבשורה 1 היא עדיין לולאה אינסופית, ואילו הלולאה שבשורה 3 נקטעת בכל פעם מחדש במהלך הריצה.

**תרגיל – Take a Break**



הדפסו את כל המספרים בסדרת פיבונצ'י אשר ערכם קטן מ-10,000. חובה להשתמש ב-`while True`! תוכלו למצוא הסבר על סדרת פיבונצ'י בקישור הבא:

[https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A1%D7%93%D7%A8%D7%AA\\_%D7%A4%D7%99%D7%91%D7%95%D7%A0%D7%90%D7%A6%27%D7%99](https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A1%D7%93%D7%A8%D7%AA_%D7%A4%D7%99%D7%91%D7%95%D7%A0%D7%90%D7%A6%27%D7%99)

## לולאות for

לולאות for הן שימושיות במיוחד כאשר יש לנו אוסף של איברים שאנחנו רוצים לבצע עליהם פעולה כלשהי, בניגוד ללולאות while שהן שימושיות כאשר מריצים מספר לא ידוע של פעמים. בשפת פייתון, לולאות for נכתבות בצורה מעט שונה משפות תכנות אחרות.

בפייתון, לולאת for מקבלת אוסף של איברים. לדוגמה, מספרים מ-1 עד 10, או ארבעה שמות של ילדים. בכל איטרציה – מעבר על הלולאה – אחד האיברים מאוסף האיברים נטען לתוך משתנה שעליו רצה הלולאה. לאחר סיום האיטרציה, נטען האיבר הבא מאוסף האיברים וכך הלאה עד סיום כל האיברים באוסף.

לולאת for מתחילה במילה for, לאחר מכן יבוא שם של משתנה כלשהו שעליו רצה הלולאה (נקרא "איטרטור" iterator), לאחר מכן המילה in ולאחר מכן אוסף של איברים. בדוגמה הבאה אנחנו שמים כמה מספרים בתוך סוגריים מרובעים, מה שאומר שהם הופכים ל"רשימה", טיפוס של משתנה שנלמד עליו בהמשך:

```
for i in [0, 1, 2]:
    print(i*2)
```

פלט ההרצה יהיה:

```
0
2
4
```

כאמור, אפשר לייצר לולאות שרצות על כל מיני אוספים של איברים. לדוגמה:

```
for i in ['Ben Gurion', 'Sharet', "Begin", "Rabin"]:
    print(i + " was Israel's prime minister")
```

פלט הריצה יהיה:

```
Ben Gurion was Israel's prime minister
Sharet was Israel's prime minister
Begin was Israel's prime minister
Rabin was Israel's prime minister
```

מה אם נרצה לעשות לולאת for שעוברת על סדרה של מספרים? די לא נוח לכתוב את כל המספרים אחד אחרי השני... הפונקציה range מייצרת סדרות של מספרים. היא מקבלת בתור פרמטרים התחלה, סוף וקפיצה ויוצרת סדרת מספרים. לדוגמה:

```
range(3, 8, 1)
```

תיצור סדרה של מספרים אשר מתחילים ב-3, קטנים מ-8, ומתקדמים בקפיצות של 1.

דוגמה לסקריפט שמדפיס כמה סדרות:

```
for i in range(3, 8, 1):
    print(i, end=" ")
print()
for i in range(3, 8, 2):
    print(i, end=" ")
print()
for i in range(5):
    print(i, end=" ")
```

תוצאת ההרצה:

```
3 4 5 6 7
3 5 7
0 1 2 3 4
```

הסבר: השורה הראשונה כאמור יוצרת רשימה של מספרים שמתחילים ב-3 ועוצרים לפני 8, בקפיצות של 1. כל מספר מודפס ולאחריו יש תו רווח. בסוף הלולאה יש print ריק כדי לרדת שורה. הלולאה השניה היא זהה, פרט לכך שהקפיצות הן של 2. הלולאה השלישית מדגימה את ערכי ברירת המחדל של range: כאשר היא מקבלת רק פרמטר אחד, היא מניחה שיש צורך להתחיל מ-0 ולהתקדם בקפיצות של 1. במילים אחרות, יש לפונקציה ערכי ברירת מחדל. אם לא מוזנת קפיצה, אז נעשה שימוש בקפיצה של 1. אם לא מוזנת התחלה, מתחילים מאפס.

**תרגיל (קרדיט: עומר רוזנבוים, שי סדובסקי)**

כיתבו לולאת for שמדפיסה את כל המספרים מ-1 עד 40 (כולל).

**תרגיל 7 בום (קרדיט: עומר רוזנבוים, שי סדובסקי)**

הדפיסו למסך את כל המספרים בין 0 ל-100 שמתחלקים ב-7 ללא שארית, או שמכילים את הספרה 7, לפי הסדר. השתמשו רק בפעולות חשבון! עזרה: פעולת מודולו – החזרת השארית מחלוקה – נכתבת בפייטון בעזרת סימן %. לדוגמה:

4 % 14

תחזיר 2 (14 לחלק ל-4 שווה ל-3 עם שארית 2).

**pass**

מה אם נרצה שלולאה שכתבנו לא תבצע כלום? רגע אחד, למה נרצה לכתוב קוד שלא מבצע כלום? הדבר שימושי בתהליך פיתוח קוד. אנחנו כותבים את שלד התוכנית, שמכיל לולאות ופונקציות, אבל משאירים אותן ריקות. כך אנחנו מסיימים במהירות את השלד ויכולים לבדוק שהתכנון של הקוד שלנו הוא נכון, לפני שאנחנו מתחילים להתעסק עם המימוש עצמו. זה די שימושי כאשר כותבים תוכניות מורכבות. לכן קיימת הפקודה pass, פקודה שאומרת – אל תעשה כלום.

לדוגמה:

```
for i in range(5):
    pass
```

הלולאה הזו תרוץ 5 פעמים ובכל פעם לא תעשה דבר. כרגע זה אולי לא נראה שימושי במיוחד, אבל כאשר נכתוב תוכניות עם פונקציות, זה יהיה די מועיל בשלב תכנון הקוד.

**תרגיל מסכם (קרדיט: עומר רוזנבוים, שי סדובסקי)**

הדפיסו למסך את כל המספרים מ-0.1 עד 5, בקפיצות של 0.1. אבל שימו לב – את המספרים השלמים צריך להדפיס ללא נקודה עשרונית! בין כל שני מספרים יהיה רווח יחיד, לאחר כל מספר שלם תבוצע ירידת שורה. בדיוק כך:

```
0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1
1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 2
2.1 2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7 2.8 2.9 3
3.1 3.2 3.3 3.4 3.5 3.6 3.7 3.8 3.9 4
4.1 4.2 4.3 4.4 4.5 4.6 4.7 4.8 4.9 5
```

טיפ:

חילוק עם שארית מתבצע על ידי האופרטור /, לדוגמה  $6/4$  ייתן תוצאה 1.5.

לעומת זאת האופרטור // מבצע חלוקה ללא שארית. לדוגמה  $6/4$  ייתן תוצאה 1.

פתרון יפה הוא באורך של 5 שורות קוד בלבד.

## פרק 4 – מחרוזות



### הגדרת מחרוזת

מחרוזת הינה אוסף של תווים. מגדירים מחרוזת באמצעות גרש יחיד או גרשיים. כך לדוגמה ניתן להגדיר משתנה בשם greeting אשר שווה למחרוזת Hello בשתי צורות, עם גרש יחיד או עם גרשיים:



```
>>> greeting = 'Hello'
>>> greeting = "Hello"
```

והתוצאה היא זהה בשני המקרים.

למה טוב לזכור שאפשר להגדיר מחרוזות בשתי הדרכים? כי לפעמים נרצה להגדיר מחרוזת שיש בה את אחד הסימנים הללו. לדוגמה, אם נרצה להגדיר את המחרוזת what's up לא נוכל לתחום אותה בגרש יחיד. עם זאת, נוכל לכתוב:

```
>>> greeting = "what's up"
```

נקודה נוספת שנוגעת למחרוזות היא שנוטים לפעמים לבלבל מחרוזות של ספרות עם המספר עצמו. לכן נבהיר זאת – המחרוזת '1234' אינה שווה למספר 1234. הבלבול נובע מכך שאם נעשה print בשני המקרים נקבל אותו הדבר – יודפס למסך 1234, אולם הסיבה לכך היא שכאשר מבקשים להדפיס מספר, פייתון מתרגם אותו מאחורי הקלעים למחרוזת ואז מדפיס אותה. ההבדל בין המחרוזת למספר יתבהר לנו ברגע שננסה לחבר להם מספר.

```
>>> 1234 + 5678
6912
>>> '1234' + 5678
```

```
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#22>", line 1, in <module>
    '1234' + 5678
TypeError: cannot concatenate 'str' and 'int' objects
```

מה קיבלנו? הפקודה הראשונה רצה בהצלחה והדפיסה את תוצאת החישוב למסך. הפקודה השניה כבר לא. קיבלנו הודעת שגיאה שאומרת "לא ניתן לחבר משתנה מטיפוס str עם משתנה מטיפוס int". זיכרו זאת בהמשך ☺

## ביצוע format ל-print

עד כה בכל פעם שרצינו להדפיס משהו, היינו כותבים פקודת print ולאחריה את מה שרצינו להדפיס. זו שיטה מאוד נוחה כשרוצים להדפיס ערך יחיד, אבל היא נהיית מעט מסורבלת כשרוצים להדפיס אוסף של ערכים. דבר זה נכון במיוחד אם חלק מהערכים הם מסוג str וחלק מהם מטיפוסים אחרים, כגון int. נכון, אפשר להדפיס משהו שכולל str ו-int בצורה הבאה, על ידי המרה של ה-int ל-str, אבל כאמור זה קצת מסורבל:

```
greet = "My age is"
age = 20
print(greet + " " + str(age))
```

פקודת ה-print מסורבלת מכיוון שאנחנו צריכים קודם כל לחבר עם + את כל החלקים של המחרוזת החדשה שאנחנו מייצרים, להוסיף סימן רווח בין החלקים השונים (אחרת הם יהיו צמודים והתוצאה לא תהיה אסתטית), ולהמיר את המספר למחרוזת. במלים אחרות, זהו פתרון אפשרי אבל לא נוח.

נוכל להשתמש בפקודת format, ובמקום כל משתנה שאנחנו רוצים להדפיס, נשים סוגריים מסולסלים. לאחר מכן נכניס הכל לתוך format. לדוגמה:

```
print("{} {}".format(greet, age))
```

או לדוגמה:

```
print("Hello! {} {}".format(greet, age))
```

## חיתוך מחרוזות – string slicing

אפשר לחתוך חלקים ממחרוזות באופן הבא:

```
my_str[start:stop:delta]
```

החיתוך דומה לפונקציית range אותה הכרנו כבר.

אינדקס ההתחלה הוא start, ברירת המחדל שלו היא 0.

אינדקס הסיום הוא stop, ברירת המחדל היא סוף המחרוזת.

הפרמטר delta מצוין בכמה אינדקסים קופצים, ברירת המחדל היא 1.

שימו לב שגם ערכים שליליים מתקבלים באופן תקין! לדוגמה, אם נגדיר מחרוזת אז נראה שלכל איבר יש גם

אינדקס שלילי – כלומר מסוף המחרוזת:

```
>>> greeting = 'Hello!'
>>> greeting[-1]
'!'
>>> greeting[-2]
'o'
>>> greeting[-3]
'l'
>>> greeting[-4]
'l'
>>> greeting[-5]
'e'
>>> greeting[-6]
'H'
```

גם הקפיצות יכולות להיות שליליות, כלומר אחורה. להלן כמה דוגמאות:

```
name = "Shrek"
print(name[1])
print(name[1:3])
print(name[1::2])
print(name[:])
print(name[:-1])
print(name[-1::-1])
```



מה לדעתכם יהיו תוצאות הריצה?



השוו את מה שחשבתם שיתקבל עם התוצאות הבאות:

```
h
hr
he
Shrek
Shre
kerhS
```

הסבר:

שורה 2 מדפיסה את האיבר באינדקס מספר 1 במחרוזת. שימו לב שזהו התו השני, כיוון שהאינדקסים מתחילים מ-0.

שורה 3 מדפיסה את האיברים שמתחילים באינדקס 1 עד (לא כולל) אינדקס 3.

שורה 4 מדפיסה את האיברים שמתחילים מאינדקס 1, מסתיימים בברירת המחדל (סוף המחרוזת) ומתקדמים בקפיצות של 2.

שורה 5 מדפיסה את האיברים שמתחילים בברירת המחדל (תחילת המחרוזת), עד ברירת המחדל (סוף המחרוזת) בדילוגי ברירת מחדל, 1. למעשה זוהי המחרוזת עצמה.

שורה 6 מדפיסה את האיברים שמתחילים בברירת המחדל, מסתיימים באינדקס 1- (לא כולל) – כלומר האיבר שלפני סוף המחרוזת.

שורה 7 מדפיסה את האיברים מהאיבר באינדקס 1- (האחרון) ועד לברירת המחדל (האיבר האחרון) בקפיצות של 1-, כלומר אחורה. במילים אחרות, מתחילים מהאיבר האחרון והולכים אחורה עד שמגיעים לאיבר הראשון.



**תרגיל (קרדיט: עומר רוזנבוים, שי סדובסקי)**

כיתבו סקריפט שמכיל משתנה מסוג str, בעל הערך 'Hello, my name is Inigo Montoya'. השתמשו רק ב-slice על המחרוזת והדפיסו את המחרוזת הבאות:

- 'Hello'
- 'my name'
- 'Hlo ynm slioMnoa'
- 'lo ynm sl'

## פקודות על מחרוזות

פייתון מאפשרת לנו לעשות בקלות פעולות שונות. כעת נראה דוגמה נחמדה לכך. נניח שיש לנו שתי מחרוזות ואנחנו רוצים ליצור מהן מחרוזת חדשה, צירוף של שתיהן. הדרך לעשות זאת היא פשוט להשתמש בסימן '+'. יש למחרוזות מתודות שונות, נדגים כעת כמה מהן.

```
message = "Hello " + "world"
print(message)
print(len(message))
print(message.upper())
print(message)
print(message.find('o'))
```

נציג את פלט התוכנית לפני שנעבור לדון בכל שורת קוד:

```
Hello world
11
HELLO WORLD
Hello world
4
```

בשורה 1 מודגם החיבור של שתי מחרוזות באמצעות '+.

בשורה 2 מודגם שימוש בפונקציה המובנית len, קיצור של length, אשר מחזירה את האורך של המחרוזת. בדוגמה זו, האורך של 'Hello' (שימו לב לרווח בסוף המילה) ביחד עם 'world' הוא 11 תווים.

בשורה 3 אנחנו פוגשים את המתודה `upper`. מתודות הן כמו פונקציות, אבל של סוג משתנה ספציפי. בהמשך נלמד שמתודה היא בעצם פונקציה שמוגדרת בתוך מחלקה, אבל נשמור זאת לפרק שדן במחלקות. בכל אופן, בשלב זה נשים לב בעיקר להבדל בצורת הכתיבה בין המתודה `upper` לפונקציה `len`. המתודה `upper` מגיעה אחרי סימן נקודה:

```
message.upper()
```

בניגוד ל-`len`, שמקבלת בתוך סוגריים את הפרמטר:

```
len(message)
```

המתודה `upper` מחזירה את המחרוזת, כאשר כל התווים שלה הן אותיות גדולות. בשורה 5 אנחנו מדפיסים את `message` כדי להמחיש ש-`upper` לא שינתה את ערכו של המשתנה `message` – כלומר, האותיות נותרו קטנות.

בשורה 6 אנחנו מכירים מתודה בשם `find`, אשר מקבלת כפרמטר תו ומחזירה את המיקום הראשון שלו בתוך המחרוזת. המיקום הראשון של האות 'ס' בתוך 'Hello world' הוא אינדקס מספר 4.

## dir, help

הדבר החשוב ביותר שיש לזכור לגבי מתודות של מחרוזות מגיע כעת: היכן אפשר למצוא את כל המתודות של מחרוזות? במילים אחרות, אם אנחנו רוצים לעשות פעולה עם מחרוזת, האם יש משהו שאנחנו יכולים לעשות חוץ מאשר לנחש מה שם הפעולה?

ובכן, נכיר את הפונקציה המובנית `dir`. פונקציה זו מחזירה לנו את כל המתודות של משתנה. לדוגמה, אם נגדיר מחרוזת בשם `message` ונעשה לה `dir`, נקבל את התוצאה הבאה:

```
>>> message = 'Hello World'
>>> dir(message)
['_add_', '_class_', '_contains_', '_delattr_', '_doc_', '_eq_', '_for
mat_', '_ge_', '_getattr_', '_getitem_', '_getnewargs_', '_getslice_
_', '_gt_', '_hash_', '_init_', '_le_', '_len_', '_lt_', '_mod_', '_
mul_', '_ne_', '_new_', '_reduce_', '_reduce_ex_', '_repr_', '_rmod_',
'_rmul_', '_setattr_', '_sizeof_', '_str_', '_subclasshook_', '_formatte
r_field_name_split', '_formatter_parser', 'capitalize', 'center', 'count', 'decode'
, 'encode', 'endswith', 'expandtabs', 'find', 'format', 'index', 'isalnum', 'isalph
a', 'isdigit', 'islower', 'isspace', 'istitle', 'isupper', 'join', 'ljust', 'lower'
, 'lstrip', 'partition', 'replace', 'rfind', 'rindex', 'rjust', 'rpartition', 'rspl
it', 'rstrip', 'split', 'splitlines', 'startswith', 'strip', 'swapcase', 'title', '
translate', 'upper', 'zfill']
```

נחמד, כעת אנחנו יודעים מה שמות כל המתודות שניתן להריץ על מחרוזת. אבל כיצד נוכל לדעת, לדוגמה, מה עושה המתודה 'count'? כאן מגיעה לעזרתנו הפונקציה המובנית help. נבצע help על המתודה count של message ונקבל את התיעוד של המתודה:

```
>>> help(message.count)
Help on built-in function count:

count(...)
    S.count(sub[, start[, end]]) -> int

    Return the number of non-overlapping occurrences of substring sub in
    string S[start:end]. Optional arguments start and end are interpreted
    as in slice notation.

>>> message.count('el')
1
```

מוסבר לנו בדוגמה זו, ש-count מוצאת כמה פעמים מופיעה תת-מחרוזת בתוך מחרוזת. לדוגמה, כאשר נעשה count עם תת-המחרוזת 'el' נקבל ערך 1, וזאת מכיוון ש-'el' מופיעה פעם אחת בתוך 'Hello world'.

הדבר החשוב שלמדנו אינו המתודה count, אלא הידיעה שבכל פעם כשנרצה לבצע פעולה – על מחרוזות ועל טיפוסים משתנים אחרים – נדע היכן לחפש אותם ואיך לקבל עליהם מידע.

## צירופי תווים מיוחדים ו-raw string

התו '\ ' הוא תו מיוחד אשר קרוי "escape character" והוא מאפשר ליצור מחרוזות עם צירופי תווים מיוחדים. ישנם תווים, שאם נשים אותם אחרי ה-'\' הם לא יודפסו כמו שהם, אלא יקבלו משמעות אחרת. אחד הצירופים הידועים ביותר הוא \n. אם נכתוב \n במחרוזת וננסה להדפיס אותה נקבל... נסו זאת בעצמכם.

להלן טבלה של הצירופים המיוחדים (מקור: <https://docs.python.org/2.0/ref/strings.html>)

Escape Sequence	Meaning
<code>\newline</code>	Ignored
<code>\\</code>	Backslash (\)
<code>\'</code>	Single quote (')
<code>\"</code>	Double quote (")
<code>\a</code>	ASCII Bell (BEL)
<code>\b</code>	ASCII Backspace (BS)
<code>\f</code>	ASCII Formfeed (FF)
<code>\n</code>	ASCII Linefeed (LF)
<code>\r</code>	ASCII Carriage Return (CR)
<code>\t</code>	ASCII Horizontal Tab (TAB)
<code>\v</code>	ASCII Vertical Tab (VT)
<code>\ooo</code>	ASCII character with octal value <i>ooo</i>
<code>\xhh...</code>	ASCII character with hex value <i>hh...</i>

אבל מה אם יש לנו טקסט שכולל צירוף תווים מיוחד ואנחנו רוצים שהוא יודפס כמו שהוא? לדוגמה, יש לנו במחשב קובץ בשם b52.txt, שנמצא בתיקיה c:\cyber\number1. אנחנו רוצים להדפיס את שם הקובץ והתיקיה בה הוא נמצא. שימו לב איך ההדפסה תבוצע באופן "רגיל":

```
print("c:\cyber\number1\b52.txt")
```

```
c:\cyber
umber52.txt
```

לא בדיוק מה שרצינו שיודפס...

יש לנו 2 אפשרויות לפתרון הבעיה. אפשרות אחת היא להכפיל כל סימן '\', כך:

```
print("c:\\cyber\\number1\\b52.txt")
```

ההכפלה אומרת לפייתון 'אנחנו באמת מתכוונים לסימן \'.

האפשרות השניה היא לכתוב לפני תחילת המחרוזת את התו r, שמגדיר לפייתון שהכוונה היא ל-raw string. כלומר, עליו לקחת את התווים כמו שהם ולא לנסות לחפש צירופי תווים בעלי משמעות.

```
print(r"c:\cyber\number1\b52.txt")
```

## קבלת קלט מהמשתמש input

את הפונקציה raw\_input הכרנו בקצרה בפרק הקודם. פונקציה זו משמשת לקבלת קלט מהמשתמש. הפונקציה מדפיסה למסך מחרוזת לפי בחירתנו, ואת מה שהמשתמש מקליד היא מכניסה לתוך מחרוזת.

לדוגמה:

```
username = input("Please enter your name\n")
print("Hello {}".format(username))
```

שימו לב לכך שהמחרוזת המודפסת שבחרנו להדפיס למשתמש כוללת את התו \n, וזאת כדי שקלט המשתמש יהיה בשורה חדשה, דבר זה נעשה מטעמי נוחות. התוצאה:

Please enter your name

Kalista

Hello Kalista!

## תרגיל – אבניבי



זוכרים את שפת הבי"ת? כיתבו קוד שקולט משפט (באנגלית) מהמשתמש ומתרגם אותו לשפת הבי"ת. תזכורת: אחרי האותיות aeiou צריך להוסיף b ולהכפיל את האות. לדוגמה, עבור הקלט ani ohev otach יודפס:

Abanibi obohebev obotabach

טיפ לייעול הקוד: כדי לדעת אם תו נמצא במחרוזת ניתן להשתמש בפקודה `in`. לדוגמה:

```
if 'a' in my_str:
```



## תרגילי strings (מתוך google class, בעיבוד גבהים)



בצעו את תרגילי strings. הדרכה – לפניכם קוד שיש בו פונקציות, בראש כל פונקציה ישנו תיעוד מה היא אמורה לעשות, אך הפונקציה ריקה. עליכם לתכנת את הפונקציה כמו שצריך כדי שהיא תבצע את מה שהיא אמורה לעשות. בפונקציית ה-main יש קוד שבודק אם הפלט של הפונקציה זהה לפלט הצפוי עבור מגוון קלטים. אם הקוד שלכם תקין, יודפסו הודעות OK למסך.

לינק להורדת קובץ הפיתוח של התרגיל: [http://data.cyber.org.il/python/ex\\_string.py](http://data.cyber.org.il/python/ex_string.py)



לדוגמה, תרגיל donuts:

```
# A. donuts
# Given an int count of a number of donuts, return a string
# of the form 'Number of donuts: <count>', where <count> is the number
# passed in. However, if the count is 10 or more, then use the word 'many'
# instead of the actual count.
# So donuts(5) returns 'Number of donuts: 5'
# and donuts(23) returns 'Number of donuts: many'
def donuts(count):
    # +++your code here+++
    return
```

בתרגיל זה אנו מתבקשים להחזיר מחרוזת שכוללת את מספר ה-donuts שקיבלנו כפרמטר לפונקציה (בתוך המשתנה count), אולם אם count הינו גדול מ-10, עלינו להחזיר פשוט 'many'.

פתרון:

```
def donuts(count):
    if count < 10:
        return 'Number of donuts: ' + str(count)
    else:
        return 'Number of donuts: many'
```

תוצאת ההרצה:

```
donuts
OK got: 'Number of donuts: 4' expected: 'Number of donuts: 4'
OK got: 'Number of donuts: 9' expected: 'Number of donuts: 9'
OK got: 'Number of donuts: many' expected: 'Number of donuts: many'
OK got: 'Number of donuts: many' expected: 'Number of donuts: many'
```

**תרגיל מסכם – ז'אן ולז'אן (קרדיט: עומר רוזנבוים, שי סדובסקי)**



כיתבו תוכנית שקולטת מהמשתמש מספר בעל 5 ספרות ומדפיסה:



- את המספר עצמו

- את ספרות המספר, כל ספרה בנפרד, מופרדת על ידי פסיק (אך לא לאחר הספר

- את סכום הספרות של המספר

דוגמה לריצה תקינה:

```
Please enter a 5 digit number
24601
You entered the number: 24601
The digits of this number are: 2,4,6,0,1
The sum of the digits is: 13
```

הדרכה: בתרגיל זה אנחנו נדרשים לבצע המרה בין סוגי טיפוסים שונים. זיכרו, שהפונקציה `raw_input` מחזירה מחרוזת של תווים. כלומר אם המשתמש הזין 1234, תוחזר המחרוזת '1234'. אם אנחנו מעוניינים להשתמש במחרוזת כמספר, עלינו לבצע קודם לכן המרה מטיפוס מחרוזת לטיפוס `int`. לשם כך נשתמש בפונקציה `int`. לדוגמה:

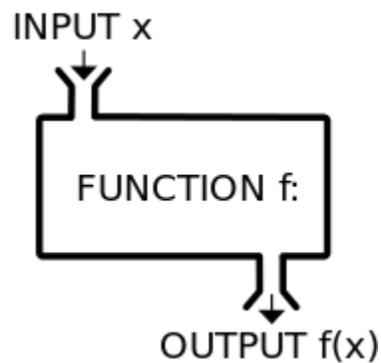
```
>>> my_number = '1234'
>>> int(my_number)
1234
```

הערה: ניתן להניח שהמשתמש הזין קלט תקין.

## פרק 5 – פונקציות

### כתיבת פונקציה בפייתון

פונקציה היא קטע קוד שיש לו שם ואפשר להפעיל אותו על ידי קריאה לשם. לקטע הקוד אפשר להעביר מידע, שעליו יבוצעו פעולות, וכמובן שאפשר גם לקבל חזרה ערכים מהפונקציה. במילים אחרות פונקציה היא קטע קוד שיש לו קלט input, ופלט output.



בואו נכתוב את הפונקציה הראשונה שלנו, שמדפיסה Hello:

```
def hello():
    """ Print Hello """
    print("Hello")
```

מתחילים עם המילה השמורה def. לאחר מכן שם הפונקציה, ולאחר מכן סוגריים שבתוכם אפשר לשים פרמטרים.

שימו לב לדגשים הבאים:



- מומלץ מאוד לתת לפונקציה שם בעל משמעות, כך שגם מי שקורא את הקוד שלנו יבין מה רצינו.
- בתחילת הפונקציה יש לכתוב תיעוד, שמתאר מה הפונקציה עושה. לתיעוד בתחילת פונקציות יש שם מיוחד – docstring, קיצור של documentation string, מחרוזת תיעוד. כתבים docstring בתוך

שלושה סימני גרשיים כפולים רצופים, כמו בדוגמה. מדוע זה חשוב? מכיוון שאם נעשה `help` על הפונקציה, נקבל בחזרה את ה-`docstring` שלה. דבר מועיל מאוד כאשר אנחנו רוצים לשתף קוד!

```
help(hello)
```

```
Help on function hello in module __main__:
```

```
hello()
    Print Hello
```

פונקציה יכולה להיות מוגדרת עם פרמטרים של קלט או בלי פרמטרים. דוגמה לפונקציה בלי פרמטרים:

```
my_func()
```

דוגמה לפונקציה עם פרמטר יחיד:

```
my_func(x)
```

הפונקציה `hello` היא כאמור דוגמה לפונקציה ללא פרמטרים. פונקציות עם פרמטרים נראות, לדוגמה, כך:

```
def print_message(message):
    """ Print a message
    Args:
        message - a string
    """
    print(message)
```

```
def print_messages(msg1, msg2):
    """ Print two messages
    Args:
        msg1 - a string
        msg2 - a string
    """
    print("{} {}".format(msg1, msg2))
```

שימו לב לאופן התייעוד, שכולל גם הסבר אודות הפרמטרים שמקבלת כל פונקציה. מדוע בתייעוד הם נקראים Args? זהו קיצור של "ארגומנטים" ארגומנט הוא המשתנה כפי שהוא נקרא על ידי מי שקורא לפונקציה. פרמטר הוא המשתנה כפי שהוא נקרא בתוך הפונקציה.

כעת נראה איך קוראים לפונקציות עם ובלי פרמטרים.

```
def main():
    message = 'I am a function which receives one parameter'
    print_message(message)
    mes = 'I am a function'
    sage = 'which receives two parameters'
    print_messages(mes, sage)
```

והתוצאה:

```
I am a function which receives one parameter
I am a function which receives two parameters
```

נשים לב לכך שהפונקציה `print_message` נקראה עם ארגומנט בשם `message`, שזהו לשם הפרמטר כפי שמוגדר בתוך הפונקציה. מאידך, הפונקציה `print_messages` נקראה עם ארגומנטים בשם `mes` ו-`sage`, שאינם זהים לשמות הפרמטרים שמוגדרים בתוך הפונקציה – `msg1` ו-`msg2`. שתי האפשרויות חוקיות. בתוך הפונקציה `print_messages` מתבצעת העתקה של הארגומנט `mes` לתוך הפרמטר `msg1` ושל הארגומנט `sage` לתוך הפרמטר `msg2`.

**return**

פונקציה יכולה להחזיר ערך, או מספר ערכים, על ידי `return`. לדוגמה:

```
def seven():
    x = 7
    return x
```

```
a = seven()
print(a)
```

השורה print תגרום להדפסת המספר 7.

אפשר להחזיר יותר מערך אחד:

```
def seven_eleven():
    x = 7
    y = 11
    return x, y
```



```
var1, var2 = seven_eleven()
print("{} {}".format(var1, var2))
```

התכנית תגרום להדפסת 7 11.

**תרגיל**



- כיתבו פונקציה אשר מקבלת שני ערכים ומחזירה את המכפלה שלהם.
- כיתבו פונקציה אשר מקבלת שני ערכים ומחזירה את המנה שלהם. זיכרו שחילוק באפס אינו חוקי, במקרה זה החזירו הודעה "Illegal".

None

הבה נבחן את הפונקציה הבאה:

```
def stam():
    return None
```

מה היא מחזירה? מה יהיה ערכו של k אם נכתוב כך?

```
k = stam()
```

נסו לעשות `print k` ותקבלו שהערך של `k` הוא `None`. הערך `None`, או "כלום", הוא ערך ריק. זוהי מילה שמורה בפייתון. משתנה יכול להיות שווה לערך ריק, ואז הוא שווה `None`.

יש 3 מצבים בהם פונקציה מחזירה ערך `None`:

- לפונקציה אין `return` כלל.
- לפונקציה יש `return` אבל בלי שום ערך או משתנה. הכוונה לשורה שבה כתוב רק `return`.
- לפונקציה יש `return None`.

## scope של משתנים

מה תבצע התוכנית הבאה?

```
def speak():
    word = "hi"
    print(word)
```

```
speak()
print(word)
```

כפי שאולי שמתם לב, PyCharm מסמן את המילה `word` באדום. אם ננסה להריץ את הקוד, יודפס הפלט הבא:

```
hi
Traceback (most recent call last):
  print word
NameError: global name 'word' is not defined
```

אבל, איך זה יכול להיות שישנה שגיאת הרצה? הרי הפונקציה `main` קראה לפונקציה `speak`, אשר בה הוגדר המשתנה `word` ואף הודפס למסך. מדוע `main` לא מכירה את המשתנה `word`?

הסיבה היא שהמשתנה word הוגדר בפונקציה speak והוא קיים רק בה. ברגע שיצאנו מהפונקציה speak, המשתנה word פשוט נמחק ואינו קיים יותר. מכאן שה-scope של המשתנה word הוא אך ורק בתוך הפונקציה speak.

נחדד את ההסבר ותוך כדי נבין את ההבדל בין משתנה גלובלי למשתנה לוקלי, מקומי. נניח שכתבנו את הקוד הבא, שימו לב למשתנה החדש name:

```
def speak():
    word = "hi"
    print("{} {}".format(word, name))
```

```
name = "Shooki"
speak()
```

התוכנית תדפיס hi Shooki. מדוע? משום ש-name הוא משתנה גלובלי – משתנה שמוגדר מחוץ לכל הפונקציות, ולכן הוא מוכר בכלן. כלומר ה-scope של name הוא כל הסקריפט שלנו.

נתקדם עוד שלב – כעת אנחנו מגדירים את המשתנה word פעמיים. אחת כגלובלי ואחת כלוקלי... מה ידפיס הקוד הבא?

```
def speak():
    word = "hi"
    print(word)
```

```
word = "bye"
speak()
```

ובכן, יודפס hi. מדוע? הרי אמרנו שמשתנה גלובלי מוכר גם בתוך פונקציה? נכון, אלא שבפונקציה speak אנחנו "דורסים" את המשתנה הגלובלי word עם משתנה לוקלי בעל אותו שם. כעת כאשר נפנה בתוך speak למשתנה word, הוא כבר לא יכיר את המשתנה הגלובלי, אלא רק את מה שהוגדר לוקלית.

ניסיון נוסף... מה ידפיס הקוד כעת?

```
def speak():  
    word = "hi"  
    print(word)
```

```
word = "bye"  
speak()  
print(word)
```

יודפס:

```
hi
bye
```

מדוע? את ההדפסה של hi כבר הבנו. כאשר speak מסיימת את הריצה שלה, המשתנה הלוקלי word נמחק, וכעת קורה משהו מעניין – מסתבר שהמשתנה הגלובלי word לא נמחק, אלא פשוט נשמר בצד. לפייתון יש מידרג של עדיפויות: כאשר פונים למשתנה בתוך פונקציה, קודם כל פייתון מחפש אם קיים משתנה לוקלי כזה, ולאחר מכן אם קיים משתנה גלובלי. ההדפסה השנייה מתרחשת מתוך הפונקציה main, שמכירה רק את המשתנה הגלובלי word.

ניסיון אחרון... מה ידפיס הקוד הבא?

```
def speak():
    word += " you"
    print(word)
```

```
word = "love"
speak()
print(word)
```

שגיאה!

```
Traceback (most recent call last):
```

```
    word += ' you'
```

```
UnboundLocalError: local variable 'word' referenced before assignment
```

המשתנה word אינו מוגדר. אבל מדוע? הרי הגדרנו משתנה גלובלי בשם זה? הסיבה היא, שכאשר אנחנו מבצעים פעולה שמשנה את ערכו של משתנה בתוך פונקציה, כמו פעולת חיבור, פייתון מניח שלמשתנה שלנו יש עותק מקומי והוא מנסה לפעול עליו.

כעת נסקור שתי שיטות לתקן את השגיאה בקוד. אפשרות א', והיא הפחות טובה, היא להשתמש במילה global בתוך הפונקציה, כך:

```
def speak():
    global word
    word += " you"
    print(word)
```

```
word = "love"
speak()
print(word)
```

בעקבות הריצה יודפס:

```
love you
love you
```

הפקודה global word אומרת לפייתון – 'ראה, אנו עומדים לעבוד בתוך הפונקציה עם המשתנה הגלובלי word. אם ננסה לשנות את ערכו, עשה זאת בלי להכריז שהוא אינו מוכר לך'.

האפשרות השניה, היא להעביר לפונקציה speak את word בתור פרמטר, כך:

```
def speak(word):
    word += " you"
    print(word)
    return word
```

```
word = "love"
```

```

speak(word)
print(word)

```

בעקבות הריצה יודפס:

```

love you
love

```

כעת, מדוע האפשרות הראשונה אינה מומלצת? כפי ששמתם לב, האפשרות הראשונה משנה את ערכו של המשתנה word גם מחוץ לפונקציה. הודפס פעמיים love you. כלומר, הפונקציה שינתה את ערכו של המשתנה. דמיינו שאתם כותבים את הפונקציה main ומתכנת אחר כותב את הפונקציה speak. כעת תארו לעצמכם את ההפתעה, שהפונקציה שינתה ערך של משתנה בלי שיהיה לכם מושג שהיא עשתה זאת! אם הייתם רוצים לאפשר לפונקציה לשנות את הערך של המשתנה, הייתם מעבירים לה אותו כפרמטר ודואגים להציב את ערך החזרה של הפונקציה במשתנה, כך:

```
word = speak(word)
```

זו הדרך הנכונה לשנות משתנה על ידי פונקציה – לקבל אותו כפרמטר ולהחזיר אותו עם return לקוד שקרא לו, כך:

```

def speak(word):
    word += " you"
    print(word)
    return word

```

```

word = "love"
word = speak(word)
print(word)

```

## תרגילים

- כיתבו פונקציה בשם factorial שמחזירה את התוצאה של 5! (5 עצרת). אין צורך להשתמש ברקורסיה.



- כיתבו פונקציה בשם `beep` שמקבלת מחרזות ומחזירה את המחרוזת ועוד `beep` בסופה.
- כיתבו פונקציה בשם `mul_2nums` שמקבלת שני מספרים ומחזירה את המכפלה שלהם, או 0 אם התוצאה שלילית. שימו לב, אפשר לכתוב `return` יותר מפעם אחת בפונקציה.

## פייתון מתחת למכסה המנוע (הרחבה)



בחלק זה נפרט שני נושאים הקשורים לפרקי הלימוד עד כה:

- נמחיש את עקרון התרגום של פייתון לשפת מכונה בזמן ריצה
- נכיר את הפונקציה ID ואת האופרטור `is`
- נחקור כיצד פרמטרים מועברים לפונקציות

כזכור פייתון היא שפת סקריפטים, ולכן לא מתבצעת קומפילציה לקוד. במילים אחרות, כל שורת קוד שאנחנו כותבים מומרת לשפת מכונה רק כאשר מגיע תורה של שורת הקוד להיות מורצת. נמחיש את העיקרון הזה בעזרת תוכנית קטנה.

```
def check(num1):
    if True:
        print("OK")
    else:
        bla(blalba)
```

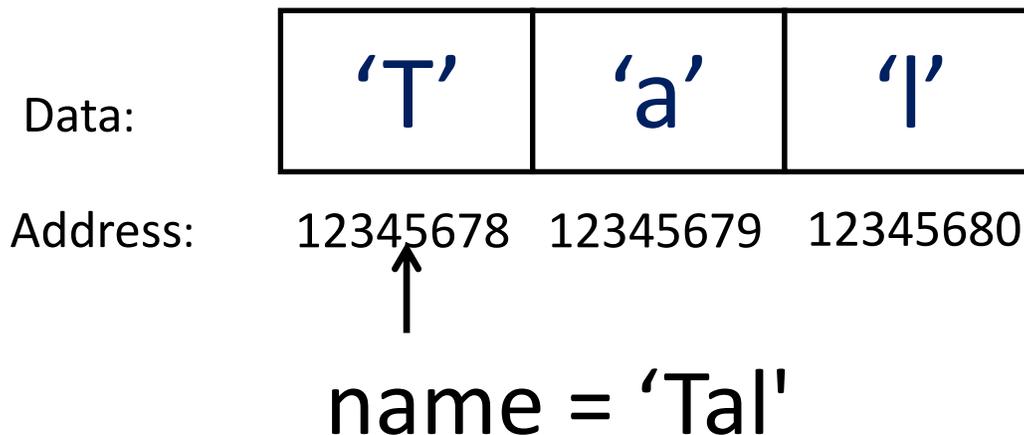
```
check(1)
```

כפי שאפשר לראות, הקוד מכיל קריאה לפונקציה בשם bla עם ארגומנט blabla. הן הפונקציה והן הארגומנט אינם מוגדרים. למרות זאת, אם נריץ את התוכנית נקבל תמיד 'OK'. הסיבה לכך היא שתנאי ה-if מתקיים תמיד, ולכן הקוד שבתוך תנאי ה-else לעולם אינו מגיע להיות מורץ. זוהי המחשה של העובדה שבפיתוח כל שורת קוד מפורשת ומתורגמת לשפת מכונה רק כאשר מגיע זמנה להיות מורצת.

בכך טמון גם סיכון: שורת קוד שנמצאת בתוך בלוק של תנאי שמתקיים לעתים נדירות עלולה להכיל שגיאות, שיובילו גם לקריסת התוכנית, והדבר לא יתגלה עד שהתנאי יתקיים.

id, is

זיכרון המחשב מכיל את כל המשתנים שמוגדרים בתוכנית שלנו. כל משתנה נמצא בכתובת מוגדרת, כלומר כאשר אנחנו מגדירים משתנה הוא מקבל כתובת מתוך טווח הכתובות שמוקצה לריצת התוכנית שלנו. עבור כל משתנה שמוגדר בתוכנית פיתוח, שם המשתנה משמש כדי להצביע על כתובת בזיכרון. לדוגמה, אנחנו יכולים להגדיר משתנה בשם name והוא יצביע על כתובת 12345678. בכתובת 12345678 יאוחסן הבית הראשון של המשתנה, אם המשתנה שלנו הוא בגודל של יותר מבית אחד אז יתר הבתים שלו מאוחסנים בכתובות העוקבות, לדוגמה 12345679, 12345680 וכך הלאה.



באמצעות הפונקציה `id` אנחנו יכולים לחשוף את הכתובת בזיכרון שהוקצתה למשתנה מסויים, או לפונקציה כלשהי. כן, גם לפונקציה יש כתובת בזיכרון – המעבד צריך לדעת לאיזה מקום בזיכרון לקפוץ כדי להריץ את הפונקציה.

דוגמה לשימוש ב-`id`:

```
>>> name = 'Tal'
>>> id(name)
50183144L
```

האות `L` בסוף הכתובת בזיכרון, מסמנת שזהו מספר מטיפוס `Long`, כלומר כזה המיוצג על ידי 64 ביט.

חישוב: האם לשני משתנים יכול להיות אותו `id`, ואם כן – מה הדבר אומר?

לשני משתנים יכול להיות אותו `id`, אבל רק אם הם מצביעים על אותה כתובת בזיכרון. נראה דוגמה:

```
>>> name_copy = name
>>> name_copy
'Tal'
>>> id(name_copy)
50183144L
```

הגדרנו משתנה בשם `name_copy` וקבענו שהוא שווה למשתנה `name`. בכך, גרמנו לו למעשה להצביע לאותה הכתובת בזיכרון שאליה מצביע המשתנה `name`. לאחר מכן, בדקנו שהערך של `name_copy` הוא גם כן 'Tal', כפי שהיה הערך של `name`. בשלב האחרון בדקנו מה ה-`id` של `name_copy`. כפי שניתן לראות, הוא זהה ל-`id` של `name`.

את האופרטור `is` הכרנו כאשר למדנו לכתוב תנאי `if` שונים. ראינו שאפשר לבדוק בעזרת `is` אם משתנה הוא `True` או לא. לדוגמה:

if result is True:

...

if results is not True:

...

כעת אנחנו יכולים להבין טוב יותר מהו `is`. האופרטור `is` בודק האם `id` של שני משתנים הוא זהה. אם כן – נקבל `True`, אחרת – `False`. שימו לב שגם ל-`True`, גם ל-`False` וגם ל-`None` יש `id`.

```
>>> id(True)
1516068552L
>>> id(False)
1516068136L
>>> id(None)
1516022872L
>>> a = True
>>> b = False
>>> c = None
>>> a is True
True
>>> b is False
True
>>> c is None
True
```

נסכם בכך שנפעיל את `is` על שני המשתנים שהגדרנו – `name` ו-`copy_name` – התוצאה היא `True` מכיוון שהם מצביעים על אותו מקום בזיכרון:

```
>>> name_copy is name
True
```

כדי להבין את ההבדל בין `is` לבין פעולת השוואה `==`, אתם מוזמנים לצפות בסרטון שבלינק הבא:

[https://www.youtube.com/watch?v=0\\_dQpUtcubM](https://www.youtube.com/watch?v=0_dQpUtcubM)

## העברת פרמטרים לפונקציה

האם שאלתם את עצמכם איך פרמטרים מועברים לפונקציה? אם חשוב לכם לדעת איך הדברים עובדים, ומה זה `stack`, מומלץ לקרוא את ספר האסמבלי של גבהים. בקצרה, ישנן שני שיטות להעברת פרמטרים לפונקציה.

- Pass by value

- Pass by reference

בשיטת pass by value מועבר לפונקציה העתק של הפרמטר. ההעתק נמצא על אזור בזיכרון שנקרא מחסנית, או stack, ומשמש פונקציות. דמיינו שהמורה מחזיק דף נייר שכתוב עליו המספר 10. המורה ניגש למכונת הצילום ומכין לכל אחד מתלמידי הכיתה העתק של דף הנייר עם הספרה 10 עליו. לכל תלמיד יש העתק של המספר. אם אחד התלמידים יכתוב על הדף שלו 11 במקום המספר 10, הדף של המורה לא ישתנה. באופן זה, אם הפונקציה משנה את ערכו של משתנה שהועבר אליה בשיטת pass by value, היא למעשה לא משנה את ערך המשתנה עצמו, אלא העתק שלו. אי לכך, ביציאה מהפונקציה ערכו של המשתנה יהיה כפי שהיה לפני כן.

בשיטת pass by reference מועברת לפונקציה – גם כן דרך המחסנית – הכתובת בזיכרון שבו נמצא המשתנה. ערך המשתנה לא מועבר לפונקציה, ואם ברצונה לקרוא את הערך עליה לגשת לזיכרון בכתובת שנמסרה. דמיינו שכעת המורה שלנו מניח את הדף עם המספר 10 בתא שלו בחדר המורים, ובמקום לגשת למכונת הצילום הוא ניגש למנעול ומשכפל לכל אחד מתלמידי הכיתה מפתח לתא שלו. המורה מחלק את המפתחות לתלמידים שלו. לאף תלמיד אין את הדף עם המספר 10, אבל הפעם התלמידים יכולים לגשת אל תא המורה, לקרוא את המספר 10 ואם הם רוצים – גם לשנות אותו. שינוי שיבצעו התלמידים ישפיע על הדף המקורי שבידי המורה. שימו לב שהפעם לא נוצרו לדף עותקים, יש רק עותק מקור.

אז מה קורה בשפת פייתון? האם פרמטרים מועברים בשיטת pass by value או בשיטת pass by reference? הבה ניצור פונקציה ונעביר לה פרמטרים:

```
def func(x):
    print("id(x): {} x: {}".format(id(x), x))
    x = "Bye"
    print("id(x): {} x: {}".format(id(x), x))
```

```
x = "Hi"
print(id(x))
func(x)
print(id(x))
```

אנחנו קובעים מחרוזת בשם x. מדפיסים את id(x) רק כדי שנוכל להשוות אותו לפני ואחרי הכניסה לפונקציה. לאחר מכן אנחנו קוראים לפונקציה ומעבירים לה את x כפרמטר. בתוך הפונקציה אנחנו בודקים את id(x), לאחר מכן משנים את ערכו של x ואז בודקים שוב את id(x). לאחר היציאה מהפונקציה, שוב בודקים את id(x) כדי לראות אם ה-id שהיה בתוך הפונקציה נשמר.

והנה מה שקיבלנו:

```

37058640
id(x) : 37058640  x: Hi
id(x) : 37058000  x: Bye
37058640

```

בשורת ההדפסה השניה אנחנו רואים שלפונקציה הועבר ה-id של x, שהרי ה-id מחוץ לפונקציה ובתוך הפונקציה הם זהים. האם זה אומר שהפרמטר הועבר by reference?

נראה כך, אבל אז מגיעה שורת ההדפסה השלישית, ואנו רואים שהעובדה שהפונקציה שינתה את x שינתה גם את id(x). במילים אחרות, נוצר בתוך הפונקציה משתנה חדש בשם x, שיש לו id שונה מאשר ה-id שנמסר לפונקציה. ואכן, בשורת ההדפסה הרביעית, שמתרחשת מחוץ לפונקציה, אנחנו רואים שערכו של id(x) חזר להיות כפי שהיה לפני הקריאה לפונקציה.

לסיכום: פייתון מעבירה לפונקציות את הכתובת של הפרמטרים, אך ברגע שפונקציה מנסה לשנות אותם נוצר העתק, כך שהערך של המשתנה המקורי לא ישתנה.

רגע לפני שנסכם, נציין שכל מה שכתבנו כעת נכון למשתנים מסוג מסויים, שנקרא immutable, שעד עכשיו עסקנו בהם בלי לקרוא להם כך. מהם משתנים מסוג immutable? ומהם משתנים מסוג mutable? על כך נרחיב כשנלמד על משתנים מסוג רשימה, list.

## סיכום

בפרק זה למדנו אודות פונקציות בפייתון. למדנו להגדיר פונקציה, להעביר לה פרמטרים וגם לקבל ממנה ערכים. לאחר מכן ראינו שלמשתנים יש scope שבו הם מוגדרים, כלומר משתנה מוכר רק בפונקציה שבה הוא מוגדר. סקרנו אפשרויות שונות של שימוש במשתנים גלובליים בתוך פונקציה והגענו למסקנה שתמיד כדאי להעביר משתנים כפרמטרים לפונקציה, ובכל מקרה עדיף להמנע משינוי של משתנים בתוך פונקציה בלי שהקוד שקורא לפונקציה מודע לכך.

לאחר מכן, במסגרת ההרחבה, ראינו איך פייתון עובד "מתחת למכסה המנוע", כיצד מועברים פרמטרים לפונקציה. כעת אנחנו יכולים לכתוב פונקציות ולהשתמש בהם בצורה חופשית.

## פרק 6 – List, Tuple

### הגדרת List

עד כה למדנו אודות מספר טיפוסים משתנים: int, float, boolean ו-string. בפרק זה נלמד אודות שני טיפוסים משתנים שימושיים במיוחד – list (רשימה) ו-tuple. ל-tuple אין שם עברי ולכן ניצמד למונח הלועזי.

מהו list וכיצד מגדירים אותו? זהו אוסף של איברים, אוסף שאפשר להוסיף אליו איברים או להוציא ממנו איברים. כמו רשימת קניות – אפשר להוסיף לה מוצרים שברצוננו לרכוש או למחוק ממנה מוצרים. מגדירים list באמצעות סוגריים מרובעים, כך:

```
stam = [11, 'aaaa', 36.5, True]
```

בין כל שני איברים ישנו פסיק מפריד. שימו לב שבתוך ה-list יכול להיות אוסף של איברים מסוגים שונים. בדוגמה לעיל יש לנו int, string, float ו-boolean. אם נכתוב `print(stam)` נקבל את ההדפסה הבאה:

```
[11, 'aaaa', 36.5, True]
```

אפשר לגשת לכל איבר ברשימה בצורה מאוד דומה לדרך בה ניגשנו אל תווים במחרוזת – על ידי סוגריים מרובעים:

```
print(stam[0])
print(stam[1])
print(stam[2])
print(stam[3])
```

ויודפס:

```
11
aaaa
36.5
True
```

כמובן שצריכה להיות שיטה יעילה יותר להדפיס את כל איברי הרשימה, נכון? לולאת for צועדת יד ביד עם list. כל מה שצריך לעשות הוא להוסיף את המילה in, ולבחור שם של משתנה שיהיה "איטרטור", כלומר יקבל כל פעם ערך של איבר אחר ברשימה. כך:

```
for element in stam:
    print(element)
```

הלולאה תרוץ 4 פעמים, כמספר האיברים ב-stam. בכל ריצה – איטרציה – של הלולאה, האיטרטור element יקבל ערך מתוך stam, לפי הסדר שבהם האיברים נמצאים בתוך stam. בסופו של דבר תוצאת ההדפסה תהיה זהה לתוצאת ההדפסה איבר איבר.

דמיון נוסף בין list ובין string, היא היכולת לגשת לחלק מהאיברים באמצעות סוגריים מרובעים ונקודותיים – כלומר להשתמש ב-slicing. לדוגמה, אם נרצה להשתמש באיברים של stam רק מהאיבר באינדקס 2 ואילך, נוכל לכתוב:

```
stam[2:]
```

יתר החוקים של slicing שראינו על מחרזות (כגון ברירת מחדל לערכי התחלה וסיום, קפיצות וכו') תקפים גם רשימה.

**תרגיל**



צרו רשימה בת חמישה איברים ומתוכה הוציאו את כל האיברים מהראשון עד האחרון בקפיצות של 2.

**תרגיל (קרדיט: עומר רוזנבוים, שי סדובסקי)**



בפייתון ישנה פונקציה בשם sum, אשר מקבלת רשימה של איברים שכולם מספרים (float או int) ומחזירה את סכום האיברים. לדוגמה:

```
sum([10, 11, 12, 0.75])
```

תחזיר את הסכום – 37.5.

עליכם לממש פונקציה שהיא כמו sum אבל לא בדיוק. נקרא לה summer. המיוחד ב-summer, הוא שהיא יכולה לעבוד עם כל טיפוס של משתנה, לא רק int או float, אלא גם משתנים מטיפוס string ואף list. כן, אפשר לחבר רשימות! נסו להגדיר שתי רשימות ולחבר אותן באמצעות סימן +.

לדוגמה, אם נכתוב:

```
print summer([10, 11, 12, 0.75])
print summer([True, False, True, True])
print summer(['aa', 'bb', 'cc'])
print summer([[1, 2, 3, 'a'], [4, 'b', 'c', 'd']])
```

נקבל:

```
33.75
3
aabbcc
[1, 2, 3, 'a', 4, 'b', 'c', 'd']
```

הערה: אתם יכולים להניח שלא תצטרכו לעשות פעולות לא חוקיות כמו חיבור int ו-str. כלומר, כל האיברים מהרשימה ניתנים לחיבור זה עם זה.

## Mutable, immutable

כעת נבין מה פירוש שני המושגים הללו, שהוזכרו בפרק הקודם. נחשוב על ההבדלים בין מחרוזת לרשימה. ראינו שכדי לגשת לאיבר ברשימה או במחרוזת, כל מה שצריך לעשות זה להכניס את האינדקס של האיבר לתוך סוגריים מרובעים. לדוגמה:

```
>>> my_list = ['a', 'b', 'c']
>>> my_string = 'abc'
>>> my_list[1]
'b'
>>> my_string[1]
'b'
```

מכאן שגישה לקריאה של איבר פועלת באופן זהה ברשימה ובמחרוזת. אבל מה עם גישה לכתיבה של איבר? מה יקרה אם ננסה לשנות את האיבר באינדקס 1 של הרשימה ושל המחרוזת? ננסה:

```
>>> my_list[1] = 'e'
>>> my_list
['a', 'e', 'c']
>>> my_string[1] = 'e'
```

```
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#128>", line 1, in <module>
    my_string[1] = 'e'
TypeError: 'str' object does not support item assignment
```

ראינו שאת הרשימה אפשר לשנות בלי בעיה, ושלאחר הכתיבה הרשימה מכילה את הערך החדש. לעומת זאת מחרוזת אי אפשר לשנות – קיבלנו שגיאה. עכשיו אפשר להבין את המושגים שבכותרת. משהו שאפשר לשנות אותו נקרא mutable, מהמילה "מוטציה". משהו שאי אפשר לשנותו הוא immutable.

עם זאת, ראינו שאפשר לשנות מחרוזות. כלומר, אפשר להגדיר מחרוזת ואז להגדיר אותה שוב עם ערך אחר. איך זה אפשרי?

```
>>> my_str = 'Hello'
>>> my_str = 'World'
```

במקרה הזה, חשוב להבין שהמחרוזת my\_str כבר אינה מצביעה על אותו מיקום בזיכרון. אפשר לוודא את זה בעזרת ה-id, לפני ואחרי השינוי:

```
>>> my_str = 'Hello'
>>> id(my_str)
50183344L
>>> my_str = 'World'
>>> id(my_str)
31698456L
```

נבצע שינוי ברשימה, וניווכח שה-id נותר זהה:

```
>>> my_list = [1, 2, 3]
>>> id(my_list)
49207944L
>>> my_list[1] = 4
>>> id(my_list)
49207944L
```

## פעולות על רשימות

### in

נלמד כמה פעולות שימושיות על רשימות. ראשית נרצה לבדוק אם איבר כלשהו נמצא בתוך רשימה. נניח שהגדרנו רשימת קניות בשם shopping\_list. איך נוכל לדעת האם היא כבר כוללת apples? באמצעות שימוש במילה in, אותה כבר הכרנו:

```
shopping_list = ['Cheese', 'Melons', 'Oranges', 'Apples', 'Sardines']
if 'Apples' in shopping_list:
    print('There it is!')
```

כאשר כותבים ביטוי מהצורה 'איבר in רשימה', התוצאה תהיה או True או False, מה שהופך את השימוש לנוח במיוחד עבור משפטי if כמו בדוגמה. בהזדמנות זאת נזכיר שפיתון מתייחסת לאותיות גדולות וקטנות, כלומר אם נחפש apples במילון נקבל False.

נרצה להוסיף איבר לרשימה או להוציא ממנה איבר. לשם כך יש את המתודות pop ו-append. אנחנו קוראים להן מתודות ולא פונקציות, כי יש נקודה בין המשתנה שהן פועלות עליו לבין שם המתודה, בניגוד לפונקציות שמקבלות את שם המשתנה בסוגריים. נבין זאת יותר טוב כשנלמד תכנות מונחה עצמים OOP. השימוש ב-pop ו-append מתבצע כך:

### append

המתודה append תמיד מוסיפה איבר בסוף הרשימה. כלומר, אי אפשר להוסיף באמצעותה איבר לאמצע הרשימה. המתודה מקבלת את האיבר שרוצים להוסיף. לדוגמה:

```
>>> stam = [1, 2, 'a']
>>> stam.append('b')
>>> stam
[1, 2, 'a', 'b']
```

## pop

המתודה pop מקבלת אינדקס של איבר, מוציאה אותו מהרשימה ומחזירה את ערכו. לדוגמה, כדי להוציא מתוך stam את 'a' צריך לעשות pop לאינדקס השני:

```
>>> stam.pop(2)
'a'
>>> stam
[1, 2, 'b']
```

כמובן שלכל אורך תהליך ההכנסה וההוצאה, ה-id של stam נותר ללא שינוי.

## sort

מה לגבי מיון רשימה? המתודה sort מטפלת בזה. כל רשימה ש-sort תפעל עליה תהפוך להיות ממויינת. אם נשתמש ב-sort בלי להזין לתוכה פרמטרים, מספרים ימוינו לפי הגודל ומחרוזות ימוינו לפי סדר הופעתם במילון:

```
>>> stam = [3, 1, 7, 2]
>>> stam.sort()
>>> stam
[1, 2, 3, 7]
>>> stam = ['cat', 'dog', 'apple', 'elephant']
>>> stam.sort()
>>> stam
['apple', 'cat', 'dog', 'elephant']
```

אך מיון יכול להתבצע בהרבה אופנים. אפשר למיין מהקטן לגדול, מהגדול לקטן, לפי סדר האלף בית... ובכן, הבה נחקור את sort. לפני כן, ניזכר במה שלמדנו כאשר ביצענו חיתוך מחרוזות. אם יש לנו מחרוזת, אנחנו יכולים ליצור ממנה מחרוזת שונה באמצעות סוגריים מרובעים, אשר בתוכם נמצא אינדקס התחלה, אינדקס סיום ועל כמה אינדקסים מדלגים. לדוגמה, התחלה באינדקס 2, סיום לפני אינדקס 12 ודילוג של 3 אינדקסים בכל פעם:

```
>>> my_str = 'Cyber class is cool'
>>> my_str[2:12:3]
'b a '
```

כפי שראינו, למרות שישנם שלושה פרמטרים, לא חייבים לכתוב את שלושתם. אפשר לשים בסוגריים המרובעים פרמטר אחד, שניים, או להשאיר פרמטר ריק לאחר נקודותיים. לדוגמה:

```
>>> my_str[2:12]
'ber class '
```

במקרה שאנחנו לא מזינים דילוג, מתבצע דילוג של 1. כלומר, יש ערך ברירת מחדל – אם אנחנו לא מזינים ערך אחר, כאילו הזנו 1.

כעת נחזור למתודה `sort`. נעשה עליה `help`:

```
>>> help(stam.sort)
Help on built-in function sort:

sort(...)
    L.sort(cmp=None, key=None, reverse=False)
```

נראה שהיא מקבלת שלושה פרמטרים. הפרמטר האחרון נקרא `reverse` וערך ברירת המחדל שלו הוא `False`, כלומר אין "היפוך". נשנה את ערכו ל-`True`:

```
>>> stam = [3, 1, 7, 2]
>>> stam.sort(reverse=True)
>>> stam
[7, 3, 2, 1]
>>> stam = ['cat', 'dog', 'apple', 'elephant']
>>> stam.sort(reverse=True)
>>> stam
['elephant', 'dog', 'cat', 'apple']
```

קיבלנו את המיון בסדר הפוך. מספרים מהגדול לקטן ומחרוזות הפוך מסדר הופעתן במילון.

נחמד, אבל מה אם נרצה לעשות מיון יותר יצירתי? לא רק מהקטן לגדול או מהגדול לקטן, אלא כל מיון שנרצה? המתודה `sort` מקבלת בתור פרמטר את המפתח למיון, פרמטר אשר נקרא `key`. בתור מפתח אנחנו יכולים לקבוע איזו פונקציה שאנחנו רוצים. נראה דוגמה. יש לנו רשימה שכוללת כמה מחרוזות. אנחנו רוצים לבצע מיון לפי אורך המחרוזות. כלומר, המחרוזת 'zz', שהאורך שלה הוא 2, צריכה להופיע לפני המחרוזת 'aaa' שהאורך שלה הוא 3 ואחרי המחרוזת 'c' שהאורך שלה הוא 1 בלבד. כידוע לנו, הפונקציה `len` מחזירה אורך של מחרוזת. לכן פשוט נעביר בתור מפתח את הפונקציה `len`, כך:

```
>>> words = ['aaa', 'c', 'zz', 'bbbb']
>>> words.sort(key=len)
>>> words
['c', 'zz', 'aaa', 'bbbb']
```

אנחנו יכולים גם להגדיר פונקציה משלנו ולהעביר אותה בתור מפתח. שימו לב, שהפונקציה צריכה להחזיר ערך כלשהו, שלפיו יתבצע המיון, כמו שהפונקציה len מחזירה מספר שהוא אורך המחרוזת.

בצעו מיון של מחרוזת לפי התו האחרון במחרוזת. לדוגמה, love צריכה להיות לפני cat משום שהאות e מופיעה לפני האות t.



ראשית, נצטרך להגדיר פונקציה שמקבלת מחרוזת ומחזירה את התו האחרון שלה:

```
def last(my_str):
    return my_str[-1]
```

לאחר מכן נגדיר רשימה ונקרא ל-sort עם key=last:

```
beatles = ['John', 'Paul', 'George', 'Ringo']
beatles.sort(key=last)
print(beatles)
```

ותוצאת ההדפסה שנקבל:

```
['George', 'Paul', 'John', 'Ringo']
```

## split

לעיתים נקבל מחרוזת ונרצה להפריד אותה למחרוזות קטנות יותר ולשמור אותן ברשימה. הדוגמה הקלאסית היא מחרוזת שכוללת משפט, ואנחנו רוצים להפריד אותה למילים בודדות. לשם כך קיימת המתודה split. כאמור, פועלת על משתנים מטיפוס מחרוזת, אך כיוון שהיא מחזירה רשימה נוכל כעת להבין יותר טוב את אופן הפעולה שלה.

המתודה split מקבלת כפרמטר תו או מחרוזת שלפיהם תתבצע ההפרדה. כדי להבין את רעיון ההפרדה, ניקח לדוגמה מחרוזת שכוללת שמות של מספר סרטים:

```
brad_pitt_movies = 'Fight Club#Seven#Snatch#Moneyball#12 Monkeys'
```

נרצה ליצור רשימה בה כל איבר יהיה שם של סרט. למזלנו הרשימה מכילה את התו '#' בתור תו מפריד בין שמות הסרטים. לכן נקרא ל-split עם פרמטר '#':

```
brad_pitt_movies = brad_pitt_movies.split('#')
```

וקיבלנו רשימה:

```
['Fight Club', 'Seven', 'Snatch', 'Moneyball', '12 Monkeys']
```

למתודה split יש גם ערך ברירת מחדל, שהוא סימן רווח. במילים אחרות, אם לא נעביר ל-split שום פרמטר, כל הרווחים במחרוזת יוסרו והמחרוזות שבין הרווחים יכנסו לרשימה. לדוגמה:

```
rule = 'The 1st rule of fight club is you do not talk about fight club'
rule = rule.split()
```

הפכנו את rule לרשימה. אם נדפיס את ששת האיברים הראשונים ברשימה נקבל:

```
['The', '1st', 'rule', 'of', 'fight', 'club']
```

## join

זוהי הפעולה ההפוכה ל-split. יש לנו רשימה של מחרוזות ואנחנו רוצים לחבר אותן יחד למחרוזת אחת. צורת הכתיבה כאן היא גם הפוכה ל-split – ראשית יבוא התו המפריד בין המחרוזות השונות (הגיוני שזה יהיה סימן רווח), לאחר מכן נקודה ו-join עם שם הרשימה בסוגריים. כך:

```
rule = ' '.join(rule)
```

כעת אם נדפיס את rule נקבל את המחרוזת המקורית:

```
The 1st rule of fight club is you do not talk about fight club
```



## תרגילי סיכום list (מתוך google python class, בעריכת גבהים)

הורידו את סקריפט הפייתון שבקישור [http://data.cyber.org.il/python/ex\\_list.py](http://data.cyber.org.il/python/ex_list.py) והשלימו את הקוד החסר בפונקציות.

## Tuple

נכיר טיפוס נוסף של משתנה בפייתון – tuple. מגדירים tuple בעזרת סוגריים עגולים, כך:

```
my_tuple = (1, 2, 'a')
```

הטיפוס tuple הוא כמו list, אבל immutable. כלומר, אי אפשר לשנות את הערכים שבו. לשם מה זה שימושי? ובכן, tuple הוא דרך נוחה להחזיר ערכים מרובים מפונקציה. לדוגמה הפונקציה הבאה מחזירה 2 ערכים:

```
def silly():
    return 'hi', 'there'
```

אם נציב את ערכי החזרה שלה בתוך משתנה כלשהו, נוכל לראות שהמשתנה הזה הוא מסוג tuple. כאשר נעשה print greet, התוצאה תודפס בתוך סוגריים עגולים:

```
greet = silly()
print(greet)
print(greet[0])
print(greet[1])
```

תוצאות ההדפסה:

```
('hi', 'there')
hi
there
```

במקרה זה ה-tuple ששמו greet קיבל את שני הערכים שהפונקציה החזירה. ראינו שאפשר לפנות לכל איבר ב-tuple באמצעות סוגריים מרובעים. ממש כמו ברשימה.

שימו לב לדרך אלגנטית לקלוט מספר ערכים מפונקציה שמחזירה מספר ערכים:

```
first, second = silly()
```

כעת כל אחד מהמשתנים first, second הוא מחרוזת שמכילה את אחד הערכים שהוחזר מהפונקציה.

נשאל – מדוע בכלל יש צורך ב-tuple? הרי היינו יכולים לבצע את אותן הפעולות באמצעות רשימה. לדוגמה, יכולנו ליצור פונקציה שמחזירה רשימה של ערכים ולא tuple. כאשר היינו קוראים לה ערכי החזרה היו נטענים למשתנים.

```
def stam():
    return [1, 2]
```

```
a, b = stam()
```

אם כן, מדוע tuple?

הסיבה המעניינת קשורה לדרך שבה פייתון מקצה זיכרון לרשימות. פייתון מניח שאם הגדרנו רשימה, ייתכן שנרצה להוסיף אליה ערכים באמצעות append או לשנות את הערכים השמורים בה. לכן פייתון צריך לדאוג שיהיו לרשימה מצביעים שמאפשרים להוסיף איברים ולערוך איברים קיימים – יש לכך עלות מסויימת בזיכרון. לעומת זאת, tuple הוא טיפוס שלא ניתן להוסיף לו ערכים וגם לא לשנות ערכים קיימים, לכן פייתון מקצה בדיוק את כמות המקומות שהגדרנו. כלומר, אם אנחנו יודעים שאנחנו לא מתכוונים להוסיף איברים, הטיפוס tuple הוא חסכוני יותר במיקום בזיכרון. כאשר אנחנו מחזירים ערכים מפונקציה, אנחנו יודעים כמה ערכים החזרנו, לכן השימוש ב-tuple הוא מתבקש.

## סיכום

בפרק זה למדנו אודות שני טיפוסים משתנים שימושיים – list ו-tuple. סקרנו מתודות ופונקציות שימושיות של list: בדיקה אם איבר נמצא ברשימה, הוספת והוצאת איבר, מיון רגיל, מיון לפי מפתח מיוחד. ראינו כיצד בעזרת split ו-join אפשר להמיר מחרוזת לרשימה ולהיפך, דבר שימושי כשנרצה לנתח טקסט ולעבד בו מילים בודדות.

במהלך הפרק התוודענו למושגים mutable ו-immutable. ראינו שרשימה היא משתנה mutable – ניתן לשינוי – בעוד מחרוזת היא immutable. לסיום ראינו כיצד tuple משמש להחזרת ערכים מרובים מפונקציה.

## פרק 7 – כתיבת קוד נכונה

עד כה למדנו לכתוב קוד פייתון בסיסי, אך עשינו זאת בלי הקפדה רבה על איכות הקוד שאנחנו כותבים. מדוע חשוב לכתוב קוד פייתון "נכון"? הרי אנחנו יודעים למה אנחנו התכוונו כאשר כתבנו את התוכנית...? הבעיה היא שבעולם ה"אמיתי" סביר מאוד שהקוד שכתבנו יהיה רק חלק מתוך מערכת גדולה יותר, שנכתבת על ידי צוות מתכנתים, מחלקת מתכנתים או אפילו קהילה של מתכנתים. כאשר אנשים אחרים יקראו את הקוד שכתבנו, הוא צריך להיות קריא מספיק על מנת שיהיה להם קל להשתמש בו. בנוסף, שמירה על כללי כתיבת קוד איכותי תסייע לנו למנוע כתיבה של שגיאות, ובייחוד שגיאות שיהיה לנו קשה במיוחד לאתר ולתקן. כמו כן, כתיבת קוד איכותי תסייע לנו במהלך כתיבת הקוד ותמנע שכפול של פעולות קיימות, ובכך תחסוך לנו זמן יקר.

מה בכלל קוד איכותי? בפרק זה נתמקד בכמה כללים:

- א. הקוד צריך לעבוד. כלומר, אם קוד נכתב במטרה לבצע פעולה מסויימת, עליו לבצע אותה בצורה נכונה. לדוגמה, אם נכתוב משחק מחשב קטן, המשחק צריך לרוץ באופן חלק בלי להיתקע.
- ב. הקוד צריך להתחשב במקרי קצה, כולל במצב שבו הקלט אינו תואם את הציפיות של המתכנת, ועל הקוד לא לקרוס כתוצאה מכך. לדוגמה, כתבנו פונקציה שמחשבת את השורש של מספר כלשהו שהמשתמש מקליד. המשתמש הקליד מספר שלילי. הפונקציה צריכה לא לקרוס. גם אם המשתמש הכניס ערך שאינו מספר, הפונקציה צריכה לא לקרוס.
- ג. הקוד צריך להכתב עם חלוקה נכונה לפונקציות. כל פונקציה צריכה לטפל במשימה אחת ולעשות את מה שהיא אמורה לעשות ורק את מה שהיא אמורה לעשות. למה זה בכלל משנה? הרי אם הקוד עובד, אז הוא עובד? ראשית, בתוכניות גדולות חלוקה נכונה לפונקציות יכולה לחסוך זמן פיתוח רב. נאמר שפיתחנו תוכנה מורכבת ולא עשינו חלוקה לפונקציות. כאמור, אנחנו עובדים בצוות של מתכנתים. סביר שמתכנת שעובד איתנו יצטרך לקרוא ולהכיר את הקוד שלנו, וכתיבת כל הקוד בבלוק אחד תקשה עליו למדי. בנוסף, דרישות התוכנה משתנות לעיתים קרובות. כאשר נרצה להוסיף לתוכנה קטע קוד, או לשנות מעט את האופן הפעולה שלה, לרוב נגלה שהשינוי הקטן משפיע על קטעי קוד נוספים. לו היינו מתכנתים מראש עם חלוקה לפונקציות, סביר שהיינו צריכים לבצע שינוי רק בפונקציות בודדות.
- ד. הקוד צריך לכלול שמות משמעותיים לפונקציות ומשתנים. לדוגמה, L12 אינו שם טוב למשתנה – למי שקורא אותו אין מושג מה הוא שומר בתוכו. לעומת זאת, salary (משכורת) הוא משתנה יותר ברור. הדבר תקף גם לגבי פונקציות. לפונקציה שמבצעת בדיקה אם קלט תקין אפשר לקרוא stam, או g1, שמות שמי שקורא אותם אינו מבין מהם מה הפונקציה מבצעת, או פשוט check\_valid\_input. מה יותר קריא?

ה. הקוד צריך להיות מתועד. כלומר, יש לכתוב docstring בתחילת כל פונקציה ויש להוסיף תיעוד שמסביר מה עשינו, אך יש להמנע מתיעוד יתר, שרק מציין את המובן מאליו ואינו מוסיף מידע חשוב לקורא. דוגמה לתיעוד יתר כזה:

```
print(my_str)    # print the contents of my_str
```

באופן כללי, תיעוד צריך להסביר למה הקוד נראה כפי שהוא נראה, ולא איך או מה הקוד מבצע.

ו. הקוד צריך לתאום לקונבנציות, או בעברית "מוסכמות". כאן הסיבה היא פשוט נוחות של מי שמנסה לקרוא את הקוד שלכם. לדוגמה, שמות של קבועים ייכתבו באותיות גדולות. כך, אם נקרא קוד של מישהו ונמצא שם אותיות גדולות, קיבלנו מידע חשוב בלי מאמץ.

את הפרק הזה נקדיש לנושא כתיבת קוד נכונה. נחלק את הלימוד לתתי הנושאים הבאים:

- כתיבת קוד פייתון לפי קונבנציית PEP8
- חלוקה נכונה של קוד לפונקציות
- בדיקת תקינות קוד ומקרי קצה באמצעות assert

## PEP8

אוסף כללי כתיבה נפוץ של קוד פייתון נקרא PEP8. מן הסתם לא נעבור כאן על כל הכללים – מדריך קצר מאת עומר רוזנבוים ושי סדובסקי נותן מושג לגבי עיקר הכללים: <http://data.cyber.org.il/networks/PEP8.pdf>

נתעכב על השימוש ב-PyCharm על מנת לאתר טעויות PEP8 (כלומר, קוד שלא עומד בקונבנציות שהוגדרו לפי PEP8) ולתקן אותן. שימו לב לקטע הקוד הבא:

```
1 x = [1, 2, 3]
2 if x[0]==1:
3     print('Yes')
4 if (x[1] == 2):
5     print('Yes')
```

ניתן לראות שהריבוע בצד ימין למעלה הינו בצבע צהבהב, לא ירוק אבל גם לא אדום. הדבר מראה לנו שהקוד ירוץ בצורה תקינה, אבל יש בו טעויות PEP8. קל למצוא את הטעויות – האם אתם מבחינים בשני הקווים הצהבהבים שמתחת לריבוע? נעמוד על אחד מהם:

```

1 x = [1, 2, 3]
2 if PEP 8: missing whitespace around operator
3   print('Yes')
4 if (x[1] == 2):
5   print('Yes')
6

```

נכתב לנו שיש בעיית PEP8, וקליק שמאלי מעביר אותנו לשורה הנכונה. במקרה זה, פירוט הבעיה הוא שחסרים רווחים לפני ואחרי סימן ה-'=='.  
 ייתכן ששמתם לב גם לסימן הנורה הצהובה שדולקת לצד שורת הקוד הבעייתית. לחיצה שמאלית עליה תפתח לנו תפריט, ואם נבחר באפשרות Reformat file הבעיה תתוקן לבד!

אפשרות נוספת לגלות בעיות PEP8 בקוד היא באמצעות סימן אפור דק מתחת לתווים הבעייתיים. דבר זה מסייע לנו להמנע מבעיות כבר בשלב הכתיבה.

**תרגיל**



העתיקו את התוכנית הבאה אשר יש בה שתי בעיות PEP8, והשתמשו ב-PyCharm כדי למצוא ולתקן את השגיאות.

```

x = [1, 2, 3]
if x[0]==1:
    print('Yes')
if (x[1] == 2):
    print('Yes')

```

לסיכום נושא ה-PEP8, נתמקד במספר דברים שחשוב שתשימו לב אליהם.



א. תיעוד: כל פונקציה שאתם כותבים צריכה להכיל docstring, כפי שראינו בתחילת הפרק אודות פונקציות. מומלץ לחזור על הדוגמאות שמסבירות כיצד לכתוב docstring.

ב. שימוש בקבועים: אחת הטעויות הנפוצות של מתכנתים מתחילים היא שימוש ב"מספרי קסם". לדוגמה, קוד שמדפיס 10 פעמים Hello, ייכתב בדרך (הלא מומלצת) הבאה:

```
for i in range(10):
    print('Hello')
```

יש בצורת הכתיבה הזו שתי בעיות. ראשית, לא ברור מה מציין המספר 10 (אפשר להבין זאת מקריאת הקוד, אבל בקוד מורכב יותר זה ייקח זמן). שנית, אם נרצה שהתוכנית שלנו תדפיס 11 פעמים ולא 10, עלינו לחפש בקוד את המספר 10 ולשנות אותו ל-11. נאמר שהמספר 10 חוזר על עצמו מספר פעמים בקוד – מכיוון שאנחנו רוצים להדפיס כמה דברים שונים, וכל אחד מהם – עשר פעמים. במקרה כזה נצטרך לשנות את המספר 10 שוב ושוב. עם זאת, יכול להיות שבחלק מהמקרים המספר 10 יתייחס למקרה אחר – למשל כמות הפעמים שאנחנו רוצים לקרוא מידע מהמשתמש, ויכול להיות שדווקא שם נרצה לשמור על המספר 10 כשלעצמו. ככל שהתוכניות שלנו יהיו מורכבות יותר, כך הזמן שנצטרך להקדיש לזה יגדל.

האפשרות הטובה יותר היא שימוש בקבועים. לדוגמה:

```
TIMES_TO_PRINT = 10
```

```
for i in range(TIMES_TO_PRINT):
    print('Hello')
```

הגדרנו בתחילת התוכנית קבוע (שימו לב לאותיות הגדולות!), שרק מקריאת השם שלו אנחנו כבר יודעים מה הוא עושה. כעת אם נרצה להדפיס מספר שונה של פעמים, כל שנצטרך לעשות הוא לשנות את הקבוע, סיימנו.

שימו לב שפייתון לא מוודא עבורנו שהקבוע שלנו לא ישתנה. כלומר, עדיין ניתן לבצע שינוי לערך הקבוע שלנו:

```
TIMES_TO_PRINT = 5
```

במקרה זה, הקובבנציה אמורה לשמור עלינו מפני עצמנו – המתכנתים. אנו מציינים את שם הקבוע באותיות גדולות כדי לזכור שהוא קבוע – ולא לשנות אותו בקוד שלנו.

ג. לא לדרוס שמות מובנים בפיתון: לפיתון יש שמות מובנים – built-in names – שהפרשן שלו מכיר גם בלי שהגדרנו אותם. נניח שאנחנו מעוניינים לקלוט מהמשתמש מספר שמייצג אורך של משהו. לדוגמה, אורך של ספר בעמודים, או אורך של משחק כדורסל בדקות. מאוד מפתה להגדיר את המשתנה בשם len – קיצור של length. הבעיה היא שהשם 'len' הוא שם מובנה בפיתון, כלומר יש לפיתון כבר פונקציה שנקראת len והיא יודעת להחזיר אורך של פרמטרים שהיא מקבלת. מה יקרה אם נדרוס אותה? כלום, פרט לכך שיותר לא נוכל להשתמש בה... לא לתמיד, אבל כל עוד הסקריפט שלנו רץ.

```
len = input('Please enter length')
```

Shadows built-in name 'len' more... (Ctrl+F1)

## חלוקת קוד לפונקציות

כאשר נכתוב קוד, נחשוב איך אפשר לחלק את הקוד לפונקציות שעושות דברים מוגדרים. בקוד איכותי, כל פונקציה תעשה בדיוק את מה שהיא צריכה לעשות – לא פחות ולא יותר. זיכרו – מטרתנו אינה לכתוב את הקוד הכי קצר או הכי יעיל, אלא קוד שעובד ללא תקלות, ברור לקריאה וניתן בקלות להתאמה למשימות אחרות. מדוע זו מטרתנו? משום שלמעט מקרים נדירים, בהן המערכת שלנו רצה במגבלות משאבים, הרבה יותר סביר שיש לנו משאבי מחשב רבים אך מאידך אנחנו מוגבלים בכמות הזמן שיש לנו לטובת כתיבת קוד, או שהמחיר של באג במערכת הוא גבוה מאוד, או שאנחנו נדרשים לכתוב קוד בצורה שצוות או קהילת מתכנתים יוכלו להבין ולהשתמש בו. מכל הסיבות האלה, קוד איכותי הוא קוד שאין בו באגים, שהוא קל להבנה ושאפשר בקלות להשתמש בו למשימות נוספות.

הבה ניקח משימה פשוטה יחסית ונדגים עליה צורות שונות של כתיבת קוד. בתור משימה ניקח את הבעיה הבאה: ברצוננו לקבל מהמשתמש רשימה של מספרים, ולבדוק אם היא מקיימת חוקיות מסויימת. לדוגמה, שכל מספר הוא ממוצע שני המספרים שצמודים לו. הרשימה -

1, 3, 5, 7

היא רשימה בה כל מספר הוא ממוצע שני המספרים שצמודים לו (נכון, רשימה זו היא בהכרח סדרה חשבונית, אך יכולנו לבחור כל חוקיות אחרת, ולכן נציג את הפתרון הכללי לבעיה התכנותית). נניח שהמשתמש מכניס רשימת מספרים, וכאשר הוא מעוניין לסיים את הכנסת הרשימה הוא מכניס 'STOP' בתור קלט. לדוגמה:

1

3

5

7

STOP

התוכנית שלנו צריכה לטפל בקלט המספרים ולבדוק אם החוקיות מתקיימת. כלומר אם 3 הוא ממוצע של 1 ו-5, ואם 5 הוא ממוצע של 3 ו-7. את האיבר הראשון והאחרון אין צורך לבדוק, מן הסתם.

## פתרון מודרך

הדרך הראשונה לפתור את התרגיל היא פשוט לקלוט את המספרים אחד אחרי השני, ובכל מספר שנקלט לבדוק אם מתקיים התנאי שהמספר האמצעי מקיים את התנאי שהוגדר (במקרה זה, ממוצע המספר שלפניו והמספר שאחריו). כמובן שאת שני המספרים הראשונים נקלוט ללא בדיקה – אי אפשר לבדוק אם התנאי מתקיים עליהם לפני שקלטנו את המספר השלישי. הקוד הבא מבצע את המשימה, אך המשיכו הלאה להסבר ורק אחר כך קיראו את הקוד:

```
index = 0
before = 0
middle = 0
ok = True
while True:
    user_input = input('Enter num, STOP to quit ')
    if user_input == 'STOP':
        break
    else:
        user_input = int(user_input)
        if index == 0:
            before = user_input
        elif index == 1:
            middle = user_input
        else:
            avg = float(before + user_input)/2
            if middle != avg:
                ok = False
                break
            before = middle
            middle = user_input
        index += 1
if ok:
    print('List is good')
else:
    print('List is not good')
```

הפתרון הנ"ל מבצע את המשימה, והוא גם יעיל למדי – כל מספר נבדק פעם אחת בלבד, ואם מתברר שהתנאי לא מתקיים אז יתר המספרים כלל לא נקלטים. אם כך, האם זהו קוד טוב? כלל וכלל לא. נפרט מדוע זה אינו קוד טוב ולא מומלץ כלל לקחת ממנו דוגמה.

ראשית, ספר הלימוד בכוונה אינו מסביר כיצד עובד הקוד. נסו להבין בעצמכם איך הקוד מבצע את המשימה שהוא אמור לבצע. דמיינו שאתם מתכנתים בצוות וחברכם לצוות השאיר לכם את הקוד הזה ויצא לחופשה. לבטח תצליחו להבין את הקוד, אבל המשימה צפויה לגזול ממכם זמן רב יחסית לקוד לא ארוך. שנית, אחת הסיבות המרכזיות שהקוד הזה קשה לקריאה (וגם לכתיבה ולדיבוג!) הוא כמות התנאים שנמצאים בתוך תנאים. שימו לב לכך שיש שתי שורות שנמצאות בתוך לא פחות מ-5 רמות אינדנטציה. רמה אחת של פונקציה, רמה אחת של לולאה ו-3 רמות של תנאים. לא קל בכלל לעקוב אחרי תוכנית שיש בה תנאים בתוך תנאים בתוך תנאים, והדבר מתבטא גם בזמן שלוקח לדבג את הקוד. במילים אחרות, אם יש לכם באג בקוד שנראה כך, צפו לערב ארוך מול המחשב...

ננסה לשפר את הקוד שלנו. בניסיון השני, נפשט את הקוד שלנו באמצעות הפרדה בין המשימות בקוד. בעוד שבקוד של הניסיון הראשון פעולת קליטת המספרים היתה משולבת בפעולת הבדיקה, בניסיון השני נפריד את קטעי הקוד – יהיה לנו קטע קוד שאחראי לקליטת כל המספרים וקטע קוד אחר שאחראי לבדוק אם התנאי מתקיים על סדרת המספרים. נכון, אפשר לטעון שהקוד הקודם ביצע את המשימה בצורה יותר מהירה, אבל כזכור המטרה שלנו אינה להאיץ את מהירות הריצה של הקוד אלא לצמצם את כמות הזמן שלוקח לכתוב, לדבג ולתחזק את הקוד. שימו לב כיצד עצם החלוקה למשימות שונות מורידה את כמות התנאים בתוך תנאים. יש לנו כרגע לכל היותר 3 רמות אינדנטציה, במקום 5:

```
nums_list = []
while True:
    user_input = input('Enter num, STOP to quit ')
    if user_input == 'STOP':
        break
    else:
        nums_list.append(int(user_input))
ok = True

for index in range(1, len(nums_list)-1):
    avg = float(nums_list[index-1] + nums_list[index+1])/2
```

```

if nums_list[index] != avg:
    ok = False
    break

if ok:
    print('List is good')
else:
    print('List is not good')

```

נחמד. ועדיין זה אינו קוד מוצלח. מדוע? ראשית, הקוד אינו מתועד. בתוך הקוד אין הסברים לדרך שבה הקוד פותר את הבעיה. אמנם, בדיקה אם מספר מקיים תנאי של להיות ממוצע של שני מספרים היא בדיקה מאוד פשוטה ואפשר להבין מתוך הקוד מה מתבצע, אולם ככל שנרצה לבצע משימות מסובכות יותר כך יותר ייחסר לנו תיעוד. שנית, קשה להשתמש בקוד הזה למשימות אחרות. נסביר: נניח שחבר שעובד איתנו נתקל גם הוא בבעיה בה הוא צריך לעבור על רשימת מספרים ולבדוק אם מתקיימת החוקיות הנ"ל. לחברנו לעבודה כבר יש תוכנית אחרת שדואגת לקליטת המספרים, כך שלא מתאים לו להעתיק את כל התוכנית שלנו. מה שהחבר יצטרך לבצע הוא להעתיק חלק מקטע הקוד שלנו ולהתאים את שמות המשתנים לשמות בתוכנית שלו. מסובך! בשביל זה יש פונקציות. שלישית, האם אתם מזהים אפשרות כלשהי שהקוד שלנו יקרוס תוך כדי ריצה? מה לדעתכם יקרה אם המשתמש לא נענה להוראות שלנו והזין ערכים שאינם ספרות? בשורה 7, מתבצעת המרה של קלט המשתמש ממחרזת ל-int. אם המחרוזת אינה ברת המרה ל-int (לדוגמה, נסו להמיר את 'table' ל-int...) אז הקוד יקרוס תוך כדי ריצה. אנחנו צריכים להבטיח שהקוד שלנו לא יקרוס גם אם המשתמש מאתגר אותו.

לסיכום, אנחנו צריכים להכניס 3 שיפורים בקוד:

- תיעוד
- הוספת פונקציות שיבצעו קטעי קוד חשובים
- בדיקה שקלט המשתמש תקין ולא תיגרם בשום אופן קריסה תוך כדי ריצה

להלן הגרסה השלישית של הקוד, שמטפלת בשיפורים הנדרשים. שימו לב, ברור שהקוד יהיה ארוך יותר, אך בואו נראה אם כעת קל יותר להבין מה הקוד עושה. כיצד לקרוא את הקוד ולהבין אותו במינימום זמן? מומלץ להתחיל מפונקציית ה-main ולנסות להבין מה היא עושה. כדי להבין זאת, תוכלו להעזר בשמות הפונקציות – לעיתים אפשר להבין מה פונקציה עושה בלי לקרוא אותה כלל. לאחר מכן התקדמו אל הפונקציות, קיראו קודם כל את ה-docstring שלהן ורק לאחר מכן את הפונקציות עצמן. השוו בין כמות הזמן שלוקחת לכם הקריאה כעת לעומת הגרסאות הקודמות. מה יותר מהיר?

```
# The program receives numbers from the user and checks if
# each number is the average of the prior and next numbers
```

```
END_INPUT = 'STOP'
MIN_LIST_LENGTH = 3
```

```
def list_is_nums(input_list):
    """ Check if all the elements of a list are nums
    (int or float)
    Args:
        input_list - the list to be checked
    Return value:
        True / False
    """
    for element in input_list:
        if not element.isdigit():
            return False
    return True

def list_is_average(input_list):
    """ Check if a list meets the condition that each element
    is the average of the adjacent elements, like: 1, 3, 5, 7
    Agra:
        input_list - the list to be tested
    Return value:
        True / False
    """
    nums = input_list
    for index in range(1, len(nums) - 1):
        avg = (nums[index-1] + nums[index+1])/2
        if nums[index] != avg:
            return False
    return True

def main():
    input_list = []
    while True:
```

```

user_input = input('Enter num, {} to quit '.
                    format(END_INPUT))
if user_input == END_INPUT:
    break
else:
    input_list.append(user_input)
if len(input_list) >= MIN_LIST_LENGTH and \
    list_is_nums(input_list):
    if list_is_average(input_list):
        print('List is good')
    else:
        print('List is not good')

if __name__ == '__main__':
    main()

```

דבר נוסף שהרווחנו מכתובת הקוד באופן הזה, הוא שנוכל להשתמש בפונקציות גם בתוכניות אחרות. זאת משום שהפונקציות לא עושות שימוש במשתנים גלובליים – כל מה שהן צריכות מועבר להן בתור פרמטרים. התיעוד המפורט עוזר לנו להבין כיצד לקרוא לכל פונקציה כדי להשתמש בה. דבר זה יחסוך לנו גם זמן כתיבה בעתיד.

כיצד נכון לבצע חלוקה לפונקציות? להלן כמה דגשים:

א. הקפידו על כך שפונקציית ה-main היא "מנהלת העבודה" שלכם. כלומר, כל ניהול הזרימה של התוכנה מתבצע על ידי main ולא על ידי פונקציה אחרת. אל תיצרו פונקציית main שרוב מה שהיא עושה הוא לקרוא לפונקציה אחרת שמבצעת את מרבית העבודה במקומה.

ב. מהם הדברים הייחודיים לפונקציית main? רק הפונקציה main עוסקת בקלט-פלט ורק הפונקציה main מדפיסה דברים למשתמש.

ג. הקפידו על כך שכל הפונקציות האחרות מבצעות משימה מוגדרת ספציפית. כל פונקציה מבצעת משימה אחת.

ד. קראו לפונקציות שלכם בשמות משמעותיים, שמעידים על מה הן עושות.

ה. אם לפי התיעוד שנתתם לפונקציה היא אמורה לעשות משימה מסוימת, אל תתנו לה משימות נוספות. כיתבו פונקציה אחרת אם יש לכם עבודה נוספת.

1. צרו פונקציות שיש להן ערך מוסף כלשהו. מתכנתים מתחילים נוטים לעיתים לכתוב פונקציה שכל מה שהיא מבצעת הינו קריאה לפונקציה אחרת. אין בכך טעם.

## assert

מה דעתכם, האם יש עוד מה לשפר בגרסה האחרונה של הקוד? נשאל את עצמנו – איך אנחנו יודעים שהפונקציות שכתבנו אכן עובדות? כלומר, יכול להיות שהן עובדות ברוב במקרים, אך במקרי קצה הן קורסות. דמיינו פונקציה שמבצעת חילוק – יכול להיות שהיא עובדת כמעט תמיד, אך קורסת אם המכנה הוא אפס...

בנוסף, יכול להיות מצב בו הפונקציה שלנו עובדת, גם במקרי קצה, אך ביצענו בה שיפור. השיפור גורם לכך שבמקרי קצה הפונקציה שלנו כבר לא עובדת היטב, או קורסת.

נרצה למצוא דרך להריץ בקלות בדיקות על פונקציה, בין שאנחנו כתבנו אותה ובין שאנחנו משתמשים בפונקציה שמישהו אחר כתב. הבדיקות יאפשרו לנו לגלות גם אם הפונקציה רצה באופן תקין וגם אם גרמנו לבעיה בעקבות שינוי שעשינו בקוד. ישנן מספר דרכים לבדוק את הקוד שלנו, ואנו נכיר את הדרך הפשוטה ביותר – `assert`.

כדי להשתמש ב-`assert`, כותבים `assert`, לאחר מכן ביטוי כלשהו, שיכול להיות `True` או `False`. במקרה שלנו נכתוב שם של פונקציה, לאחר מכן סוגריים עם קלט לפונקציה, ולאחר מכן את הפלט הצפוי מהפונקציה עבור הקלט הנ"ל. ניקח לדוגמה את הפונקציה `list_is_average`, אשר מקבלת רשימה ובודקת אם כל איבר בה הוא ממוצע של המספר שלפניו ואחריו. אם כן, הפונקציה מחזירה `True`, אחרת `False`. נוסיף לתוכנית שלנו `assert` מיד בתחילת ה-`main`, שיבדקו גם מצבים בהם הפונקציה צריכה להחזיר `True` וגם מצבים בהם הפונקציה צריכה להחזיר `False`:

```
def main():
    assert (list_is_average([1, 2, 3, 4])) is True
    assert (list_is_average([1, 1.5, 2, 2.5, 3])) is True
    assert (list_is_average([1, 2, 4])) is False
```

החלק המעניין ב-`assert` הוא להכניס קלטים מיוחדים, על מנת לבדוק מקרי קצה. נתמקד כעת בפונקציה `list_is_nums`.



א. כיתבו `Assert` עבור הפונקציה הזו. אחד שיחזיר ערך `True` ואחר שיחזיר ערך `False`.

ב. האם אתם יכולים לחשוב על ערך כלשהו שעלול להחזיר תוצאה בלתי צפויה? התשובה בסעיף הבא.

ג. מה יקרה אם הפונקציה `list_is_nums` תקבל רשימה ריקה? בידקו זאת.

במקרה של רשימה ריקה נרצה לוודא שיוחזר לנו `False`, לא כך? נבדוק:

```
assert list_is_nums([]) is False
```

בשלב הרצת התוכנית נקבל את הפלט הבא:

```
Traceback (most recent call last):
  assert list_is_nums([]) is False
AssertionError
```

מה קרה כאן? קיבלנו `AssertionError`. שגיאה שאומרת כך – "ביקשתם שנודיע אם הפונקציה הנבדקת מחזירה ערך שונה מהערך שציפיתם לו, ואכן זה מה שקרה". זאת מכיוון שהפונקציה `list_is_nums` מחזירה `True` אם היא מקבלת רשימה ריקה. אכן, היה עוד מה לשפר בתוכנית שלנו, וגילינו זאת באמצעות ה-`assert`. כדי לתקן זאת, נצטרך להוסיף לפונקציה `list_is_nums` בדיקה האם הפונקציה קיבלה רשימה ריקה.

מספר דגשים:

- הפונקציה `list_is_average` לא כוללת `assert` עם רשימה ריקה. זאת מכיוון שאם הגענו לפונקציה הזו, זה אומר שעברנו כבר את הבדיקה שאורך הרשימה גדול מ-`MIN` (קבוע שערכו 3). צריך להוסיף לתיעוד של `list_is_average` שהיא מקבלת רשימה שאורכה 3 לכל הפחות, כדי שמי שישתמש בה בעתיד – אולי בתוכנית אחרת – יידע זאת.

- הפונקציות שלנו לא כוללות הדפסות. זאת מכיוון שאי אפשר לבדוק הדפסות בעזרת `assert`, שבדוק רק ערכים שהפונקציה מחזירה. לכן, הדרך המקובלת היא שהפונקציה מחזירה ערך, והקוד שקרא לה מדפיס מה שצריך לפי הערך שהוחזר. בדיוק כמו בדוגמה, בה הפונקציה `list_is_average` החזירה רק `True / False` וההדפסה בוצעה בשורות הקוד שאחרי הקריאה לפונקציה.

זהו! סיימנו את הדיון במשימה שהוצגה בתחילת הפרק. עברנו ארבע גרסאות קוד שונות והגענו לקוד אליו שאפנו – עובד, נוח לקריאה ובדוק.

עד כה ראינו שימוש ב-`assert` לבדיקת פונקציות שמחזירות רק `True` או `False`. כמובן שאפשר להשתמש ב-`assert` לבדיקת כל פונקציה. לשם המחשה, נגדיר פונקציה פשוטה שמבצעת חלוקה בין שני מספרים. חשוב לציין שזו פרטיקה תכנותית לא טובה לכתוב פונקציה שמבצעת דבר מה שפשוט עוטף פונקציה קיימת של פייתון, אולם במקרה זה אנחנו רוצים להמחיש נקודה מסויימת:

```
def my_div(num1, num2):
    """ Return the division of num1 by num2 """
    return num1/num2
```

בתור התחלה נבדוק שהפונקציה שלנו עובדת היטב במקרים ה"רגילים":

```
def main():
    assert my_div(6, 4) == 1.5
    assert my_div(6, 1) == 6, 'Not the expected result'
```

פעולת ה-assert הראשונה בודקת אם התוצאה היא כצפוי. פעולת ה-assert השניה כוללת דבר נוסף – הודעת שגיאה שתודפס במקרה שהערך שיתקבל לא יהיה שווה לערך הצפוי. במקרה זה יודפס 'Not the expected result', אך כמובן שאפשר להדפיס כל הודעה. מומלץ כמובן שההודעה תכלול מידע אודות השגיאה, כך שמי שמריץ יוכל בקלות לדבג ולמצוא את מקור הבעיה.

כעת תורכם – אילו עוד פעולות assert כדאי לעשות על my\_div? נסו לחשוב על מקרי קצה.

ובכן, הדבר הראשון שמומלץ לבדוק בחלוקה היא התמודדות עם חלוקה באפס. אם הפונקציה קורסת זו בעיה, והיינו רוצים שבמקרה של חלוקה באפס תוחזר לנו הודעת שגיאה כגון 'Can not divide by zero'.

בנוסף, מה יקרה אם נעביר ל-my\_div ערכים שאינם מספרים? גם כאן, היינו רוצים לקבל בחזרה מהפונקציה הודעה כגון 'Parameters are not numbers'. באופן זה מי שקורא לפונקציה עם ערכים לא נכונים לא יגרום לריסוק התוכנית. במקרים כאלה אנחנו נבצע Assert בלי ערך חזרה צפוי, רק לוודא שהפונקציה לא קורסת תוך כדי ריצה:

```
assert my_div(6, 0)
assert my_div('hi', 2)
```

## תרגיל מסכם – DeJa Vu (קרדיט: עומר רוזנבוים, שי סדובסקי)



כיתבו תוכנית שקולטת מהמשתמש מספר בעל 5 ספרות ומדפיסה:

- את המספר עצמו
- את ספרות המספר, כל ספרה בנפרד, מופרדת על ידי פסיק (אך לא לאחר הספרה האחרונה)
- את סכום הספרות של המספר

רגע, מה זה? ראיתי כבר את התרגיל הזה! יש לי דז'ה וו...

נכון מאוד 😊 רק שהפעם, לא ניתן להניח שהמשתמש העביר קלט תקין של 5 ספרות. במקרה שבו המשתמש הכניס קלט לא תקין, נבקש מהמשתמש להכניס שוב קלט – עד שנקבל קלט חוקי. לדוגמה:

Please insert a 5 digit number:

Hello!

Please insert a 5 digit number:

24601

You entered the number: 24601

The digits of the number are: 2, 4, 6, 0, 1



*Déjà vu happens when the code of the matrix is altered.*

לתוכנית שלכם אסור לקרוס בשום אופן. הקפידו על כל הדברים שלמדנו בפרק זה – חלוקה נכונה של הקוד לפונקציות, שימוש ב-PEP8, תיעוד ובדיקת פונקציות על ידי assertים.

## סיכום

פרק זה התמקד בשדרוג יכולות התכנות שלנו. התחלנו מנושא שנראה טכני למדי במבט ראשון – שמירה על קונבנציות לפי PEP8 – אבל ראינו את החשיבות של נושא זה לכתיבת קוד קריא, שמתכנתים אחרים יכולים להבין בקלות ולעשות בו שימוש.

לאחר מכן התמודדנו עם אחד המחסומים המרכזיים שעומדים בפני מתכנתים מתחילים: כתיבת תוכנית שלא רק מבצעת את מה שהיא צריכה לבצע, אלא גם מחולקת למשימות שמבוצעות כל אחת על ידי פונקציה אחרת. כתיבת קוד בדרך זו היא הדרך הארוכה אבל המהירה. הקוד שלנו גם יותר קל לדיבוג וגם יותר קל לשימוש חוזר.

לבסוף ראינו איך `assert` עוזר לנו לבדוק שהקוד שלנו תקין ועובד היטב. למדנו שכאשר כותבים פונקציה, צריך לחשוב על כל מקרי הקצה ולבדוק אותם באמצעות קריאה מהתוכנית הראשית.

## פרק 8 – קבצים ופרמטרים לסקריפטים

בפרק זה נלמד שני נושאים שימושיים ביותר עבור כתיבת תוכניות פייתון. הראשון, שימוש בקבצים – נראה איך פותחים קובץ לקריאה ולכתיבה. השני, העברת פרמטרים לסקריפטים – כלומר היכולת להריץ סקריפט עם מידע שיגרום לסקריפט לרוץ בצורה מוגדרת, מבלי לבקש מהמשתמש להזין ערך כלשהו תוך כדי ריצת הסקריפט. בתור תרגיל מסכם נשלב את שני הדברים יחד – נריץ סקריפט שמקבל כפרמטר שמות של קבצים ופועל עליהם.

### פתיחת קובץ

בפייתון ישנה פונקציה מובנית בשם `open`, אשר מקבלת בתור פרמטר שם של קובץ. שם הקובץ צריך להיות מחרוזת, כאשר מומלץ לשים לפנייה את הסימן `r`, שכפי שלמדנו מסמן מחרוזת `raw`, כך ששם הקובץ יוזן כמו שהוא ולא תבוצע המרה לתווים מיוחדים. חייבים להעביר לפונקציה גם את אופן פתיחת הקובץ, לדוגמה אנחנו יכולים לפתוח קובץ לקריאה או לפתוח קובץ לכתיבה. אופן הפתיחה נקרא `mode`. נסקור חלק מה-`mode` השונים (תיאור מלא נמצא ב-<https://docs.python.org/2/tutorial/inputoutput.html> בסעיף 7.2):

- לכתיבה של טקסט נשתמש ב-`w`, קיצור של `write`
- לקריאה של טקסט נשתמש ב-`r`, קיצור של `read`
- אם נרצה לכתוב מידע לקובץ בלי לדרוס את המידע הקיים, נשתמש ב-`a`, קיצור של `append`. אם לא נפתח כך את הקובץ, אלא נשתמש ב-`w`, כל כתיבה שנכתוב לקובץ תתחיל מתחילת הקובץ – ולמעשה התוכן של הקובץ יימחק בכל פעם שנרצה לכתוב אליו.

לא כל הקבצים הם קבצי טקסט. לדוגמה, תמונות נשמרות בפורמט בינארי. אם נפתח תמונה באמצעות כתבן לא נוכל לקרוא את התוכן שלה. כדי לטפל בקבצים בינאריים יש צורות מיוחדות של קריאה וכתיבה:

- לכתיבה של מידע בינארי נשתמש ב-`wb`, קיצור של `write binary`
- לקריאה של מידע בינארי נשתמש ב-`rb`, קיצור של `read binary`

דוגמה לשימוש ב-`open` לפתיחה של קובץ טקסט:

הורידו את הקובץ [https://data.cyber.org.il/python/dear\\_prudence.txt](https://data.cyber.org.il/python/dear_prudence.txt) ושימרו אותו בתיקיה `c:\networks\work`. כעת הזינו את הפקודה הבאה:

```
input_file = open(r'c:\networks\work\dear_prudence.txt', 'r')
```

מהו סוג האובייקט שמחזירה הפונקציה `open`? על מנת לגלות, נוכל להשתמש בפונקציה `type` המוכרת לנו. נסו לכתוב `type(input_file)` – מה קיבלתם?

## קריאה מקובץ

המתודה `read` פועלת על אובייקטים מסוג `file`. בתור ברירת מחדל, המתודה קוראת את כל הקובץ ושומרת אותו בתור מחרוזת בתוך משתנה שהוגדר על ידי המתכנת. לדוגמה:

```
lyrics = input_file.read()
print(lyrics)
```

תוצאת פקודת ההדפסה:

```
"Dear Prudence" / The Beatles
```

```
Dear Prudence, won't you come out to play?
Dear Prudence, greet the brand new day
The sun is up, the sky is blue
It's beautiful and so are you
Dear Prudence, won't you come out to play?
```

קל ופשוט. החסרון של שיטה זו היא שכל הקובץ נקרא בבת אחת לתוך המשתנה שהגדרנו. אם הקובץ גדול מאוד – זה בעייתי, כיוון שייגרם עומס גדול על הזיכרון וכתוצאה מכך הקריאה מהקובץ תהיה איטית. לכן מומלץ להשתמש בשיטה קצת שונה כדי לקרוא קובץ, שורה אחר שורה.

אפשרות אחרת היא להשתמש במתודה `readline`, שכפי שמרמז השם שלה קוראת שורה אחר שורה. לדוגמה:

```
lyrics = input_file.readline()
```

מה יקרה אם הגענו לסוף הקובץ? במקרה זה הערך שנקבל מ-`readline` יהיה "", כלומר מחרוזת ריקה. דוגמה לקטע קוד קצר שמדפיס את הקובץ שורה אחר שורה:

```

lyrics = None
while lyrics != '':
    lyrics = input_file.readline()
    print(lyrics, end="")

```

שימו לב לכך שבסוף השורה האחרונה יש לנו `end=""`, שאומר שלא להוסיף ירידת שורה בסוף ההדפסה. הסיבה היא שבקובץ הטקסט ממילא יש ירידת שורה בסוף כל שורה, ואילו לא היינו מוסיפים את ההנחיה הזו היה רווח של שורה נוספת בין כל שתי שורות מודפסות.

עקב השימושיות של הדפסת שורה אחר שורה, פייתון מאפשר לנו להשתמש בלולאת `for` רגילה עם איטרטור. בכל איטרציה מתבצעת למעשה קריאה של שורה אחת. כך, הקוד שלנו ניתן לכתובה מקוצרת ונחמדה:

```

for line in input_file:
    print(line, end="")

```

שימו לב לכך שלא היינו צריכים אפילו להשתמש ב-`read` או ב-`readline`. השיטה הזו קצרה לכתובה ומתאימה יותר לטיפול בקבצים גדולים.

בנוסף, שימו לב לכך שבחרנו בשם `line` כדי לייצג כל שורה – כך ברור מה המשתנה הזה כולל בכל קריאה. קל יותר לקרוא קוד, במיוחד אם הוא ארוך, כשכל שמות המשתנים הם בעלי משמעות. זהו אחד מעקרונות כתיבת הקוד הנכון אותם הזכרנו בפרק הקודם.

## כתיבה לקובץ

ראשית אנחנו צריכים לפתוח את הקובץ לכתובה (בהנחה שהוא סגור – מיד נראה איך סוגרים קובץ). כיוון שהקובץ `dear_prudence.txt` כבר מכיל מידע, נרצה לפתוח אותו ב-`mode` של `append`. לאחר מכן נשתמש במתודה `write` על מנת לכתוב מידע לתוך הקובץ:

```

input_file = open(r'c:\networks\work\dear_prudence.txt', 'a')
input_file.write('Dear Prudence open up your eyes\n')

```

## סגירת קובץ

לאחר שמסיימים את הטיפול בקובץ מומלץ לסגור אותו. אמנם קובץ שפתחנו ייסגר אוטומטית ברגע שתסתיים ריצת התוכנית שלנו, אבל אי סגירה של קובץ יכולה לגרום לתוכנית שלנו להתנהג בצורה לא צפויה וקשה מאוד לדיבוג. נמחיש על ידי דוגמה. התוכנית הבאה קוראת לפונקציה שפותחת קובץ לכתיבה בלי לסגור אותו, וכדי להמחיש שזה אינו תכנות נכון, הפונקציה קרויה `open_without_closing`. הפונקציה משנה את תוכן הקובץ. לאחר מכן נפתח אותו קובץ שוב, הפעם לקריאה. המצביעים לקובץ נקראים כאן `hfile` קיצור של `handle file`.

```
FILENAME = r'c:\networks\work\dear_prudence.txt'
```

```
hfile1 = open(FILENAME, 'a')
hfile1.write('Dear Prudence open up your eyes\n')
hfile2 = open(FILENAME, 'r')
for line in hfile2:
    print(line, end="")
```

מה לדעתכם תהיה תוצאת ההדפסה? ובכן, באופן מפתיע ההדפסה לא כוללת את השורה שהוספנו לשיר! הסיבה היא שהשינויים נשמרים בקובץ רק לאחר סגירת הקובץ.

```
"Dear Prudence" / The Beatles
```

```
Dear Prudence, won't you come out to play?
Dear Prudence, greet the brand new day
The sun is up, the sky is blue
It's beautiful and so are you
Dear Prudence, won't you come out to play?
```

המסקנה היא שכדאי תמיד לסגור קבצים אחרי שסיימנו להשתמש בהם. כדי לעשות זאת משתמשים במתודה `close`. פשוט כך:

```
hfile1 = open(FILENAME, 'a')
hfile1.write('Dear Prudence open up your eyes\n')
hfile1.close()
```

כעת, ההדפסה שנבצע מתוך פונקציית ה-`main` תדפיס כמו שצריך גם את השורה האחרונה שהוספנו.

יש אפשרות נוחה יותר, שמאפשרת לנו לפתוח קבצים בלי לדאוג לעשות להם `close`. פתיחת קובץ עם הפקודה `with` דואגת לסגירת הקובץ אוטומטית. כיצד מבצעים זאת?

```
with open(FILENAME, 'r') as input_file:
    for line in input_file:
        print(line, end="")
```

לאחר הפקודה `with`, נכתוב `open` עם הפרמטרים הרגילים. לאחר מכן, נוסיף `as` ואת שם המשתנה שיכיל את המצביע לקובץ. שורות הקוד הבאות מדפיסות את הקובץ, בדיוק באותו אופן שבו הדפסנו אותו קודם. מתי ייסגר הקובץ? הקובץ יישאר פתוח רק כל עוד אנחנו נמצאים בבלוק של `with`. ברגע שהבלוק ייגמר, ייסגר הקובץ אוטומטית.

לשימוש ב-`open` `with` יתרון נוסף: נניח שהשתמשנו ב-`close`, אבל לפני שפייתון הגיע ל-`close` הוא נתקל בשגיאה והתוכנית הפסיקה לרוץ עם שגיאה. כתוצאה מכך הקובץ שלנו נותר פתוח, למרות שבתוכנית הורינו לסגור אותו. ההוראה `with` גורמת לכך שתבוצע סגירה של הקובץ לפני שהתוכנית מפסיקה לרוץ ומחזירה שגיאה. כך אנחנו יכולים להיות בטוחים שהקובץ שלנו נסגר בכל מקרה. איך עובדת `with` ואיך היא מצליחה לסגור את הקובץ למרות שארעה שגיאה בדרך? על כך – כשנלמד `exceptions`.

עד כאן למדנו כיצד להשתמש בקבצים – כיצד לקרוא מהם, לכתוב אליהם ולהוסיף להם מידע. כמו כן ראינו את החשיבות שבסגירת הקובץ בתום השימוש בו. כעת, נעבור לחלק השני של פרק זה.

## תרגיל – מכונת שכפול



צרו באמצעות סייר חלונות שני קבצי טקסט, האחד ריק והשני כולל טקסט כלשהו. כתבו סקריפט אשר מוגדרים בו שמות שני קבצים. הסקריפט יעתיק את הטקסט אל הקובץ הריק, כך שלאחר סיום הריצה הקבצים יכילו את אותו טקסט.

## קבלת פרמטרים לתוכנית

דמיינו שאתם משתמשים בסקריפט פייתון שבודק משהו על המחשב שלכם. לדוגמה, אם תיקיית קבצים כלשהי מכילה קבצי פייתון, בעלי הסיומת `py` או `pyc`. כאשר אתם מריצים את הסקריפט, אתם מתבקשים להזין את שם התיקיה אותה אתם מעוניינים לבדוק. זה בסדר, אבל משהו פה מיותר: ממילא כאשר אתם מריצים את הסקריפט אתם יודעים על איזו תיקיה תרצו לפעול. למה צריך שהסקריפט ידפיס הודעה ויבקש מכם להזין קלט? למה שלא תעבירו את שם התיקיה לסקריפט כבר ברגע ההרצה? אם לסקריפט הדמיוני שלנו קוראים `findpy.py`, אז נרצה לכתוב ב-`cmd` פקודה כגון:

```
c:\>python findpy.py c:\python\homework
```

נקרא משמאל לימין: הסימן `c:` הוא שם התיקיה בה אנחנו נמצאים כעת. הפקודה `python` אומרת להריץ את פייתון. השם `findpy.py` הוא שם הקובץ שאנחנו רוצים להריץ – שימו לב שהוא למעשה פרמטר שנמסר לתוכנית `python ...` לבסוף `c:\python\homework` היא שם התיקיה אותה אנחנו רוצים לבדוק.

בצורה זו, ניתן גם לבדוק בקלות רבה יותר את הסקריפט. אפשר להריץ אותו עם ערכים שונים ולבדוק שקיבלנו תוצאות נכונות.

מבחינה טכנית אנחנו רוצים שהקובץ `findpy.py` יהיה כתוב כך שהוא יוכל לקבל כפרמטר את שם התיקיה שבה הוא צריך לבדוק האם קיימים קבצי פייתון. הבה נראה איך עושים זאת.

בתור התחלה נכיר בקצרה את המודול `sys`. מודול (או ספרייה) הוא קובץ שמכיל פונקציות, ובפרקים הבאים נכיר מודולים נוספים. המודול `sys` מכיל פונקציות שמאפשרות פעולות מערכת שונות, כגון הגדרות של הדפסה למסך וכמובן – קבלת פרמטרים לסקריפט. אפשר לקרוא על `sys` בלינק [http://www.python-course.eu/sys\\_module.php](http://www.python-course.eu/sys_module.php).

כדי לשלב את `sys` בקוד שלנו, צריך לגרום לסקריפט שלנו להכיר אותו. לשם כך נשתמש בפקודת `import`:

```
import sys
```

```
print(sys.argv)
```

בעקבות השימוש ב-`import`, כל מבנה (פונקציה, משתנה או קבוע) שנכתב במודול `sys` נגישים לנו, כלומר אנחנו יכולים להשתמש בו. כדי להשתמש במבנה שמוגדר במודול, אנחנו צריכים קודם כל לכתוב את שם המודול, לאחר מכן נקודה ואז את שם המבנה. לדוגמה, כדי להשתמש ברשימה `argv` שמוגדרת ב-`sys`, צריך לרשום `print sys.argv`, בדיוק כמו בדוגמה שבקוד. בהמשך הספר, בפרק על OOP, נלמד על שיטות נוספות להשתמש בפונקציות ובמבנים נוספים שנמצאים בתוך מודולים.

`argv` מאפשרת לנו לקבל את הארגומנטים שהועברו לסקריפט שלנו. באינדקס ה-0 של הרשימה נמצא שם הסקריפט שאנחנו מריצים, וביתר האיברים נמצאים הפרמטרים שהעברנו לסקריפט (אם העברנו כאלה, אחרת הרשימה מכילה רק איבר אחד – שם הקובץ).

נשדרג מעט את הסקריפט שלנו ונהפוך אותו לסקריפט שמקבל כפרמטר שם, ומדפיס 'Hello' ואת השם.

```
import sys
NAME = 1
```

```
print("Hello {}".format(sys.argv[NAME]))
```

כאשר עובדים עם PyCharm נוח להעביר פרמטר לסקריפט שלנו באמצעות PyCharm, ולא באמצעות ה-cmd. כיצד מעבירים את הפרמטר ל-PyCharm? זה זמן טוב לחזור לפרק אשר דן ב-PyCharm ולקרוא את החלק אודות [העברת פרמטרים לסקריפט](#). קבענו כפרמטר את המחרוזת 'Shooki' וכתוצאה מההרצה הודפס למסך:

```
Hello Shooki
```

### תרגיל – Printer



כיתבו סקריפט שמקבל כפרמטר שם של קובץ ומדפיס את התוכן שלו למסך.



רגע אחד – מה יקרה אם ננסה להעביר לסקריפט שם של קובץ שאינו קיים? נסו זאת. סביר שהסקריפט שלכם יקרוס עם הודעת שגיאה. זו בעיה, מכיוון שגם אם המשתמש שגה והזין שם קובץ שאינו קיים, לא נרצה שהקוד שלנו יקרוס. במקום זה, עדיף להחזיר למשתמש שגיאה שמסבירה לו שהקובץ אינו קיים. כדי לתקן את הבעיה, נכיר את המודול os. מודול שימושי נוסף זה, קיצור של Operating System, מספק יכולות שונות של מערכת הפעלה. בתור דוגמה, נראה איך מציגים שמות של קבצים בתיקה.

נתחיל כמובן מ-import os. ביצוע dir על os יראה לנו את כל הפונקציות ששייכות ל-os, ביניהן נמצאת הפונקציה החביבה listdir. כעת נשנה את הסקריפט שלנו בהתאם:

```
import sys
import os
PATH = 1
```

```
directory = sys.argv[PATH]
```

```
print(os.listdir(directory))
```

אנחנו טוענים לתוך directory את הפרמטר שקיבל הסקריפט שלנו, ואז אנחנו מעבירים את directory ל-`os.listdir` על מנת לקבל את רשימת הקבצים.

### תרגיל – `os.path`



הבעיה בקוד שלנו, כמו בקוד שכתבתם כפתרון לתרגיל `printer`, היא שעדיין נהיה בבעיה אם לסקריפט יועבר שם של תיקיה שאינה קיימת. עליכם לפתור את הבעיה באמצעות בדיקה האם התיקיה קיימת ואם היא אינה קיימת – להדפיס שגיאה כגון "Directory not found", לפני שאתם מבקשים את הקבצים שנמצאים בה. טיפ: `os.path` מכיל מתודה שמקבלת `path` לתיקיה ובודקת אם היא קיימת. תוכלו לקבל את רשימת כל המתודות באמצעות `dir(os.path)` ותוכלו להשתמש ב-`help` על מנת לקרוא מה עושה כל מתודה, עד שתמצאו את המתודה המתאימה.



### תרגיל מסכם – Lazy Student

קיבלתם כשיעורי בית קובץ עם תרגילי חשבון. כל תרגיל הוא בפורמט הבא: מספר-רווח-פעולה-רווח-מספר. לדוגמה:

46 + 19

15 \* 3

פעולה יכולה להיות אחת מארבע הפעולות: חיבור (+), חיסור (-), כפל (\*), או חילוק (/) בלבד. כיתבו סקריפט שמקבל קובץ תרגילים, כאשר כל תרגיל בשורה נפרדת, ושומר לקובץ נפרד את כל התרגילים כשהם פתורים. לדוגמה:

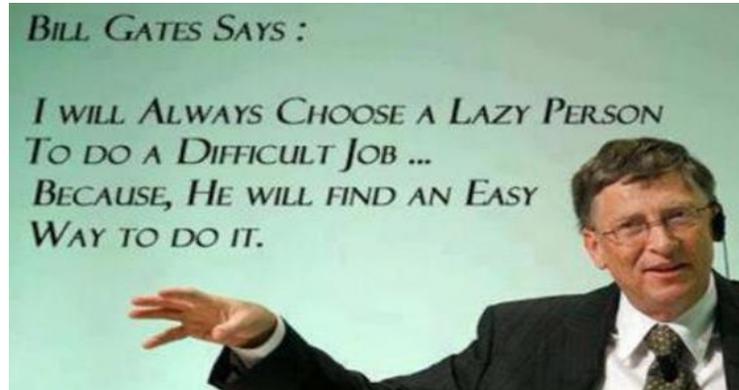
46 + 19 = 65

15 \* 3 = 45

הסקריפט יקבל כפרמטרים שמות של שני קבצים – מקור ופתרון. לדוגמה:

```
python lazy_student.py homework.txt solutions.txt
```

הסקריפט יקרא את התרגילים מתוך homework.txt וישמור את הפתרונות אל solutions.txt. הניחו כמובן שיש שגיאות בפורמט של חלק מהתרגילים, או בשמות הקבצים. אסור לסקריפט שלכם לקרוס בשום אופן! אם יש בעיה בתרגיל, כיתבו במקום המתאים בקובץ הפתרונות הודעת שגיאה והמשיכו לתרגיל הבא.



## סיכום

בפרק זה למדנו מספר דברים שימושיים למדי. ראשית למדנו איך משתמשים בקבצים, לקריאה ולכתיבה. הכרנו את הפונקציות המובנות לעבודה עם קבצים: open, read ו-write. ראינו מה החשיבות של סגירת קובץ ולמדנו שיש דרך אוטומטית לסגור קבצים, באמצעות with.

שנית, עברנו אל העברת פרמטרים לסקריפטים. במהלך חלק זה, הכרנו שני מודולים שימושיים – os ו-sys. אנחנו יכולים להשתמש במודולים אלו על מנת להכניס לסקריפטים שלנו יכולות חדשות ומעניינות, כמו לדוגמה להכין בצורה אוטומטית את שיעורי הבית שלנו בחשבון ☺

## Exceptions – 9 פרק

בפרק זה נלמד להגן על הקוד שלנו מהתרסקות בזמן ריצה באמצעות שימוש ב-exceptions. כמו שבמונית יש גם חגורת בטיחות וגם כריות אויר, כך גם בקוד יש מספר אמצעים שנועדו להגן עליו מקריסה, ו-exceptions הם אמצעי בטיחות נוסף.



פגשנו כבר ב-exceptions בפרקים הקודמים – בכל פעם שהקוד שלנו "עף", הודפס למסך טקסט שכולל exception כזה או אחר. הנה מספר דוגמאות מהפרקים שלמדנו:

```
6912
```

```
Traceback (most recent call last):
```

```
    print '1234' + 5678
```

```
TypeError: cannot concatenate 'str' and 'int' objects
```

```
['a', 'e', 'c']
```

```
Traceback (most recent call last):
```

```
    my_string[1] = 'e'
```

```
TypeError: 'str' object does not support item assignment
```

```
hi
```

```
Traceback (most recent call last):
```

```
    print word
```

```
NameError: global name 'word' is not defined
```

Traceback (most recent call last):

```
word += ' you'
```

**UnboundLocalError:** local variable 'word' referenced before assignment

Traceback (most recent call last):

```
assert list_is_nums([]) is False
```

**AssertionError**

הטקסט שמוקף באדום הוא שם ה-exception, והטקסט שכתוב לפניו הוא תיאור מפורט של ה-exception. אפשר לראות שבכל פעם שכתבנו משהו שה-interpreter של פייתון לא הצליח להתמודד איתו, קיבלנו exception. אפשר גם לראות, שקיימים exceptions מסוגים שונים, כך שאם ניסינו לחבר מחרוזת עם מספר קיבלנו שגיאה שונה מאשר במקרה שבו ניסינו לגשת אל משתנה שאינו קיים.

## try, except

הפקודה try והפקודה התאומה שלה expect הן פקודות מיוחדות במינן, שמאפשרות לנו להריץ כל קוד שאנחנו רוצים ולדאוג למקרי הקצה בחלק קוד אחר. כך הקוד שלנו הופך לנקי הרבה יותר. הרעיון של פקודת try הוא כזה: "נסה להריץ את קטע הקוד הבא. אם הכל טוב – יופי. אם יש בעיה, אל תתרסק, אלא פשוט תעבור לבצע את הקוד שנמצא אחרי הפקודה התאומה שלי except".



נראה דוגמה שימושית. זוכרים שכתבנו סקריפט שמקבל מהמשתמש שם של תיקיה ומדפיס את כל הקבצים שנמצאים בה? חששנו ממצב בו המשתמש מכניס שם של תיקיה שאינה קיימת ואז הסקריפט מתרסק. להלן הקוד הלא מוגן שכתבנו:

```
import sys
import os
PATH = 1

directory = sys.argv[PATH]
print(os.listdir(directory))
```

כעת נגן על הקוד מהתרסקות באמצעות try-except. יש בקוד הזה שתי פקודות "מסוכנות". הראשונה היא הפקודה שקוראת את מה שנמצא ב-sys.argv[PATH]. אם המשתמש לא הכניס כלל פרמטרים, הקוד יקרוס עקב פניה לאינדקס שאינו קיים. הפקודה השנייה היא כמובן הקריאה ל-os.listdir עם התיקיה שהמשתמש הכניס, שכאמור תקרוס אם התיקיה לא קיימת. נכניס את שתיהן לתוך try:

```
try:
    directory = sys.argv[PATH]
    print(os.listdir(directory))
except:
    print("Error")
```

אם תהיה בעיה כלשהי, התוכנית תקפוץ ל-except ושם יודפס 'Error'.

היינו יכולים לבצע את אותו תהליך בלי try-except, רק בעזרת if-else. הבדיקה הראשונה תהיה על אורך הרשימה argv והבדיקה השנייה על ערך החזרה של פונקציה שבודקת אם התיקיה קיימת. היתרון של try, הוא שנחסכת מאיתנו כתיבת קוד – אפשר לבדוק את כל המקרים שעלולים להוביל לקריסת קוד באמצעות פקודה יחידה.

מה הבעיה בצורת כתיבה זו? אם ארעה שגיאה לא נדע בדיוק מה השגיאה – ישנן שתי אפשרויות. לכן בקרוב נראה איך אנחנו כותבים את ה-except באופן שגם ייתן לנו מושג אודות השגיאה. אך קודם כל נחקור עוד קצת את try ו-except.

לפניכם פונקציה שעלולה להגיע ל-except. בידקו את עצמכם: באיזה מקרה הפונקציה תגיע לקוד שנמצא בתוך ה-except?

```
def do_something(thing):
    try:
```

```

    print("Hello " + thing)
except:
    print("Error")

```

אמנם, אם `thing` אינו מחרוזת, הפונקציה תדפיס 'Error'.

נסבך מעט את הפונקציה. מה לדעתכם יהיה הערך של `x` אם הקוד ייכנס ל-`except`? במילים אחרות, אם לפונקציה יועבר פרמטר שאינו מחרוזת, מה יהיה הערך שיודפס?

```

def do_something(thing):
    x = 0
    try:
        x = 1
        print("Hello " + thing)
        x = 2
        print(x)
    except:
        print(x)

```

שגיאה נפוצה היא לומר שיודפס 0. הטענה שגורסת שיודפס 0 היא "בתחילת התוכנית `x` מקבל את הערך 0. הריצה של `try` לא מתבצעת עקב ה-`exception`, לכן ערכו של `x` נותר 0 כאשר הוא מגיע ל-`except`". הטעות היא בכך שחלק מה-`try` דווקא כן מבוצע. כל מה שקדם לקפיצה ל-`except` בהחלט יתבצע. במקרה זה, מתבצעת השורה בה משימים ב-`x` את הערך 1, ולכן זה ערכו כאשר הקוד קופץ ל-`except`. כמובן שהתוכנית אינה מגיעה לשורת הקוד בה `x` הינו 2.

השורה התחתונה היא, שגם אם התרחש `exception`, כל הפקודות שכבר התבצעו עדיין תקפות. המעבד אינו "חוזר אחורה"...

## סוגים של Exceptions

נחזור אל הקוד שהצגנו לפני זמן קצר:

```

try:
    directory = sys.argv[PATH]
    print(os.listdir(directory))

```

```
except:
    print("Error")
```

כפי שראינו בקטע הקוד האחרון, במקרה שמודפס 'Error', ישנן שתי אפשרויות לבעיה:

- המשתמש לא הזין כלל פרמטר, ולכן הגישה ל-`sys.argv[PATH]` תהיה לאינדקס לא חוקי ברשימה.

- המשתמש הזין תיקיה שגויה, לכן `os.listdir` יחזיר שגיאה.

הגיוני שנרצה לדווח למשתמש מה היתה הבעיה. הדרך לעשות זאת היא להחזיר את קוד השגיאה של ה-`exception`, דבר שמתבצע באופן הבא:

```
try:
    directory = sys.argv[PATH]
    print(os.listdir(directory))
except Exception as e:
    print("Error: {}".format(e))
```

צורת הכתיבה של `except` משמעותה "הכנס את הודעת השגיאה של ה-`exception` לתוך המשתנה `e`". כפי שראינו לכל `exception` יש הודעת שגיאה ייחודית, המשתנה `e` יכיל אותה.

נסו להריץ את הסקריפט בלי שנתתם לו פרמטרים כלל.

כעת תנו לסקריפט פרמטר, אך של תיקיה שאינה קיימת באמת. לדוגמה `c:\bla`. מה קבלתם?

תשובה: כל אחד מהמקרים יקפיץ `exception` אחר. במקרה הראשון תקבלו

```
Error: list index out of range
```

ואילו במקרה השני תקבלו

```
Error: [WinError 3] The system cannot find the path specified: 'c:\\bla'
```

לכל אחת מהשגיאות ישנו סוג שונה של `exception`. כדי לגלות מהו, שימו `breakpoint` בתוך ה-`except`.

במקרה הראשון, מתברר ש-`e` הוא מסוג `IndexError`, כפי שאפשר לראות בחלון הדיבוג.

במקרה השני, מתברר ש-`e` הוא מסוג `WindowsError`.

בדוגמה הבאה אפשר לראות איך אנחנו תופסים exceptions שונים ומטפלים בכל אחד מהם בנפרד. אם היתה שגיאה שלא מסוג `IndexError` או `WindowsError`, היא תיתפס על ידי ה-`exception` האחרון. דבר זה מאפשר לנו גם לפעול בצורה שונה עבור כל מקרה של שגיאה (במקרה זה, לתת מידע רלבנטי למשתמש) וגם לטפל במקרי שגיאה שלא חשבנו עליהם מראש או שאין לנו קוד מיוחד שנרצה להריץ עבורם:

```
try:
    directory = sys.argv[PATH]
    print(os.listdir(directory))
except IndexError:
    print("Missing script parameter")
except WindowsError:
    print("No such directory")
except Exception as e:
    print("Error: {}".format(e))
```

מהו `e`? `Exception` היא class של פייתון (מאוחר יותר נלמד תכנות מונחה עצמים), לכן `e` הוא אובייקט שמכיל את כל השדות של `Exception`, כולל הודעת השגיאה.

## finally

הפקודה `finally` נמצאת לעיתים קרובות בשימוש יחד עם הצירוף `try-except`. פקודה זו שימושית כאשר נרצה שקוד כלשהו ירוץ בכל מקרה, בין שארע `exception` ובין שלא. מן הסתם, לא הגיוני להעתיק את אותן שורות קוד הן ל-`try` והן ל-`except`. כאן מגיעה `finally` לעזרתנו. כל מה שנמצא בבלוק של `finally` ירוץ בכל מקרה.

נסקור דוגמה. חישבו מה ידפיס הקוד הבא?

```
def do_something(thing):  
    try:  
        print("Hello " + thing)  
    except Exception as e:  
        print(e)  
    finally:  
        print("Final")
```

```
do_something("Shooki")  
do_something(123)
```

התשובה בעמוד הבא.

הקריאה הראשונה ל-`do_something` תרוץ ללא בעיות מיוחדות. לכן יורץ הקוד שנמצא ב-`try` וב-`finally`.

הקריאה השניה תגרום מיד לזריקת `exception`, ולכן למעבר ל-`except` ולאחר מכן לביצוע `finally`. תוצאת הריצה תהיה ההדפסה הבאה:

```
Hello Shooki
Final
can only concatenate str (not "int") to str
Final
```

נסקור דוגמה מעניינת נוספת, הפעם עם פונקציה שמחזירה ערך. חישוב, מה ידפיס הקוד הבא?

```
def do_something(thing):
    try:
        print("Hello " + thing)
        return "OK"
    except Exception as e:
        print(e)
        return "Error"
    finally:
        print("Final")

print("'Shooki' returns: {}".format(do_something("Shooki")))
print("123 returns: {}".format(do_something(123)))
```

תוצאת ההרצה היא:

```
Hello Shooki
Final
'Shooki' returns: OK
can only concatenate str (not "int") to str
Final
123 returns: Error
```

בקריאה הראשונה לפונקציה, ה-try מסתיים בהחזרת ערך. כאן מתרחש משהו מעניין – ה-`interpreter` של פייתון מזהה שאנחנו עומדים לצאת מהפונקציה ולכן הוא בודק אם ישנו קוד ב-`finally` שעליו לבצע לפני כן. לאחר ביצוע פקודת ההדפסה של 'Final' מתבצעת חזרה אל בלוק ה-try ומשם מתקבל ערך החזרה 'OK'.

בקריאה השניה לפונקציה מתבצע תהליך דומה, קפיצה ל-`finally` וחזרה, אלא שהוא מתבצע מה-`except`.

כעת נבחן דוגמה נוספת, שממחישה את פעולת `finally` – שוב, חישובו מה מבצע הקוד הבא:

```
def do_something(thing):
    try:
        print("Hello " + thing)
        return "OK"
    except Exception as e:
        return "Error"
    finally:
        return("Final")

print("123 returns: {}".format(do_something(123)))
```

הפונקציה תגיע אל ה-`except`, שם כפי שראינו בדוגמה הקודמת ה-`interpreter` של פייתון יקפוץ אל `finally`. ההבדל מהדוגמה הקודמת, הוא שבמקרה זה `finally` מכילה הוראת חזרה ולכן בכך תסתיים ריצת הפונקציה. תוצאת ההדפסה:

```
123 returns: Final
```

**with**

זכור, כאשר למדנו על פתיחת קובץ באמצעות `with open`, אמרנו שגם אם מתרחשת שגיאה כלשהי במהלך הריצה עדיין הקובץ ייסגר. כיצד זה מתרחש?

למעשה, ניתן לתרגם את `with` לפקודות שכוללות `try` ו-`finally`. לדוגמה, הקוד הבא:

```
with open('dear_prudence.txt', 'r') as input_file:
    do_something_that_will_raise_exception()
```

שקול לקוד הבא:

```
input_file = open('dear_prudence.txt', 'r')
try:
    do_something_that_will_raise_exception()
finally:
    input_file.close()
```

כפי שאנחנו רואים, `with` כולל בתוכו `finally`, אשר דואג לסגירת הקובץ בכל מקרה – גם אם ארעה שגיאה במקום כלשהו בבלוק ששייך לו.

### תרגיל מסכם – lazy student 2



כיתבו מחדש את הפתרון לתרגיל `lazy student`, אך תוך שימוש ב-`try-except` במקומות הנדרשים. הקפידו על כך שבמידה וארעה שגיאה כלשהי (קובץ לא נפתח, חלוקה באפס) התוכנית תדפיס הודעת שגיאה מדוייקת ולא רק שארעה שגיאה כלשהי.

קיבלתם כשיעורי בית קובץ עם תרגילי חשבון. כל תרגיל הוא בפורמט הבא: מספר-רווח-פעולה-רווח-מספר. לדוגמה:

$$46 + 19$$

$$15 * 3$$

פעולה יכולה להיות אחת מארבע הפעולות: חיבור (+), חיסור (-), כפל (\*) או חילוק (/) בלבד. כיתבו סקריפט שמקבל קובץ תרגילים, כאשר כל תרגיל בשורה נפרדת, ושומר לקובץ נפרד את כל התרגילים כשהם פתורים. לדוגמה:

$$46 + 19 = 65$$

$$15 * 3 = 45$$

הסקריפט יקבל כפרמטרים שמות של שני קבצים – מקור ופתרון. לדוגמה:

```
python lazy_student.py homework.txt solutions.txt
```

הסקריפט יקרא את התרגילים מתוך homework.txt וישמור את הפתרונות אל solutions.txt. הניחו כמובן שיש שגיאות בפורמט של חלק מהתרגילים, או בשמות הקבצים. אסור לסקריפט שלכם לקרוס בשום אופן! אם יש בעיה בתרגיל, כיתבו במקום המתאים בקובץ הפתרונות הודעת שגיאה והמשיכו לתרגיל הבא.

### תרגיל מסכם פייתון בסיסי – LogPuzzle



(קרדיט: google class, התאמה לגבהים: דנה אבן חיים, אורי לוי)

על מנת לסכם את הידע שצברנו עד כה, נבצע תרגיל שילול רבים מהדברים שלמדנו ותוך כדי נלמד גם מספר דברים חדשים.

בתרגיל זה תצטרכו להרכיב תמונה מחלקים אשר פוזרו באינטרנט. בתור התחלה, נראה כיצד אפשר להוריד כל קובץ שנמצא באינטרנט באמצעות פייתון, תוך שימוש במודול urllib.

ראשית – מהו URL? אלו ראשי תיבות של Universal Resource Locator. לכל משאב באינטרנט יש URL משלו. לשם המחשה, יכול להיות שרת אינטרנט שכתובתו www.blabla.com. בתוך השרת הזה שמור קובץ pdf בשם bla1.pdf ועמוד html בשם blapage.html. ניתן יהיה להגיע לכל משאב לפי ה-URLים הבאים:

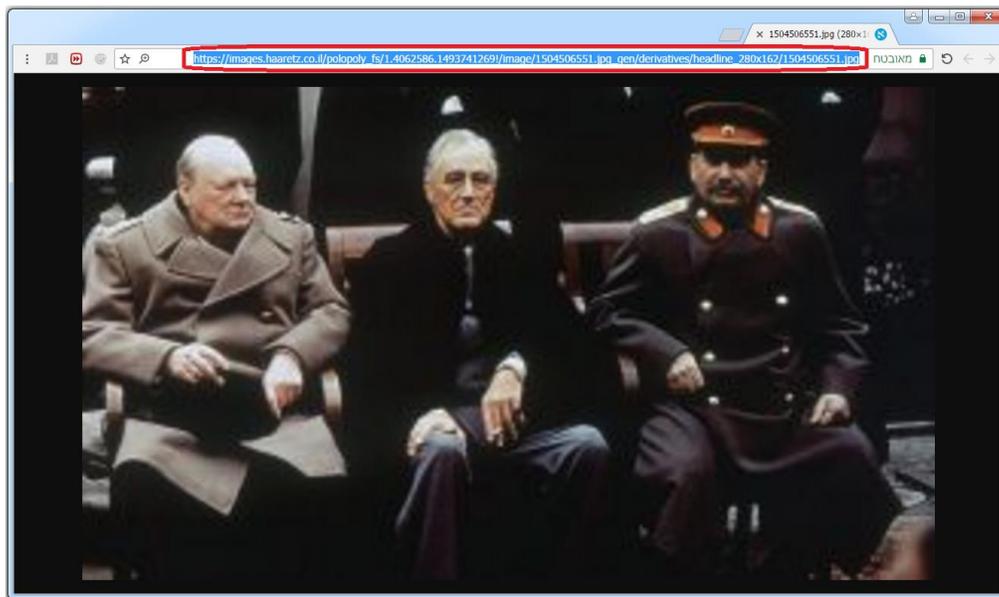
<http://www.blabla.com/blapage.html>

<http://www.blabla.com/bla1.pdf>

כמובן שאלו לינקים שאינם קיימים, הם מובאים רק לצורך ההמחשה של הרעיון.

כעת אנחנו בשלים להבין את השימוש ב-`urllib.request`. מודול זה כולל פונקציה שנקראת `urlopen`. הפונקציה מקבלת כפרמטר את ה-URL של קובץ שרוצים להוריד ולשמור במחשב שלנו. נתרגל את השימוש בו.

גילשו לאתר אינטרנט כלשהו, בחרו תמונה ולחצו על הלחצן הימני, ואז על "פתח תמונה בכרטיסיה חדשה". לאחר שהתמונה תיפתח, עיברו אל הכרטיסיה החדשה שנפתחה והעתיקו את ה-URL של התמונה משדה הכתובת של הדפדפן.



פיתחו סקריפט פייתון וכיתבו:

```
import urllib.request
```

```
URL =
```

לאחר סימן ה- "=" בצעו "הדבק" לערך של ה-URL של התמונה שבחרתם. הוסיפו שם של קובץ אליו יש לשמור את הקובץ שאתם מורידים. כמובן שצריך לדאוג לכך ששם הקובץ יהיה בעל סיומת זהה לקובץ שאתם מורידים. לדוגמה, אם אנחנו מורידים קובץ עם סיומת `jpg` אז שם הקובץ אליו אנחנו שומרים צריך גם הוא להסתיים ב-`.jpg`. סיומת הקובץ שאנחנו מורידים נמצאת תמיד בתווים האחרונים (הימניים) של ה-URL.

לדוגמה:

```
import urllib.request
```

```
URL = 'https://img.haarets.co.il/img/1.4062586/1504506551.jpg'
FILENAME = r'c:\networks\work\image1.jpg'
```

כעת תוכלו להוריד את התמונה מהשרת באמצעות הפקודה הבאה:

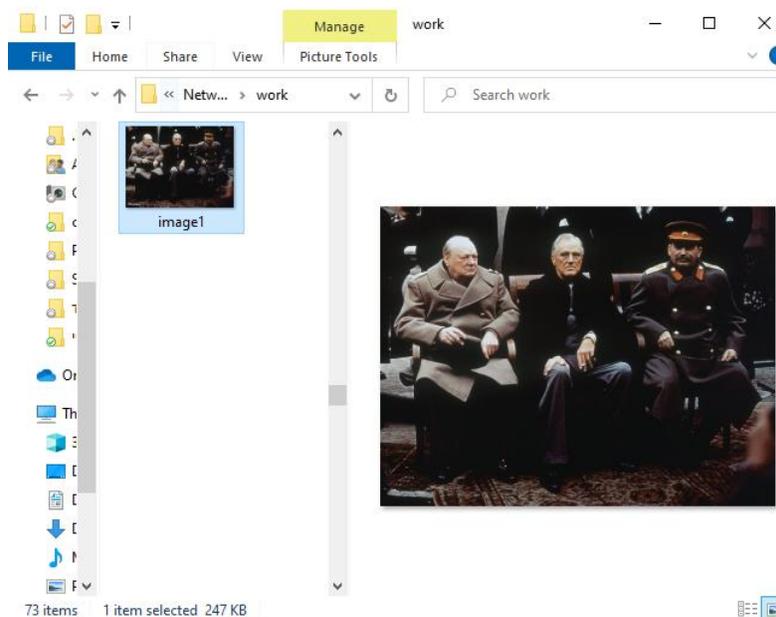
```
with urllib.request.urlopen(URL) as response:
    image = response.read()
```

כל שנתר לכם לעשות הוא לשמור את התמונה לתוך קובץ, דבר שלמדנו לעשות בפרק הקודם. להלן הקוד המלא:

```
import urllib.request
```

```
URL = 'https://img.haarets.co.il/img/1.4062586/1504506551.jpg'
FILENAME = r'c:\networks\work\image1.jpg'
with urllib.request.urlopen(URL) as response:
    image = response.read()
    with open(FILENAME, 'wb') as output_file:
        output_file.write(image)
```

והתוצאה:



כעת משאנו יודעים איך להוריד תמונות מהאינטרנט, יש פרט נוסף שנצטרך ללמוד כדי לפתור את הפאזל – חיבור תמונות לתמונה אחת. לשם כך נשתמש בקובץ `html`. כאשר רושמים בתוך הקובץ את שמות התמונות, הפעלת הקובץ מציגה אותן זו לצד זו.

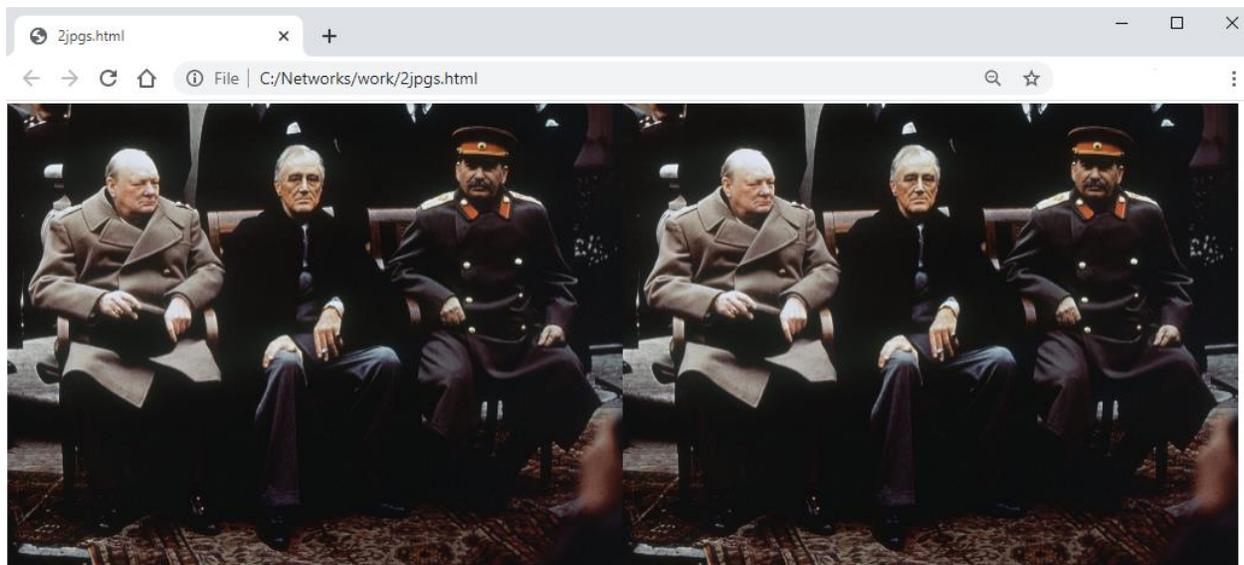
כל מה שאנחנו צריכים לדעת כדי לכתוב את קובץ ה-`html` שנדרש בשביל לפתור את הפאזל, הוא כיצד להשתמש בתבנית הבאה:

```

1 <verbatim>
2 <html>
3 <body>
4 <img src='c:\networks\work\image1.jpg'><img src='c:\networks\work\image1.jpg'>
5 </body>
6 </html>

```

הקלקה על הקובץ שיצרנו תפתח דפדפן ובו תוצג התמונה שהורדנו – פעמיים.



כלומר, כל מה שאנחנו צריכים לעשות זה להחליף את שמות הקבצים שבתבנית בשמות של התמונות, חלקי הפאזל, וכך נוכל להציג את התמונות זו לצד זו.

לאחר הקדמה קצרה זו, ניגש לתרגיל עצמו. בלינק הבא נמצאים שני קבצי לוג. בכל קובץ לוג ישנו טקסט, שמתחבאים בו אותיות של תמונות `jpg` שצריך להוריד. לאחר ההורדה של התמונות ושמירתן לדיסק במקום שתבחרו, עליכם למיין אותן ואז להציג אותן זו לצד זו בהתאם לסדר המיון שנקבע בתרגיל.

<http://data.cyber.org.il/python/logpuzzle.zip>

כיצד לזהות את התמונות שצריך להוריד מקבצי הלוג? ה-URL של כל תמונה נמצא בטקסט שמופיע החל מסיום פקודות ה-'GET' ועד סוף ה-'jpg'. כמו כן, ה-URLים כוללים את השם שרת גבהים.

מה ה-URL המלא של הקבצים שאתם מורידים?

עליכם לקחת את שם קובץ ה-jpg ולהוסיף לו את שם קובץ הלוג ואת הכתובת של שרת גבהים. לדוגמה, הקובץ `python/a-baaa.jpg` שנמצא בקובץ הלוג `logo_cyber`, ה-URL המלא הוא:

<http://data.cyber.org.il/python/logpuzzle/a-baaa.jpg>

איך מתבצע המיון?

- עבור הקובץ `logo`, המיון הוא לפי סדר האלף-בית של הקבצים
- עבור הקובץ `message`, המיון הוא לפי סדר האלף-בית של המילה **השניה** בשמות הקבצים. לדוגמה הקובץ `a-aaaa-zzzz.jpg` יבוא **אחרי** הקובץ `z-bbbb-cccc.jpg`, כיוון שבמילון `cccc` קודם ל-`zzzz`.
- בלינק ישנו קובץ בשם `logpuzzle.py`, שמהווה את קובץ השלד לפתרון התרגיל. הוא כולל את הפונקציות שנדרשות לביצוע המשימה, ועליכם להשלים את הקוד החסר בפונקציות.

כעת תורכם – פיתרו את הפאזל. בהצלחה!

## פרק 10 – תכנות מונחה עצמים – OOP

בפרק זה נלמד כיצד מבצעים תכנות מונחה עצמים בפיתון. ייתכן ששמעתם על המושג "תכנות מונחה עצמים", או באנגלית Object Oriented Programming, אך הפרק אינו מניח ידע קודם בתכנות מונחה עצמים, רק שליטה בנושאים שנלמדו בפרקים הקודמים. הנושא הוא רחב, ולכן הפרק יתחלק ל-5 חלקים:

א. מבוא – מדוע בכלל צריך תכנות מונחה עצמים, class, object

ב. כתיבת class בסיסי

ג. כתיבת class משופר

ד. ירושה – inheritance

ה. פולימורפיזם



### מבוא – למה OOP?

לפני שאנחנו לומדים נושא חדש, צפוי שנשאל את עצמנו מה נרוויח מזה. הלא עד כה הצלחנו לפתור את כל המשימות שקיבלנו. התשובה היא – ידע בתכנות מונחה עצמים יאפשר לנו לכתוב קוד הרבה יותר מהר מאשר אלמלא היה לנו את הידע הזה. נמחיש על ידי דוגמא.

אנחנו רוצים לכתוב תוכנית שתשמש בית ספר. יש צורך שנשמור את שמות כל התלמידים ואת הציונים שלהם במקצועות השונים. אנחנו יכולים לעשות זאת כך – לכל תלמיד ולכל מקצוע של תלמיד נקצה משתנה:

```
talmit1_name = 'Shimshon Gani'
```

```
talmit1_english = 90
```

```
talmit1_math = 95
```

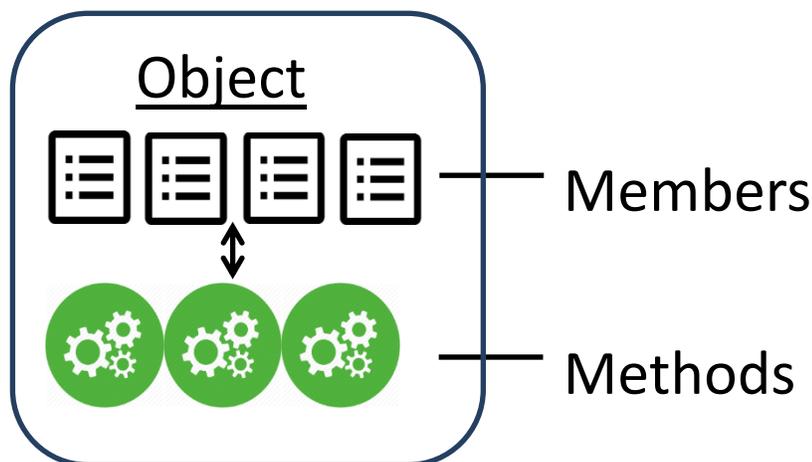
```
talmit1_geography = 85
```

אם יש לנו 200 תלמידים ו-10 מקצועות לכל תלמיד, בלי OOP נצטרך להקצות שם של משתנה לכל תלמיד ולכל מקצוע של כל תלמיד. אנחנו בדרך הבטוחה להגדיר אלפי משתנים... גם רשימה של ציונים עבור כל תלמיד אינה רעיון מוצלח, כיוון שנצטרך לעבוד עם אינדקסים כדי להגיע אל המקצועות השונים. באמצעות OOP נוכל לצמצם את כמות המשתנים שלנו. נלמד לבנות class של תלמיד, ובאמצעות 200 אובייקטים מסוג תלמיד – מיד נלמד גם מהו אובייקט – נחזיק את כל המידע על התלמידים. צמצמנו את כמות המשתנים שלנו מאלפים למאות. נחמד? ניתן לטעון בצדק שאמנם הצמצום מאלפים למאות הוא נפלא, אבל גם לבצע פעולות על מאות אובייקטים יגרום לנו לתכנת קוד די ארוך. ובכן, נראה שאפשר לעבור על כל האובייקטים עם לולאת for וכך לקצר עוד יותר את הקוד שלנו.

בהמשך נראה רעיון נוסף שמאפשר לנו להתבסס על קוד של אחרים על מנת לקצר את הקוד שלנו – ירושה. נשאיר זאת לחלק המתקדם יותר של לימוד ה-OOP.

## אובייקט – object

אז מהו ה-'O' הראשון שב-OOP? אובייקט הוא ישות תוכנה שמכילה מידע ופונקציות. המידע נקרא members והפונקציות נקראות methods, או מתודות.



### אובייקט מורכב ממידע וממתודות שפועלות על המידע

נתקלנו כבר במתודות והסברנו שזה סוג מיוחד של פונקציות. אם כך, עכשיו אנחנו יכולים לחדד את ההסבר – מתודה היא פונקציה, אבל לא סתם פונקציה אלא פונקציה שמוגדרת כחלק מאובייקט ופועלת על האובייקט. כלומר, רק האובייקט מכיר אותה ורק הוא יודע איך לעבוד איתה. לדוגמה, ראינו שקובץ הוא אובייקט. לאובייקט מסוג file יש מתודה שקוראים לה read. אנחנו לא קוראים לה בצורה הזו:

```
read(filename)
```

הרי read לא יודעת לקבל שום דבר שהוא לא file. מעבר לכך, בקריאה כזו – פייתון חושב שאנו מתייחסים לפונקציה כללית בשם read, ולא מתודה של אובייקט ספציפי. במקום השימוש לעיל, אנחנו משתמשים בה כך, עם נקודה:

```
filename.read()
```

בצורה זו אנחנו מנחים את ה-`interpreter` של פייתון – "גש אל האובייקט שנקרא `filename`. תמצא שיש לו מתודה בשם `read`. הפעל אותה על `filename`".

לסיכום, אובייקט מכיל גם מידע וגם מתודות. ראינו איך ניגשים למתודה של אובייקט, מיד נראה איך "מייצרים" אובייקט שכולל גם מתודות וגם מידע.

## מחלקה – class

מחלקה, או `class`, הוא קטע קוד שמגדיר את כל ה-`members` והמתודות של אובייקט ואשר משותפים לו וליתר האובייקטים של אותה מחלקה. נמחיש זאת. ניקח את כוכב הלכת שבתאי. זהו כוכב לכת אחד מתוך מספר כוכבי לכת במערכת השמש שלנו. למרות שכל אחד מהם הוא שונה, לכולם יש מסה, רדיוס, מרחק מהשמש, זמן הקפה של השמש וכו'. אפשר להגדיר מחלקה של כוכבי לכת, לדוגמה בשם `planet`, אשר תכיל את כל המאפיינים המשותפים לכל כוכבי הלכת.



בכל פעם שנרצה להגדיר כוכב לכת, פשוט נשתמש במחלקה planet – היא מכילה כבר את התבנית לשמירת כל המידע. אפשר לדמיין ש-planet היא דף מידע שמכיל את כל השדות שצריך בשביל להגדיר כוכב לכת.

### Planet

שם הכוכב: \_\_\_\_\_

מסה: \_\_\_\_\_

מרחק מהשמש: \_\_\_\_\_

זמן הקפה: \_\_\_\_\_

טמפרטורה: \_\_\_\_\_

אז מה ההבדל בין אובייקט למחלקה? מחלקה מתארת את המאפיינים של כל האובייקטים ששייכים למחלקה. כשהתוכנית רצה, בכל פעם שנגדיר אובייקט מסוים, יוקצה זיכרון במחשב בהתאם לכמות המידע שצריך כדי לשמור את כל המאפיינים של המחלקה. אפשר לומר שמחלקה היא כמו תבנית של עוגיות: התבנית אינה עוגיה ואי אפשר לאכול תבנית, אבל באמצעות התבנית אפשר ליצור עוגיות. בכל פעם שנשתמש בתבנית, חתיכה של בצק תקבל את הצורה של התבנית הזו. כמות הבצק שנקצה לעוגיה נקבעת על ידי התבנית, בדומה לכך שכמות הזיכרון שמוקצה לאובייקט נקבעת על ידי המחלקה.



כעת, כאשר הבנו את הקשר בין מחלקה לאובייקט, נוכל להגדיר מושג חדש שיתאר במילה אחת את הקשר ביניהם – instance. כל אובייקט הוא instance של המחלקה ממנה נוצר. לדוגמה, עוגיה היא instance של תבנית העוגיות ואילו שבתאי הוא instance של המחלקה planet.

בקרוב, נראה כיצד כותבים class, וכיצד יוצרים אובייקט שלה – כלומר instance של המחלקה הזו.

## כתיבת class בסיסי

נדמיין שאנחנו מפעילים מגדל פיקוח, ששולט בתנועת המטוסים סביב שדה תעופה. תפקידנו למנוע התנגשויות מטוסים באוויר. בכל רגע נתון, יש באוויר מספר מטוסים, והבעיה היא שהטייסים השתגעו וטסים בכיוונים אקראיים. תפקידנו הוא לעקוב אחרי תנועת המטוסים באוויר.



כדי לתכנת את הפתרון, ראשית אנחנו צריכים ליצור את המטוסים שלנו. נתחיל מיצירת class שיהיה תבנית ליצירת מטוסים:

**class** Plane:

```
def __init__(self):
    self.x = 0
    self.y = 0
```

נפרק את מה שכתוב לחלקים.

שם ה-class הוא Plane. שימו לב לכך שהשם מתחיל באות גדולה – זוהי הקונבנציה לקביעת שמות של מחלקות. מיד נסביר מהם ה-\_\_init\_\_ וה-self. לאחר מכן מוגדרים שני members (זוכרים שאמרנו שאובייקט מורכב ממתודות ומ-members?). הראשון הוא x והשני הוא y. כל אחד מהם מקבל ערך התחלתי – 0.

## \_\_init\_\_

זוהי המתודה הראשונה שנכיר. השם init נגזר מ-initializer, או אתחול. אפשר לקרוא לה גם constructor או בנאי. בתוך \_\_init\_\_ נהוג לשים את האתחול של כל ה-members של המחלקה, כפי שראינו בדוגמה. זוהי מתודה מיוחדת בכך שהיא רצה באופן אוטומטי בכל פעם שנוצר instance של Plane בזכרון המחשב.

כפי שאנחנו רואים בדוגמה, המתודה מקבלת פרמטר שנקרא self. כדי להבין מהו, נשאל את עצמנו שאלה: איך פייתון יודע על איזה אובייקט להפעיל את המתודה? במילים אחרות, אנחנו יכולים לייצר כמה אובייקטים ששייכים לאותו class, לדוגמה כמו אותה תבנית עוגיות שמשמשת ליצירת עוגיות רבות. אם אנחנו רוצים להפעיל מתודה על עוגיה מסויימת, איך פייתון יודע על איזו עוגיה הוא צריך לפעול?

התשובה היא self. אנחנו מעבירים למתודה מצביע לאובייקט שעליו היא אמורה לפעול. אנחנו אומרים למתודה – "תפעלי על העוגיה הזו" בזמן שהאצבע שלנו מצביעה על עוגיה מסויימת. אי לכך, נעביר את self כפרמטר לכל מתודה של המחלקה שצפויה לרוץ על האובייקט הזה.



## הוספת מתודות

לאחר שכתבנו את המתודה הראשונה, `__init__`, הגיע הזמן להוסיף מתודות שעושות פעולות שאינן אתחול. כיוון שמדובר במטוסים, נרצה לאפשר לעדכן מיקום ולקבל את המיקום:

```
import random
```

```
class Plane:
```

```
    def __init__(self):
        self.x = 0
        self.y = 0

    def update_position(self):
        self.x += random.randint(-1, 1)
        self.y += random.randint(-1, 1)

    def get_position(self):
        return self.x, self.y
```

המתודה `update_position` פועלת על ערכי ה-`x` וה-`y` המייצגים את מיקום המטוס ומעדכנת אותם רנדומלית (כמו שאמרנו, הטייסים השתגעו). המתודה `get_position` פשוט מחזירה את מיקום המטוס. שוב, נשים לב לכך שכל מתודה צריכה לקבל את `self` בתור פרמטר. כמו כן, נעשה שימוש במודול `random` ולכן נדרש לבצע `import random` בתחילת הקובץ.

## Members

כפי שלמדנו זה עתה, ברגע שניצור אובייקט מסוג `Plane` ייווצרו לנו `x` ו-`y` ששייכים לאובייקט שלנו. על כן הם נקראים `members` של האובייקט. כדי להבין מדוע יש ל-`x` ו-`y` שם מיוחד, ולא סתם "משתנים", נציג משתנה ונראה את ההבדל בינו לבין `x,y`:

```
class Plane:
```

```
    def __init__(self):
        self.x = 0
        self.y = 0

    def count_down(self):
```

```
for i in range(10, 0, -1):
    print(i)
```

המתודה `count_down` סופרת מ-10 ומטה, ומוגדר בה `i`. המשתנה `i` "חי" רק בתוך לולאת ה-`for` של המתודה. ברגע שהלולאה מסתיימת, `i` אינו קיים יותר ולא ניתן לגשת אליו. זאת לעומת `x`, `y` שקיימים כל עוד האובייקט קיים. לכן `x,y` הם `members`.

## יצירת אובייקט

לאחר שהגדרנו את המחלקה, הגיע הזמן להשתמש בתבנית שהגדרנו על מנת ליצור אובייקטים. הקוד הבא יוצר אובייקט בשם `plane1` ומשתמש באובייקט על מנת לקבל את מיקום המטוס:

```
def main():
    plane1 = Plane()
    xpos, ypos = plane1.get_position()
    print(xpos, ypos)
```

```
if __name__ == "__main__":
    main()
```

שימו לב לכך שאנחנו מקפידים לשים את הקוד שלנו בתוך פונקציית `main`, ושורת הקוד למטה דואגת לקרוא לה. הסיבה לכך שאנחנו מקפידים בכך כעת, ולפני כן לא, תתברר בפרק זה כאשר נלמד אודות הפקודה `import`.

חישוב – מה יהיו ערכיהם של `xpos`, `ypos`?

יצרנו אובייקט בשם `plane1`, שהוא `instance` של `Plane`. ברגע שיצרנו אותו, אוטומטית מורצת פונקציית ה-`__init__`, אשר יוצרת את `plane1.x` ואת `plane1.y` ומאתחלת את ערכיהם ל-0. המתודה `get_position` פועלת על האובייקט `plane1` ומחזירה את ערכי ה-`x` וה-`y` שלו, כלומר 0, 0. נסו זאת בעצמכם – צרו אובייקט ובידקו שקיבלתם את ערכי ההתחלה שקבעתם.

נעשה בתוכנית שלנו שינוי קטן. במקום `xpos` נכתוב `x` ובמקום `ypos` נכתוב `y`. האם התוכנית תעבוד כעת, או שתתקבל שגיאה?

```
def main():
    plane1 = Plane()
    x, y = plane1.get_position()
    print(x, y)
```

התשובה היא שהתוכנית תעבוד ללא כל בעיה. חשוב להבין ש-x, y שהגדרנו בפונקציה main אינם x, y ששייכים ל-plane1. במילים אחרות, x אינו plane1.x ו-y אינו plane1.y. אין להם את אותו id(). גם אם נשנה את x, ערכו של plane1.x לא ישתנה.

### תרגיל



כיתבו class של החיה האהובה עליכם (לדוגמה Cat, Dog וכו').

- הוסיפו מתודת `__init__` שתכלול את שם החיה (לדוגמה Kermit) ואת גיל החיה

- הוסיפו מתודת `birthday`, שתעלה את גיל החיה ב-1

- הוסיפו מתודת `get_age` שתחזיר את גיל החיה

שימו לב שבשלב הזה כל החיות שתיצרו באמצעות התבנית של המחלקה יקבלו את אותו שם אשר מופיע ב-`__init__`. בקרוב נלמד כיצד נותנים לכל חיה שם שונה בשלב האתחול.



## כתיבת class משופר

בחלק זה נלמד לשפר את ה-class שכתבנו בחלק הקודם. לשם כך נלמד לבצע כמה דברים:

- ליצור members "מוסתרים"
- להפוך את ה-class לקובץ שניתן לייבא על ידי import
- לקבוע ערכים התחלתיים לאובייקט חדש
- ליצור פקודת הדפסה מיוחדת ל-class שלנו
- ליצור מתודות accessor ו-mutator

### יצירת members "מוסתרים"

קטע הקוד הבא דורס את נתוני המיקום של המטוס:

```
plane1 = Plane()
plane1.x = 10
plane1.y = 10
x, y = plane1.get_position()
print(x, y)
```

המתודה `get_position` תחזיר את הערכים 10, 10. בעולם האמיתי, תוצאה של קוד כזה עלולה להיות התנגשות בין מטוסים. עלינו למצוא דרך "להסתיר" את נתוני המיקום של המטוס, כך שהתוכנה שעושה בהם שימוש לא תשנה אותם בטעות.



בפייתון, הסתרה של members מתבצעת באמצעות תחילית `__` (קו תחתי כפול). נסתיר את המשתנים של `Plane`:

```
class Plane:

    def __init__(self):
        self.__x = 0
        self.__y = 0

    def update_position(self):
        self.__x += random.randint(-1, 1)
        self.__y += random.randint(-1, 1)

    def get_position(self):
        return self.__x, self.__y
```

הקו התחתי הכפול גורם לכך שרק מתודות של `Plane` מכירות את ה-`members` הללו. מי שמשתמש ב-`class` שלנו כבר לא יכול לראות שהם קיימים. שימו לב להבדל: לפני ההסתרה, כתיבה של "plane1." העלתה אפשרויות שונות, ביניהן `x`, `y`.

```
plane1 = Plane()
plane1.
```

m	get_position(self)	Plane
f	x	Plane
m	update_position(self)	Plane
f	y	Plane

לאחר ההסתרה, אפשר באמצעות המשלים האוטומטי לראות רק את המתודות הבאות:

```
plane1 = Plane()
plane1.|
```

m	get_position(self)	Plane
m	update_position(self)	Plane

האם זה אומר שכבר אי אפשר לגשת אל members מוסתרים? לא. פייתון מאפשרת לנו גם אפשרות זו. בשפות עיליות ישנו מושג שנקרא "private", שמשמעותו משתנים או מתודות שאי אפשר לגשת אליהן מחוץ ל-class. בפייתון אין private, יש רק הסתרה. אם מתעקשים, אפשר לגשת אל members אפילו אם הם מוסתרים.

כזכור פונקציית dir מחזירה את כל המתודות וה-members ששייכים לאובייקט מסויים. אם כך, נעשה dir(plane1) ונקבל רשימה ארוכה שמתחילה כך:

```
_Plane__x
_Plane__y
__class__
__delattr__
__dict__
__dir__
```

שימו לב לשני האיברים הראשונים ברשימה, אשר מסתיימים ב-"\_x" וב-"\_y". כן, נראה דומה למה שאנחנו מחפשים. ננסה לפנות אליהם:

```
def main():
    plane1 = Plane()
    plane1._Plane__x = 5
    plane1._Plane__y = 6
    print(plane1.get_position())
```

הקוד רץ ללא שגיאות וכאשר מדפיסים את הערך שמחזירה get\_position מתקבל (5,6), מה שמעיד על כך שאכן שינינו את הערכים.

האם מדובר בבאג של פייתון? לא, כך פייתון תוכננה. הרעיון הוא לאפשר גמישות מקסימלית למתכנתים. פייתון אומרת "ראו, יש סיבה שהמשתנים הללו מוסתרים. מי שכתב את הקוד לא רצה שתוכנית חיצונית תיגש ותשנה אותם. אבל אם אתם יודעים מה אתם עושים, והקדשתם את הזמן להתגבר על ההסתרה, אז בבקשה – שנו כל מה שתרצו". יכולת זו שימושית רק במקרים נדירים, אבל במקרה הצורך היא מאפשרת לנו, לדוגמה, לבצע שינויים בספריות פייתון שיש בהם באגים, בלי להזדקק לקוד המקור.

אם כך, משתנים מוסתרים בפייתון הם למעשה דרך שלנו לסמן כי אין לשנות את תוכן המשתנה שלא על ידי קוד של המחלקה עצמה. עם זאת, זהו רק סימון – ומשתמש חיצוני יוכל לשנות את ערכי המשתנה המוסתר, אם יבחר בכך.

## שימוש ב-accessor וב-mutator

סקרנו שתי שיטות גישה ל-members של מחלקה.

השיטה הראשונה, היא לגשת אל ה-members ישירות. לדוגמה `plane1.x` היא גישה ישירה ל-member של `plane1`. אם מי שתכנת את המחלקה `Plane` דאג להסתיר את `x`, עדיין נוכל לגשת אליו בעזרת `plane1._Plane__x`.

השיטה השנייה, היא באמצעות שימוש במתודות שנמצאות במחלקה ומשמשות במיוחד לטובת קריאה ושינוי של `members`. לדוגמה, `get_position` היא דוגמה למתודה כזו. ראינו שאם נקרא ל-`plane1.get_position()` נקבל את ערכי המיקום, למרות שהם מוסתרים. למתודה שמאפשרת קריאה של `members` של מחלקה קוראים `accessor` ונהוג שהיא מתחילה ב-`get`.

מתודה שמאפשרת שינוי ערכים של `members` נקראת `mutator` ונהוג שהיא מתחילה ב-`set`. לדוגמה, אם נרצה לאפשר שינוי המיקום של המטוס, נגדיר פונקציה בשם `set_position`, שתקבל מיקום כפרמטר ותשנה בהתאם את מיקום המטוס.

יש דיון נרחב האם שימוש ב-accessors וב-mutators (אשר נקראים גם `getters`, `setters`) הוא נכון, לא רק בשפת פייתון אלא באופן כללי בתכנות מונחה עצמים:

### JAVA TOOLBOX

By Allen Holub, JavaWorld | SEP 5, 2003 1:00 AM PT

HOW-TO

## Why getter and setter methods are evil

Make your code more maintainable by avoiding accessors

<http://www.javaworld.com/article/2073723/core-java/why-getter-and-setter-methods-are-evil.html>

ולעומת זאת:

## Getters and Setters Are Not Evil



by Bozhidar Bozhanov 🌟 MVB · Oct. 14, 11 · Java Zone

<https://dzone.com/articles/getters-and-setters-are-not>

היתרון של accessor, mutators הוא שביכולתו של המתכנת לשלוט בערכים המוכנסים ולוודא תקינות. לדוגמה, אם המתכנת יודע שיש מיקום בעייתי שאסור שמטוס יימצא בו הוא יכול למנוע זאת באמצעות קוד מתאים. הקוד הבא לא מאפשר להזין למטוס מיקום שלילי או את מיקום 4,4 כיוון שנמצא שם מגדל שאינו מאפשר מעבר מטוסים:

```
def set_position(self, x, y):
    if (x, y) == CONTROL_TOWER_LOCATION:
        print("Location of the tower")
    elif x < 0 or y < 0:
        print("Illegal location")
    else:
        self.__x = x
        self.__y = y
        print("Position set")
```

מאידך, טוענים כנגד accessors, mutators טענות רבות, בין היתר שהם מסבכים את כתיבת הקוד. לדוגמה, אם יש אובייקט בשם a ו-member בשם b, אז במקום לכתוב כך:

```
a.b += 1
```

אנחנו נאלצים לכתוב, פחות או יותר, כך:

```
a.set_b(a.get(b) + 1)
```

ספר זה אינו שואף לפסוק בשאלה מהי השיטה העדיפה. נציין שחשוב להכיר את שתי השיטות מכיוון ששתיהן נפוצות בקוד בו אתם עשויים להתקל בעתיד, וחשוב לדעת להשתמש ב-accessors ו-mutators, ולו בשביל לקבל בהמשך החלטה לא להשתמש בהם.

## יצירת מודולים ושימוש ב-import



הקוד שלנו כרגע כולל גם את הגדרת המחלקה, גם את ה-main ואולי גם עוד פונקציות וקבועים שהגדרנו. מדוע כדאי לשנות את זה? משום שאם נרצה להשתמש במחלקה שלנו בתוכנית אחרת, נצטרך להעתיק את כל הקוד שלנו ואז לשנות מה שצריך. לא פתרון נוח. היינו רוצים שתוכנית אחרת תוכל "לייבא" רק את המחלקה שהגדרנו, ואולי כמה קבועים שקשורים אליה – וזהו.

לשם כך, נבצע שתי פעולות: ראשית נפריד את המחלקה לקובץ עצמאי. שנית, נבצע בתוכנית הראשית import למחלקה. נראה איך זה מתבצע.

נשמור קובץ פייתון בשם transport.py. לטובת ההמשך הגדרנו מחלקה נוספת, Boat. להלן הקוד שבקובץ:

```
import random
CONTROL_TOWER_LOCATION = (4, 4)

class Plane:

    def __init__(self):
        self.__x = 0
        self.__y = 0

    def update_position(self):
        self.__x += random.randint(-1, 1)
        self.__y += random.randint(-1, 1)

    def get_position(self):
        return self.__x, self.__y

    def set_position(self, x, y):
        if (x, y) == CONTROL_TOWER_LOCATION:
            print("Location of the tower")
```

```

elif x < 0 or y < 0:
    print("Illegal location")
else:
    self.__x = x
    self.__y = y
    print("Position set")

```

```
class Boat:
```

```

    def __init__(self):
        self.__x = 0
        self.__y = 0

```

```

def main():
    print("This main function is not reached if the file is
imported")

```

```

if __name__ == "__main__":
    main()

```

כעת נגדיר תוכנית שמתמשת במחלקה שנמצאת בקובץ `transport.py`:

```
import transport
```

```

def main():
    plane1 = transport.Plane()
    plane1.set_position(3, 4)
    print(plane1.get_position())

```

```

if __name__ == "__main__":
    main()

```

בשורה הראשונה אנחנו מבצעים `import` לקובץ `transport`. כעת זו הזדמנות נהדרת להסביר את התפקיד של

```
if __name__ == '__main__':
```

בקובץ `transport.py` קיימת פונקציה בשם `main`. כאשר אנחנו מייבאים את הקובץ, אנחנו לא מעוניינים להפעיל את `main` של הקובץ המיובא – יש לנו `main` משלנו שאנחנו עובדים איתו. אנחנו רוצים רק את ההגדרות של המחלקות, וקבועים כלשהם אם הם קיימים, לדוגמה מיקום המגדל. תנאי ה-`if` הנ"ל מודיע לפייתון "אם הגעת לקובץ הזה תוך כדי ריצת התוכנית ולא בעקבות `import`, תריץ את `main`" – בדיוק מה שרצינו שיקרה.

לאחר שביצענו `import`, אנחנו יכולים להשתמש במחלקות שייבאו אל התוכנית שלנו. השימוש במחלקות מצריך שינוי קטן בקוד – לפני שאנחנו מגדירים אובייקט מסוג `Plane` צריך לסמן שהאובייקט שייך לקובץ `transport` שייבאו, כפי שניתן לראות בשורה השלישית. רגע – איך פייתון לא יודע בעצמו ש-`Plane` הוא מחלקה שמוגדרת ב-`transport`? ובכן, פייתון יודע, אבל פייתון מניח שיכול להיות שישנה עוד מחלקה בשם זה בקובץ אחר. מקרה כזה עלול בהחלט להתרחש, במקרה שיש מתכנתים רבים שכותבים מודולים בנפרד. לכן, פייתון דורש שנציין בפירוש לאיזה קובץ אנחנו מתכוונים. ואם בכל זאת אנחנו רוצים לוותר על ציון שם הקובץ? אפשר לוותר על כך בשינוי קטן. שימו לב לצורה הבאה של `import`:

```
from transport import Plane
```

```
def main():
    plane1 = Plane()
```

כעת פייתון יודע שאם אנחנו כותבים `Plane` אנחנו מתכוונים רק למחלקה הנ"ל מתוך `planes`, לכן אפשר לוותר על ציון שם הקובץ. שימו לב לכך שאם אכן היה קיים קובץ אחר שיש בו מחלקה בעלת אותו שם, כרגע "דרסנו" את שם המחלקה בקובץ האחר ולא נוכל להשתמש בו עוד.

ביצענו `import` רק למחלקה אחת מתוך הקובץ ולכן כעת רק המחלקה `Planes` יובאה. המחלקה השניה, `Boat`, נותרה לא מוכרת לתוכנית הראשית. יצרנו את המחלקה `Boat` כדי שנוכל להתרשם מכך.

לעיתים תיתקלו בייבוא של כל המחלקות והקבועים של הקובץ באופן הבא:

```
from transport import *
```

```
def main():
    plane1 = Plane()
    boat1 = Boat()
```

צורה זאת של ייבוא עלולה לגרום לבאגים. מדוע? מכיוון שיכול להיות שבשני קבצים שונים ישנן שתי מחלקות בעלות שם זהה. לדוגמה, נניח שיש מחלקה בשם `Plane` גם בקובץ `transport.py` וגם בקובץ אחר, נניח

?airports.py אם נייבא את שני הקבצים באמצעות `import *`, מה יקרה כאשר נרצה ליצור אובייקט מסוג `Plane`? האם מה שמוגדר ב-`transport` או ב-`airports`? התשובה היא שהקובץ שייבאנו אחרון "דורס" את ההגדרות הקודמות. לכן, שיטה זו אינה מומלצת.

## אתחול של פרמטרים

אפשרויות הטיסה של המטוסים השתנו, כאשר נפתח לרווחת הציבור שדה תעופה נוסף. כעת אנחנו רוצים לאפשר לחלק מהמטוסים להמריא משדה התעופה החדש. נניח שהמיקום של שדה התעופה הוא `(5, 5)`. כלומר, אנחנו צריכים להעביר את קואורדינטות ההמראה של המטוס כאשר אנחנו יוצרים מטוס חדש, מה שכמובן נכון לבצע ב-`__init__`:

```
def __init__(self, airport):
    self.__x = airport[0]
    self.__y = airport[1]
```

אם אנחנו רוצים להגדיר מטוס חדש, אנחנו צריכים להגדיר אותו מראש עם הפרמטרים המבוקשים. לדוגמה:

```
from transport import Plane
NEW_YORK = (5, 5)
```

```
def main():
    american_airlines = Plane(NEW_YORK)
    print(american_airlines.get_position())
```

## קביעת ערך ברירת מחדל

כיוון שרוב המטוסים ממריאים משדה התעופה הישן, היינו רוצים שברירת המחדל למטוס חדש שממריא תהיה שדה התעופה הישן, שמיקומו `(0,0)`. נעשה שינוי קל במתודת האתחול:

```
def __init__(self, airport=(0, 0)):
    self.__x = airport[0]
    self.__y = airport[1]
```

כעת, פייתון בודק אם כאשר אנחנו יוצרים מטוס חדש אנחנו מעבירים את המיקום כפרמטר. אם כן – המיקום שהעברנו קובע, אחרת – מיקום ברירת המחדל קובע. נוכל להגדיר מטוסים חדשים באופנים הבאים:

```
american_airlines = Plane(NEW_YORK)
elal = Plane()
```

האובייקט elal יקבל את ערכי המיקום של ברירת המחדל – כלומר 0, 0, ואילו האובייקט american יקבל את ערכי ההתחלה שהעברנו לו – מיקום שדה התעופה של ניו יורק.

## המתודה \_\_str\_\_

ננסה לעשות print למטוס שהגדרנו, באמצעות הפקודה print american:

```
<transport.Plane object at 0x01031FB8>
```

איך פייתון יודע מה להדפיס כאשר אנחנו עושים print לאובייקט מסויים? לכל אובייקט ישנה מתודת \_\_str\_\_ . אנחנו יכולים לדרוס את \_\_str\_\_ ולהחליף אותה בכל צורת הדפסה שנרצה. הבה נבצע זאת:

```
def __str__(self):
    return "Plane position: {}".format(self.get_position())
```

הסבר: ראשית, המתודה צריכה להחזיר ערך, שהוא הערך שיודפס. לכן ישנו במתודה return. הערך שמוחזר הוא מחרוזת, שחלקה קבוע וחלקה מקבל את הערך שמחזירה המתודה get\_position ומעביר אותו לפורמט המחרוזת.

אם עכשיו נבצע print, נקבל:

```
Plane position: (5, 5)
```

זהו. יותר יפה ממה שהחזירה פקודת ההדפסה לפני השינוי? ☺

## יצירת אובייקטים מרובים

עד כה יצרנו אובייקט אחד מהמחלקה שלנו. אפשר ליצור מה"תבנית" כמה אובייקטים שאנחנו רוצים, רק צריך לדאוג שלכל אובייקט יהיה שם ייחודי, אחרת נדרוס אובייקטים שכבר הגדרנו. נגדיר ארבעה מטוסים:

```
elal = Plane()
american_airlines = Plane(NEW_YORK)
british_airways = Plane(LONDON)
lufthansa = Plane(BERLIN)
```

מטוס אלעל ממריא מנקודת ברירת המחדל שלנו ואילו היתר ממריאים ממיקומים שמועברים כפרמטרים.

אם אנחנו רוצים לבצע פעולה כלשהי על כל המטוסים, נכניס אותם לרשימה (אם אנחנו רוצים לאפשר הוספת מטוסים – אחרת tuple) ואז נוכל לעבור על כולם בלולאה:

```
fleet = [elal, american_airlines, british_airways, lufthansa]
for plane in fleet:
    print(plane)
```



## תרגיל סיכום בנייים – כתיבת class משופר



שפרו את ה-class של החיה שיצרתם:

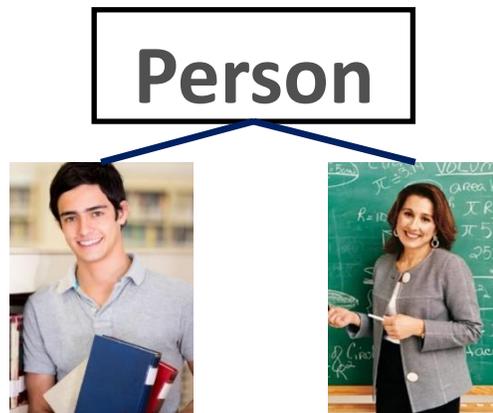
- העבירו את ה-class לקובץ חיצוני ועשו לו import
- הסתירו את שם החיה ואת הגיל שלה (תזכורת: \_\_)
- אפשרו לקבוע את שם החיה בזמן יצירת האובייקט
- אפשרו לשנות את שם החיה (מתודת set)
- אפשרו לקרוא את שם החיה ואת גיל החיה (מתודות get)
- אפשרו הדפסת פרטי החיה על ידי קריאה ל-print (מתודת \_\_str\_\_)



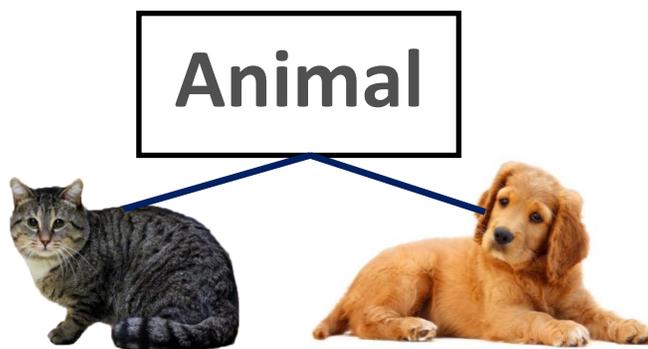
## ירושה – inheritance

לפעמים מחלקה היא סוג ספציפי של מחלקה אחרת. לדוגמה – חתול הוא דוגמה ספציפית של חיה, ומטוס הוא דוגמה ספציפית של כלי תחבורה. הרעיון של ירושה מאפשר לנו לקחת מחלקה קיימת וליצור ממנה מחלקה חדשה, שכוללת את כל התכונות שקיימות במחלקה שירשנו ממנה ועוד תכונות נוספות, שהן מיוחדות רק למחלקה החדשה שיצרנו. המחלקה החדשה, זו שירשת מהמחלקה הקיימת, נקראת subclass. המחלקה שממנה ירשנו נקראת superclass. לדוגמה:

- Student ו-Teacher הם subclasses של ה-class "Person" שנקרא superclass



- Dog ו-Cat הם subclasses של ה-class "Animal" שנקרא superclass



כדי להמחיש איך מייצרים subclass, בתור התחלה ניצור מחלקה בשם Person, עם כמה מתודות בסיסיות:

```
class Person:

    def __init__(self, name='Shooki', age=20):
        self.__name = name
        self.__age = age

    def say(self):
        return "Hi :)"

    def __str__(self):
        return "Person {} is {} years old".\
            format(self.__name, self.__age)

    def get_name(self):
        return self.__name

    def get_age(self):
        return self.__age

    def set_name(self, name):
        self.__name = name

    def set_age(self, age):
        self.__age = age
```

כעת ניצור בית ספר. בבית ספר יש מורים ותלמידים.

למורים יש:

- שם

- גיל

- שכר

לתלמידים יש:

- שם

- גיל

- ממוצע ציונים

יש לנו כבר את המחלקה Person. בואו נשתמש בה. נגדיר שהמחלקות החדשות יורשות מ-Person – שימו לב שמציינים זאת בסוגריים ליד הגדרת המחלקה:

```
class Teacher(Person):
```

```
class Student(Person):
```

שאלה למחשבה: נניח שהגדרנו את Teacher באופן שאין בו כלום, כך:

```
class Teacher(Person):
    pass
```

מה יבצע קטע הקוד הבא?

```
teacher1 = Teacher()
print(teacher1)
```

תשובה: כאשר יצרנו אובייקט מסוג Teacher, פייתון מחפש את ה-\_\_init\_\_ של Teacher. כיוון שלא הגדרנו לו \_\_init\_\_, פייתון הולך אל המחלקה ממנה Teacher יורש, כלומר Person, ומפעיל את ה-\_\_init\_\_ של Person. באתחול של Person נקבעים משתני ברירת מחדל ו-teacher1 יורש אותם. נציין שאילו ל-Teacher כן היה \_\_init\_\_, לא היה מופעל אוטומטית ה-\_\_init\_\_ של המחלקה ממנה הוא יורש. לגבי פקודת ההדפסה, למרות שלא הגדרנו שום מתודה ל-Teacher, הוא יורש את \_\_str\_\_ מ-Person ולכן יודפס:

```
Person Shooki is 20 years old
```

כפי שהחלטנו, צריך שלכל מורה יהיה שכר. לכן נוסיף לו מתודת אתחול. המתודה צריכה לגרום לכך שמה שאפשר נירש מ-Person ומה שספציפי למורה, נגדיר. נבצע זאת כך:

```
class Teacher(Person):
```

```
def __init__(self, name, age, salary):
    Person.__init__(self, name, age)
    self.__salary = salary
```

נסביר מה ביצענו. הגדרנו מחלקה בשם Teacher שיורשת מ-Person. במתודת ה-\_\_init\_\_ הפעלנו את מתודת האתחול של Person עם פרמטרים ששלחנו לה (name, age). כיוון ש-Person לא יודעת מה לעשות עם פרמטר ה-salary, הגדרנו ל-Teacher משתנה נוסף. למעשה, משתנה זה הוא כל מה שמבדיל כרגע בין Teacher ל-Person. הגדרנו פשוט ש-Teacher הוא Person עם שכר.

אם אנחנו רוצים לקרוא למתודות של המחלקה ממנה ירשנו, ניתן להשתמש ב-super. פונקציה זו מוצאת את המחלקה ממנה ירשנו. הקוד הבא קורא לפונקציית ה-\_\_init\_\_ של המחלקה ש-Teacher יורשת ממנה, כלומר ל-Person:

```
class Teacher(Person):
```

```
    def __init__(self, name, age, salary):
        super(Teacher, self).__init__(name, age)
        self.__salary = salary
```

הסיבות המרכזיות לשימוש ב-super הן:

- א. אנחנו רוצים לקרוא למתודה של מחלקה, אשר המחלקה שלנו דרסה עם מתודה בעלת שם זהה.
- ב. במקרים של מחלקות שיורשות ממספר מחלקות, שימוש ב-super הוא הכרחי כדי לוודא שמבוצעים \_\_init\_\_ של כל המחלקות מהן ירשנו.

מה יודפס אם נריץ כעת את הקוד הבא?

```
teacher1 = Teacher("Barak", 40, 100)
print(teacher1)
```

תשובה:

```
Person Barak is 40 years old
```

וזאת מכיוון ש-Teacher יורש את ה-\_\_str\_\_ של Person.

## תרגיל מסכם – ירושה



צרו את המחלקה Student שיורשת מ-Person. עליכם:

- לקבוע ערכי ברירת מחדל כרצונכם
- להוסיף לאתחול משתנה נסתר שישמור את ממוצע הציונים
- הוסיפו לממוצע הציונים מתודות accessor ו-mutator

## פולימורפיזם

הסיבה שהגדרנו ל-Person מתודה בשם say היא בדיוק לטובת חלק זה. נפעיל את say על אובייקט המורה שלנו, ונקבל את המחרוזת "Hi :)". אבל נרצה שהמורה יאמר משהו ייחודי, לדוגמה "Good morning cyber students!". וכמובן שיירש את כל התכונות של Person.

כדי לגרום למתודה say לעבוד כמו שאנחנו רוצים, נגדיר אותה מחדש בתוך Teacher:

```
def say(self):
    return("Good morning cyber students!")
```

שימו לב לסימן העיגול הכחול לצד המתודה. אם נעמוד עליו עם העכבר, נקבל הסבר:

Overrides method in Person

במילים אחרות – דרסנו את המתודה say של Person.



מה יקרה כעת אם נפעיל את say על אובייקט מסוג Teacher? נקבל את המשפט שרצינו.

אנחנו יכולים להגדיר מחלקה נוספת שתירש מ-Person, לדוגמה Student. כמו של-teacher יש מתודת say ייחודית, גם ל-Student אפשר להגדיר say. כעת אפשר להבין מדוע קוראים לפעולה זו "פולימורפיזם". "Poly" משמעותו "הרבה" ואילו "morph" משמעותו "צורה". הרבה צורות. ואכן, לעיתים אובייקט מגיע בהרבה צורות, שיש להן בסיס משותף. מורה, תלמיד וסוגים שונים של בעלי מקצוע הם כולם צורות שונות של Person.

לעיתים אנחנו רוצים ש-subclass יפנה למשתנים מוסתרים של ה-superclass שלו. חשוב לדעת שמשתנים מוסתרים הינם מוסתרים גם מהירשים. לכן, אם אנחנו רוצים להשתמש ב-members של superclass, ניתן לבחור לעשות זאת באמצעות מתודות accessor (כזכור יש דיון נרחב בשאלה האם אכן רצוי לעשות זאת). לדוגמה, נעדכן את מתודת ה-str של Teacher:

```
def __str__(self):
    return "Teacher {} is {} years old, salary {} per hour".\
        format(self.get_name(), self.get_age(), self.__salary)
```

כל מה שצריך לעשות כדי להשתמש בפונקציה הזו הוא פשוט מאד לבצע print לאובייקט שלנו. לדוגמה:

```
teacher1 = Teacher("Barak", 40, 100)
print(teacher1)
```

## הפונקציה isinstance

בבית הספר המעולה של נווה חמציצים נפתחה מגמת סייבר. נגדיר תלמיד שלומד במגמה בתור CyberStudent, כלומר אובייקט שירש מ-Student אך כזה שכולל גם ציון סייבר:

```
class CyberStudent(Student):
```

```
    def __init__(self, name, age, grade, cyber_grade):
        super(CyberStudent, self).__init__(name, age, grade)
        self.__cyber_grade = cyber_grade

    def get_cyber_grade(self):
        return self.__cyber_grade
```

עד כה אין שום דבר חדש במה שעשינו. הגדרנו subclass של Student. אך כעת, מנהל בית הספר מבקש שכל תלמיד שהציון שלו בסייבר טוב יקבל הודעת "Wow!".

מתכנת הכניס לרשימה בשם students את האובייקטים של כל התלמידים, גם אלו שנמצאים במגמת סייבר וגם אלו שאינם. לאחר מכן המתכנת כתב את הקוד הבא. האם הקוד יעבוד באופן תקין?

```
rami = CyberStudent("Rami", 16, 90, 95)
yael = CyberStudent("Yael", 17, 85, 100)
guy = Student("Guy", 15, 95)
```

```
students = [rami, yael, guy]
```

```
for student in students:
    if student.get_cyber_grade() >= GOOD_GRADE:
        print("Wow!")
```

תשובה:

כאשר נריץ את הקוד, נקבל שגיאת הרצה -

Wow!

Wow!

...AttributeError: 'Student' object has no attribute 'get\_cyber\_grade'

הסיבה היא שאמנם ל-CyberStudent יש מתודה בשם `get_cyber_grade`, אבל ל-Student אין מתודה כזו. לכן, האובייקט הראשון מסוג Student שנמצא ברשימה יגרום לשגיאת ההרצה הנ"ל. על מנת לפתור את הבעיה, הפונקציה `isinstance` מגיעה לעזרתנו. הפונקציה מקבלת שם של אובייקט ושם של מחלקה, ובודקת אם האובייקט שייך למחלקה או יורש מהמחלקה הזו. אם כן – מוחזר True, אחרת – False. חשוב לציין, שאובייקט תמיד שייך ל-superclass של המחלקה שלו.

כעת נוכל לכתוב מחדש את הלולאה שלנו, כך שרק אם student הוא מסוג CyberStudent תתבצע קריאה ל-`get_cyber_grade`:

```
for student in students:
    if isinstance(student, CyberStudent):
        if student.get_cyber_grade() >= GOOD_GRADE:
            print("Wow!")
```

נסיים בשאלה למחשבה. מוגדרים התלמידים הבאים:

```
yael = CyberStudent("Yael", 17, 85, 100)
guy = Student("Guy", 15, 95)
```

מה תהיה התוצאה של כל אחת מהבדיקות הבאות?

```
print(isinstance(guy, Student))
print(isinstance(yael, CyberStudent))
print(isinstance(guy, Person))
print(isinstance(guy, CyberStudent))
print(isinstance(yael, Student))
```

תשובה:

שתי הבדיקות הראשונות יחזירו כמובן True.

הבדיקה השלישית תחזיר True מכיוון ש-noam הוא Student, כלומר subclass של Person.

הבדיקה הרביעית תחזיר False, כיוון ש-noam הוא Student, ואינו יורש מ-CyberStudent.

הבדיקה החמישית תחזיר True, מכיוון ש-daniel הוא CyberStudent, אשר יורש מ-Student.

### תרגיל מסכם פולימורפיזם – BigCat (קרדיט: שי סדובסקי)



הגדירו מחלקה בשם BigThing, אשר מקבלת כפרמטר בזמן היצירה משתנה כלשהו (המשתנה יכול להיות כל דבר – מחרוזת, רשימה, מספר וכו'). למחלקה יש מתודה בשם size, אשר עובדת כך:

- אם המשתנה הוא מספר – המתודה מחזירה את המספר

- אם המשתנה הוא רשימה / מילון / מחרוזת – המתודה מחזירה את len של המשתנה

לדוגמה, עבור ההגדרה:

```
my_thing = BigThing('table')
```

התוצאה של size(my\_thing) יהיה 5, כאורך המחרוזת 'table'.

כעת הגדירו מחלקה בשם BigCat, אשר יורשת מ-BigThing ומקבלת כפרמטר בזמן היצירה גם משקל.

- אם המשקל גדול מ-15, המתודה size תחזיר "Fat"

- אם המשקל גדול מ-20, המתודה size תחזיר "Very fat"

- אחרת יוחזר "OK"

לדוגמה, עבור ההגדרה:

```
latif = BigCat('latif', 22)
```

התוצאה של size(latif) תהיה "Very fat"

# פרק 11 – OOP מתקדם (תכנות משחקים באמצעות PyGame)



בחלק זה נלמד לכתוב משחקים באמצעות מודול PyGame של פייתון.

בשלב הראשון נעשה שימוש בפונקציות בסיסיות של PyGame – ניצור מסך עם גרפיקה נעה, אשר מגיבה למקלדת ולעכבר ומשמיעה צלילים. בשלב השני, נשלב OOP (תכנות מונחה עצמים), על מנת ליצור משחקים המבוססים על שכפול של עצמים ובדיקה אם שני עצמים נוגעים זה בזה (לדוגמה משחקי יריות, משחקי כדור ומשחקי מבוכים).

תוכן העניינים של פרק זה הינו כדלקמן:

א. כתיבת שלד של PyGame

ב. הוספת תמונת רקע

ג. הוספת צורות גאומטריות

ד. הזזת צורות על המסך

ה. הוספת דמויות Sprites

ו. קבלת קלט מהעכבר

ז. קבלת קלט מהמקלדת

ח. השמעת צלילים

ט. שילוב OOP

י. בדיקת התנגשויות בין עצמים

## כתיבת שלד של PyGame

לפני הכל, בתוך cmd כיתבו

```
pip install pygame
```

כדי להיות מסוגלים לייבא אותו.

```
import pygame

WINDOW_WIDTH = 700
WINDOW_HEIGHT = 500

pygame.init()
size = (WINDOW_WIDTH, WINDOW_HEIGHT)
screen = pygame.display.set_mode(size)
pygame.display.set_caption("Game")

pygame.quit()
```

ראשית כל הסקריפט שלנו צריך לבצע import למודול PyGame.

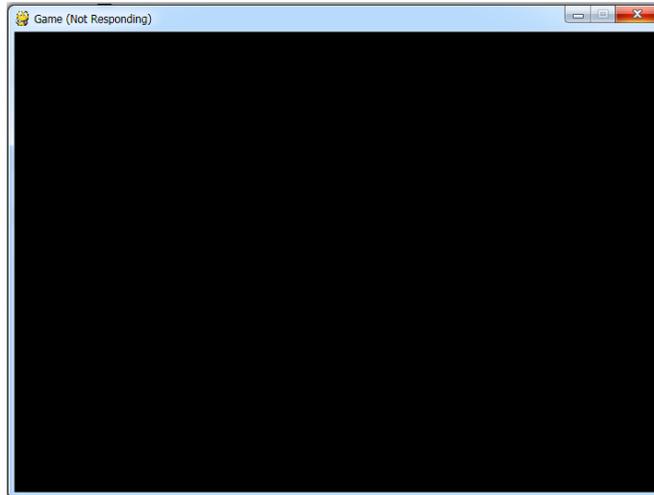
נגדיר בתור קבועים את גודל החלון – כמות הפיקסלים לרוחב ולגובה החלון.

לאחר מכן נאתחל את PyGame על ידי קריאה לפונקציה init, כך שנוכל להתחיל להשתמש בפונקציות שונות שלו.

ניצור מסך בגודל שקבענו ונקבע לו את השם "Game".

מיד לאחר מכן תבצע הפקודה PyGame.quit().

כאשר נריץ את התוכנית, יופיע לרגע קצר מסך של PyGame ואז המסך ייסגר.



אם נרצה שהמסך יישאר, נכניס לפני שורה 13 לולאה אינסופית, אך שימו לב שכרגע – באופן זמני – הדרך היחידה לסגור את התוכנית היא באמצעות לחצן העצור של PyCharm או באמצעות מנהל המשימות. לחצן סגירת החלון שבקצה העליון של המסך עדיין אינו עובד. מיד נסדר את זה ©

נרצה לגרום למצב בו לחיצה על כפתור הסגירה של מסך המשחק שלנו מבצעת את מה שהיא אמורה לעשות, וסוגרת את המסך. לשם כך, עלינו לתת לתוכנית שלנו הוראה מה לעשות במקרה שיש לחיצה על כפתור הסגירה:

```
finish = False
while not finish:
    for event in pygame.event.get():
        if event.type == pygame.QUIT:
            finish = True
```

כל פעולה שהמשתמש מבצע במסך המשחק מגיעה אל רשימה, ולכל פעולה כזו מוצמד סוג של ארוע – `event.type`. לדוגמה, לחיצה על כפתור סגירת המסך היא סוג ארוע בשם `pygame.QUIT`. המתודה `pygame.event.get()` מספקת לנו את הרשימה של כל הפעולות שהמשתמש ביצע מאז הפעם האחרונה שקראנו לה. הקוד לעיל עובר על כל הפעולות שהמשתמש ביצע ובודק אם אחת מהן היא `pygame.QUIT`. אם כן – הקוד יוצא מהלולאה האינסופית.

## שינוי רקע

הרקע השחור אמנם נחמד, אך לעיתים נרצה לצבוע את המסך שלנו בצבע אחר, לדוגמה בצבע לבן.

נצטרך להגדיר את הצבע הלבן בתור tuple של 3 מספרים -

WHITE = (255, 255, 255)

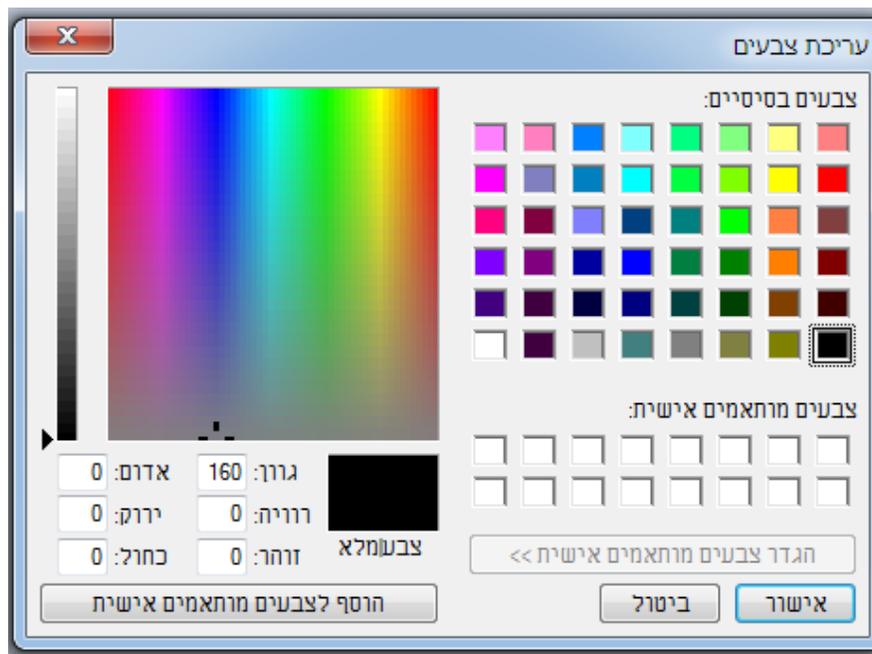
אלו ערכי RGB (Red, Green, Blue) של הצבע הלבן. כל צבע מוגדר על ידי שלישיית מספרים שונה. לדוגמה:

RED = (255, 0, 0)

וכמובן:

BLACK = (0, 0, 0)

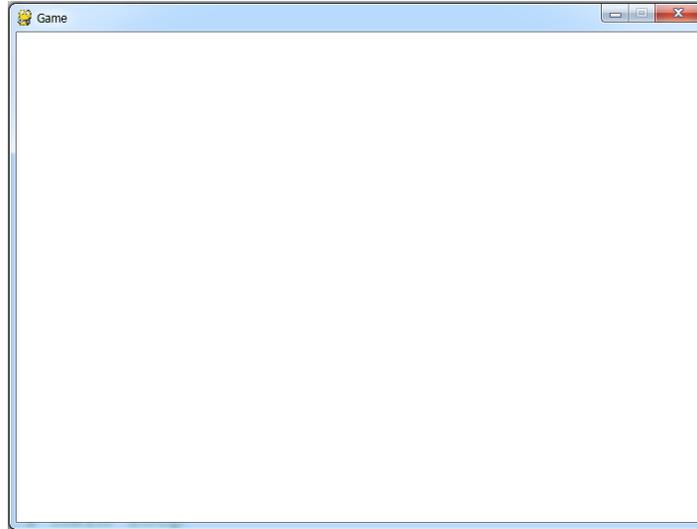
אפשר למצוא את שלישיית ה-RGB של כל צבע שתרצו באמצעות תוכנת paint (צייר) הבסיסית שמגיעה עם Windows, תחת תפריט "עריכת צבעים":



כעת נגדיר בתוכנית שהצבע של המסך שלנו הוא לבן. לפני הכניסה ללולאה, נוסיף את השורות הבאות:

```
screen.fill(WHITE)
pygame.display.flip()
```

והתוצאה:

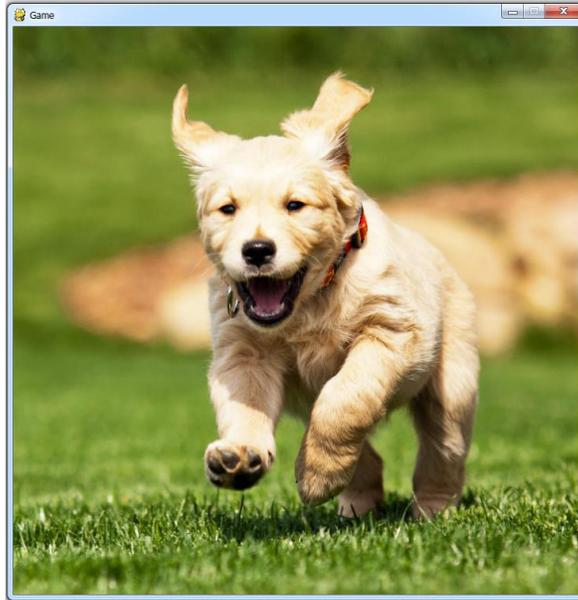


מה מבצעת הפקודה flip?

מסך המחשב קורא את המצב של כל פיקסל ממקום מוגדר בזיכרון המחשב (שנקרא "video memory"). הפקודה fill עדיין לא משנה את המצב של הזיכרון ממנו המסך מציג, אלא רק את האובייקט screen. בשורה הבאה, אנו מורים לתוכנית שלנו לבצע "flip", כלומר להחליף את המידע ב-video memory במידע ששמרנו בתוך האובייקט screen. רק ביצוע ה-flip הוא שמשנה בפועל את מצב המסך שלנו.

במילים אחרות, אנחנו יכולים לערוך את האובייקט screen כפי רצוננו, אך ללא flip כל השינויים שנבצע יהיו נסתרים למשתמש ולא יוצגו על המסך.

רקע לבן הוא משעמם קצת, בואו נעלה תמונת רקע!



ראשית נבחר תמונה כרצוננו. שימו לב לגודל התמונה בפיקסלים. אפשר למצוא את הגודל באמצעות ה- properties של הקובץ. במקרה זה, הגודל הוא 720 על 720 פיקסלים.



שנו את הקבועים שנמצאים בראש התוכנית – גובה ורוחב החלון – על מנת להתאים אותו לגודל התמונה שבחרתם. לאחר ששינינו את גודל המסך כדי שיתאים לתמונה, נטען אותה כתמונת רקע.

ראשית נגדיר קבוע בשם IMAGE שיכיל את שם הקובץ שלנו, לדוגמה:

```
IMAGE = 'example.jpg'
```

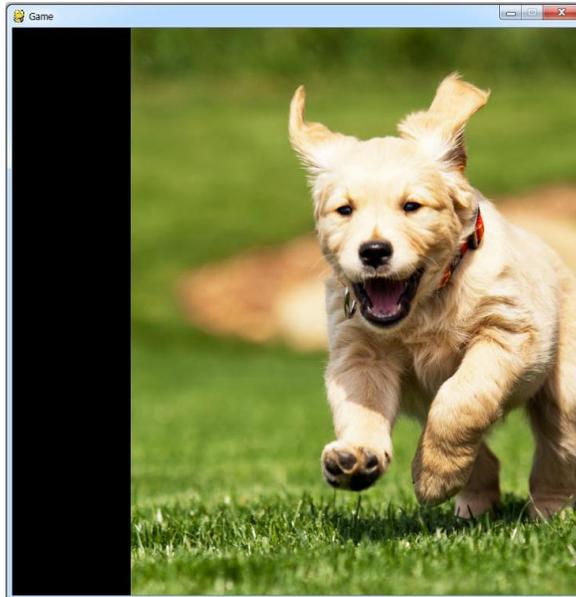
וכעת נטען את התמונה כתמונת רקע:

```
img = pygame.image.load(IMAGE)
screen.blit(img, (0, 0))
```

`pygame.display.flip()`

הפקודה השניה טוענת את התמונה לתוך האובייקט `screen`, החל ממיקום `(0, 0)`. זוהי הפינה השמאלית העליונה של המסך. כיוון שדאגנו מראש שגודל המסך יהיה שווה לגודל התמונה, תמונת הרקע תופסת כעת את כל גודל המסך.

שימו לב מה היה קורה אילו היינו מנסים לטעון את התמונה ממקום התחלתי `(150, 0)`:



כלומר ככל שאנחנו עולים בפרמטר הראשון אנחנו זזים ימינה על המסך. ככל שאנחנו עולים בפרמטר השני אנחנו זזים למטה. אם הגדרנו מסך בגודל 720 על 720, הפיקסל הימני התחתון הוא במספר `(719, 719)`.

## הוספת צורות

כעת נוסיף כמה צורות על הרקע שלנו. ספריית PyGame מאפשרת לנו לצייר קווים, עיגולים, מלבנים, אליפסות וקשתות.

נתחיל בכך שנצייר קו. לשם כך, נשתמש במתודה `pygame.draw.line`. מתודה זו מקבלת בתור פרמטרים:

- משטח – אובייקט של PyGame עליו יצויר הקו

- צבע הקו

- נקודת התחלה

- נקודת סיום

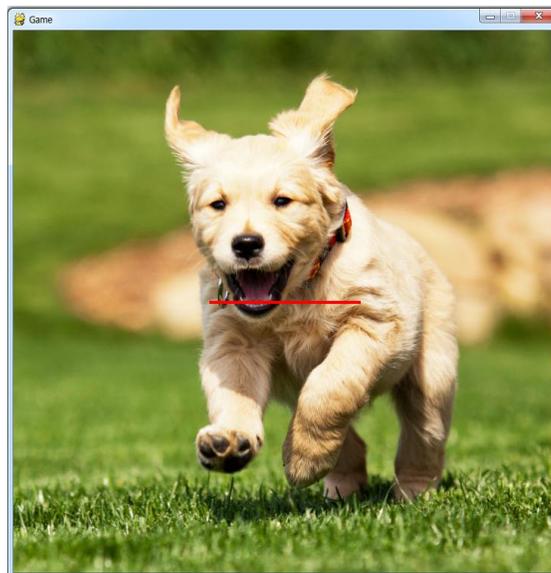
- עובי הקו (ברירת מחדל – 1)

כך:

```
pygame.draw.line(surface, color, start_pos, end_pos, width=1)
```

כלומר, כדי לצייר קו אדום מנקודה `[260, 360]`, אל נקודה `[460, 360]` ובעובי 4:

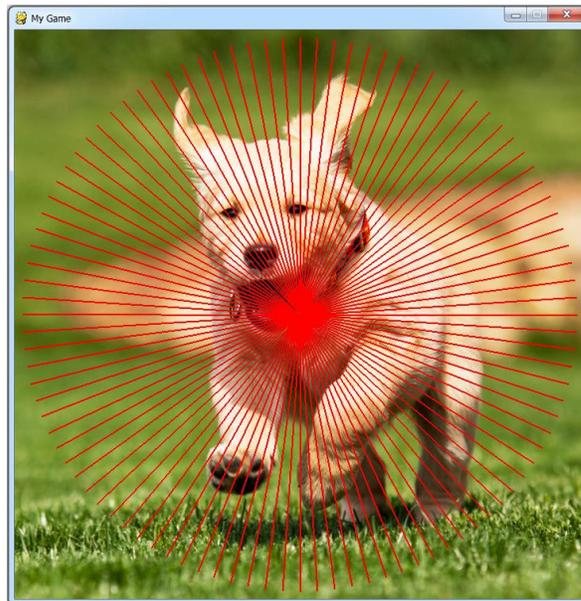
```
pygame.draw.line(screen, RED, [260, 360], [460, 360], 4)
pygame.display.flip()
```



תרגיל



צרו בעצמכם את הדוגמה הבאה, המורכבת מ-100 קווים באורך 350 היוצאים ממרכז התמונה. טיפ: השתמשו ב-`import math` כדי לחשב את נקודת הסיום של כל קו, בעזרת הפונקציות `sin` ו-`cos`.

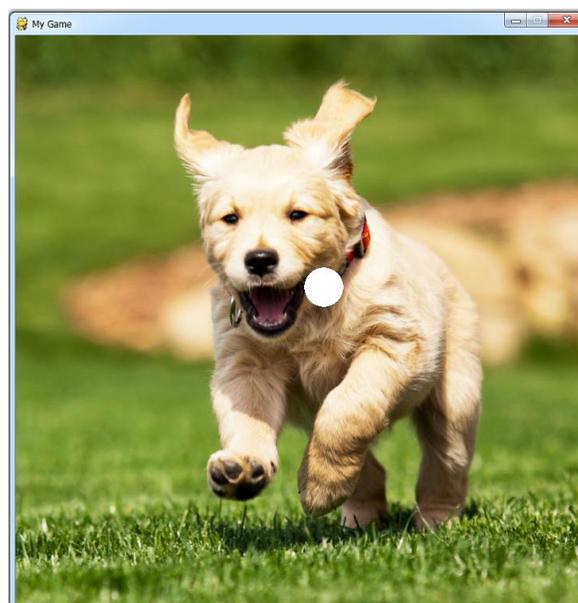


תרגיל



באמצעות התייעוד שנמצא בקישור הבא, ציירו עיגול במקום כלשהו על המסך.

<https://www.PyGame.org/docs/ref/draw.html>



## תזוזה של גרפיקה

עד עכשיו ציירנו על המסך צורות שונות, מיד נלמד איך להזיז אותן. איך אפשר לגרום לצופה לחוש שצורה זזה על המסך?

מציירים צורה במקום מסויים. לאחר זמן מה מוחקים אותה, ומציירים אותה שוב במקום אחר, ליד המקום הקודם. כך נדמה לצופה שהצורה "זזה".

נתייחס לשלבים השונים:

מחיקת צורה וציור שלה מחדש: כל מה שעלינו לעשות כדי למחוק צורה, הוא פשוט לצייר את תמונת הרקע מעליה. להזכירכם, לצייר צורה מעל תמונת הרקע כבר למדנו.

המתנה של פרק זמן מוגדר בין המחיקה לציור: על מנת לעשות זאת נזדקק לשעון (טיימר), שיתזמן את פרק הזמן בו יש לחזור על פעולות המחיקה והציור מחדש.

כדי להוסיף שעון, נגדיר:

```
clock = pygame.time.Clock()
```

שימו לב לכך שה-Clock עם C גדולה. נוסיף לקבועים שלנו את:

```
REFRESH_RATE = 60
```

כלומר, המסך מתעדכן 60 פעמים בשניה.

נבנה מחדש את הלולאה המרכזית של התוכנית:

```

clock = pygame.time.Clock()
ball_x_pos = 0
ball_y_pos = 0

finish = False
while not finish:
    for event in pygame.event.get():
        if event.type == pygame.QUIT:
            finish = True

    screen.blit(img, (0, 0))
    ball_x_pos += 1
    ball_y_pos += 1

    pygame.draw.circle(screen, WHITE, \
                       [ball_x_pos, ball_y_pos], RADIUS)
    pygame.display.flip()
    clock.tick(REFRESH_RATE)

```

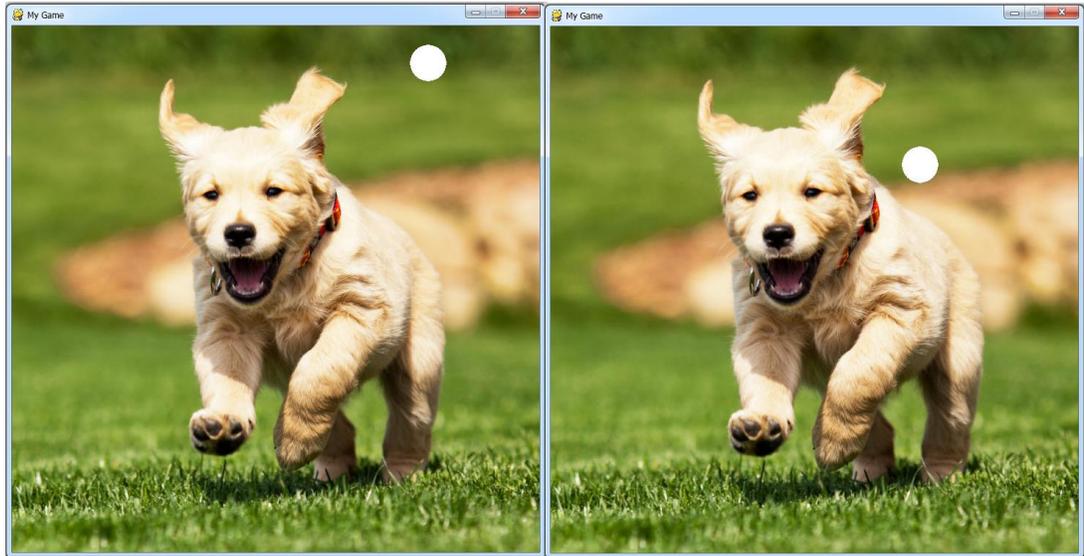
הכנסנו את הפקודה `flip` לתוך הלולאה מכיוון שכעת אנחנו צריכים לצייר את הרקע בכל פעם מחדש (וזאת על מנת למחוק את הצורה שאנחנו מעוניינים להזיז).

במקום הפקודות שמקדמות את ערכי ה-x וה-y ביחידה אחת, צריך לבוא קטע קוד כלשהו שמזיז את הצורה שלנו. לדוגמה, אפשר להזיז מעט את העיגול שציירנו בתרגיל הקודם. בדוגמת הקוד לעיל, אנו מזיזים את העיגול בפיקסל אחד למטה ובפיקסל אחד ימינה בכל איטרציה של הלולאה, רק בכדי להמחיש את העקרון. שימו לב שאנחנו לא בודקים שמיקום העיגול הוא הגיוני (לדוגמה, שהעיגול נמצא בתוך המסך...).

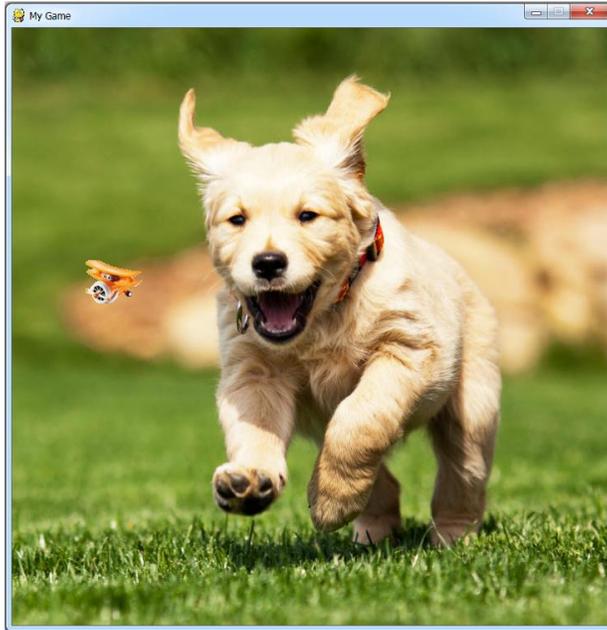
הפקודה האחרונה מגדירה לשעון שלנו להמתין פרק זמן לפני האיטרציה הבאה של לולאת ה-`while`. כאמור, בלי המתנה זו, לא נוכל לשלוט במהירות ההתקדמות של הגרפיקה שלנו על המסך.

**תרגיל – פינג פונג**

שכללו את התרגיל בו ציירתם עיגול על המסך, כך שהעיגול יתקדם על המסך מצד לצד. במידה והעיגול נוגע בשולי המסך, שנו את וקטור המהירות שלו כאילו שהוא כדור שניתז ממשטח.



## ציור Sprite



סיימנו להשתעשע עם צורות גאומטריות. כעת נניח על תמונת הרקע שלנו תמונת שחקן קטנה, שנקראת Sprite, ונזיז אותה ממקום למקום.

בתור תמונת שחקן נבחר קובץ תמונה קטן:



שימו לב שהמטוס נמצא על רקע אחיד. מיד נבין את החשיבות שבכך.

כדי ליצור תמונה עם רקע אחיד נפתח את תוכנת הצייר, paint, ונעתיק לתוכה כל תמונה שנרצה. כעת נגדיר צבע רקע באמצעות תפריט "עריכת צבעים" אותו הכרנו כבר. חשוב להגדיר צבע שאינו נמצא בתמונה שבחרנו. במקרה זה בחרנו את הצבע הורוד שה- $RGB$  שלו הוא  $(255, 20, 147)$ .

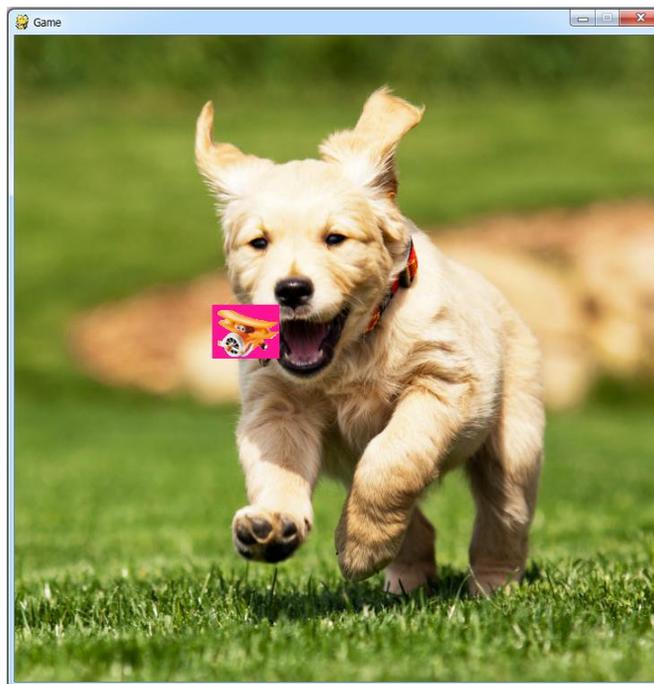
לאחר שסיימנו, מומלץ לשמור את התמונה בפורמט png. זהו פורמט שאינו מעוות את הצבעים בתמונה וכך הצבע שבחרנו בתור רקע יישמר כמו שהוא.

בשלב הבא נטען את ה-Sprite שלנו לתוכנית:

```
img = pygame.image.load(IMAGE)
screen.blit(img, (0, 0))
player_image = pygame.image.load('plane.png').convert()
screen.blit(player_image, [220, 300])
pygame.display.flip()
```

בשורות שנוספו אנחנו טוענים את קובץ התמונה שלנו וקובעים את המיקום שלו על תמונת הרקע.

אם נריץ את התוכנית כעת, נקבל את התוצאה הבאה:



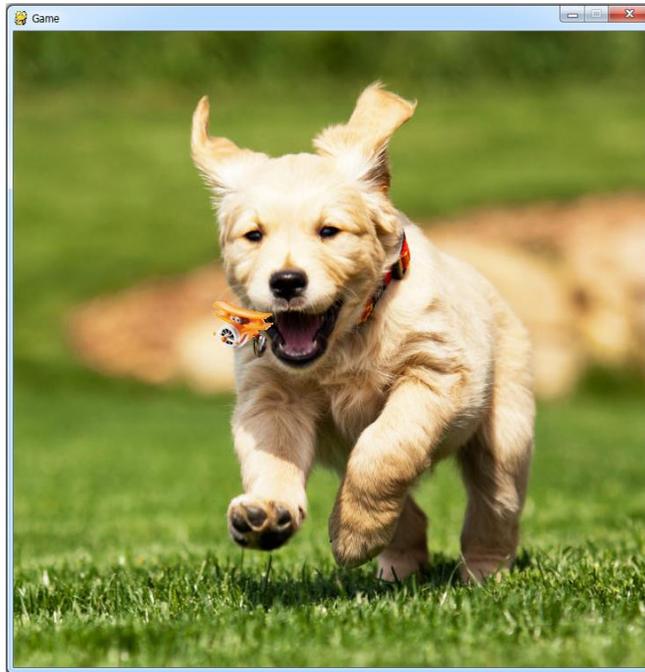
כאן נכנס לשימוש הרקע שהגדרנו ל-Sprite שלנו.

בתחילת התוכנית נגדיר כקבוע את הצבע שאיתו צבענו את ה-Sprite שלנו:

```
PINK = (255, 20, 147)
```

נגדיר לתוכנית שלנו להתעלם מהצבע הזה. כלומר, אם היא מזהה ב-Sprite שלנו פיקסל בצבע שהגדרנו, היא תתייחס אליו כשקוף ולא תצבע איתו מעל תמונת הרקע (שימו לב לשורה המודגשת):

```
img = pygame.image.load(IMAGE)
screen.blit(img, (0, 0))
player_image = pygame.image.load('plane.png').convert()
player_image.set_colorkey(PINK)
screen.blit(player_image, [220, 300])
pygame.display.flip()
```



נפלא! כעת אנחנו יכולים להעלות כל תמונה מעל תמונת הרקע שלנו ולהזיז אותה.

## קבלת קלט מהעכבר

כאשר אנו מקבלים קלט מהעכבר, אנחנו רוצים למעשה לדעת שני דברים:

- מה מיקום העכבר על המסך

- אילו כפתורים לחוצים

לשמחתנו, PyGame מספק לנו את המידע הזה די בקלות.

באמצעות המתודה `pygame.mouse.get_pos()` אנחנו מקבלים את המיקום הנוכחי של העכבר. במידה שנרצה שה-Sprite ינוע בהתאם למיקום העכבר, כל מה שנותר לנו לעשות הוא להודיע למסך שלנו לצייר את ה-Sprite במיקום של העכבר ואז לבצע `flip` למסך.

```
finish = False
while not finish:
    for event in pygame.event.get():
        if event.type == pygame.QUIT:
            finish = True

    screen.blit(img, (0, 0))
    mouse_point = pygame.mouse.get_pos()
    screen.blit(player_image, mouse_point)

    pygame.display.flip()
    clock.tick(REFRESH_RATE)
```

כפי ששמתם לב, האייקון של העכבר מופיע על ה-Sprite שלנו וזה לא נראה יפה במיוחד. לכן, בתחילת התוכנית, מיד לאחר פקודת ה-`pygame.init()`, נריץ את שורת הקוד הבאה, שתעלים את האייקון של העכבר:

```
pygame.mouse.set_visible(False)
```

כעת נרצה לבצע פעולות שונות על פי לחיצות המשתמש על העכבר.

ראשית נגדיר את לחצני העכבר. המספרים המשוייכים לכל לחצן הן בהתאם לערכים של PyGame, אנחנו נותנים להם שמות כדי שהקוד יהיה יותר קריא:

```
LEFT = 1
SCROLL = 2
RIGHT = 3
```

בכל פעם שהמשתמש יקליק על הכפתור השמאלי של העכבר, נשמור את מיקום העכבר ברשימה שאנחנו ניצור – `mouse_pos_list`. נוכל להשתמש ברשימת המיקומים של העכבר בשביל לעשות כל דבר שנרצה.

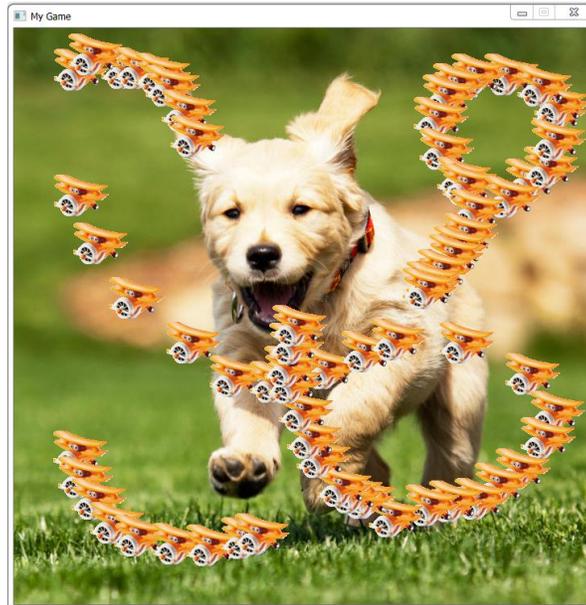
נבחן את הקוד הבא:

```
mouse_pos_list = []
finish = False
while not finish:
    for event in pygame.event.get():
        if event.type == pygame.QUIT:
            finish = True
        elif event.type == pygame.MOUSEBUTTONDOWN \
            and event.button == LEFT:
            mouse_pos_list.append(pygame.mouse.get_pos())
```

התנאי שהגדרנו מתחיל בבדיקת `event.type` – אנו בודקים האם מדובר בלחיצה על כפתור כלשהו בעכבר. שימו לב שאין צורך להגדיר את הקבוע `MOUSEBUTTONDOWN`, משום שהקבוע הזה מופיע כבר בתוך ה-`event` המוגדרים של PyGame. לאחר שווידאנו שהתרחשה לחיצה על כפתור כלשהו בעכבר, אנו בודקים איזה כפתור בדיוק נלחץ.

**תרגיל – עכבר**

כיתבו תוכנית אשר בכל פעם שהעכבר נלחץ בקליק שמאלי, תשאיר על המסך עותק של ה-Sprite שלנו. וודאו שניתן להקליק על העכבר ללא הגבלה.



## קבלת קלט מהמקלדת

קבלת קלט מהמקלדת דומה למדי לקבלת קלט מהעכבר. גם כאן, אנו מחפשים event בדרך הרשימה שחוזרת מקריאה ל-PyGame.event.get(), רק שהפעם נחפש ארועים שקשורים למקלדת.

ראשית, נבדוק שהיתה לחיצה על המקלדת, וזאת באמצעות ה-event שנקרא KEYDOWN:

```
if event.type == pygame.KEYDOWN:
```

בהנחה שאכן הייתה לחיצה על המקלדת, נוכל לבדוק האם מקש ספציפי הוקש. כל המקשים במקלדת מתחילים ב-K\_ ואחריו יש את המקש. לדוגמה, מקש ה-a הוא K\_a. נוכל לבדוק אם מקש ה-a הוקש על ידי:

```
if event.key == pygame.K_a:
```

```
finish = False
while not finish:
    for event in pygame.event.get():
        if event.type == pygame.QUIT:
            finish = True
        elif event.type == pygame.KEYDOWN:
            if event.key == pygame.K_a:
```

## השמעת צלילים

ראשית ניצור קובץ שמכיל את הצליל שאנחנו רוצים להשמיע. רוב הצלילים ניתנים למציאה ב-youtube (אפשר לחפש לדוגמה laser beam sound effect). לאחר מכן נוריד את קובץ ה-mp3 באמצעות אתר כגון:

<http://www.youtube-mp3.org/>

שימו לב שהורדת מוזיקה שיש עליה זכויות יוצרים באמצעות אתר זה הינה בניגוד לתנאי השימוש של יוטיוב.

# YouTube mp3

<http://www.youtube.com/watch?v=KMU0tzLwhbE>

Convert Video

כדי לחתוך רק קטע מסויים ממתוך קובץ ה-mp3 שהורדנו, נשתמש באתר כגון:

<http://mp3cut.net/>



כעת יש ברשותנו קובץ mp3 עם הצליל המבוקש.

העלאה והשמעה שלו מתבצעות כך:

```
SOUND_FILE = "kaboom.mp3"
pygame.mixer.init()
pygame.mixer.music.load(SOUND_FILE)
pygame.mixer.music.play()
```

## תרגיל סיכום ביניים



צרו סקריפט PyGame אשר מבצע את הדברים הבאים:

- העלאה של תמונת רקע
- הזדה של Sprite כלשהו על תמונת הרקע

- אפשר יהיה להזיז את ה-Sprite על ידי העכבר
- אפשר יהיה להזיז את ה-Sprite על ידי המקלדת
- לחיצה על קליק שמאלי בעכבר תותיר את ה-Sprite במיקום שלו על המסך
- לחיצה על מקש ה-space תמחק את כל ה-Sprites שצוירו על הרקע
- לחיצה על המקש הימני של העכבר תשמיע אפקט קולי כלשהו

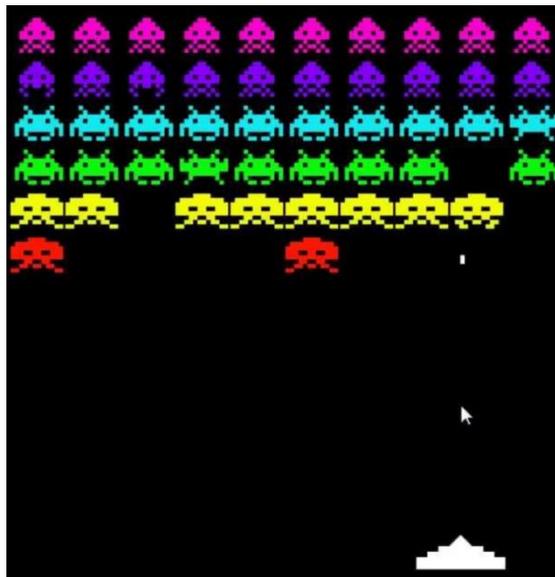
תהנו!

## PyGame מתקדם – שילוב OOP

### מבוא

לאחר שלמדנו לכתוב OOP בפיתון, נשלב את הידע שלמדנו ב-PyGame עם הידע שלנו ב-OOP ליצירת משחקים מורכבים. מדוע אנחנו זקוקים ל-OOP בשביל לכתוב משחקים בפיתון? הלא אנחנו יודעים כבר להעלות למסך כל צורה או Sprite שאנחנו רוצים ולהזיז אותם?

נכון, אבל הבעיה היא שהשיטה שהשתמשנו בה עד כה טובה בשביל להזיז צורה או שתיים. דמיינו שהמסך שלנו מלא ב-Sprites של Space Invaders שצריך להזיז אותם... נצטרך להגדיר כמה עשרות Sprites, לכל אחד מהם לטעון תמונה, לקבוע מיקום ולנהל את התזוזה שלהם על המסך. אחת הבעיות הגדולות שלנו תהיה לתת שמות למשתנים. נניח שנרצה להגדיר מיקום על המסך עבור שני space invaders. מיקום x של invader1, מיקום y של invader1, מיקום x של invader2 ועוד אחד למיקום y של invader2... וזה עוד לפני שהתחלנו לדבר על משתנים למהירויות שלהם (לא תמיד הם נעים באותה מהירות). לא נעים במיוחד לתכנת משחק כזה ☺



בנקודה זו מגיע לעזרתנו OOP. הרעיון הכללי הוא שנגדיר מחלקה שכוללת את כל התכונות של האובייקט שאנחנו צריכים, לדוגמה איך נראה space invader, מה המיקום שלו על המסך ומה המהירות שלו, ובכל פעם שנרצה להוסיף invader חדש – פשוט ניצור instance נוסף של המחלקה שלנו. קדימה, מתחילים.

## הגדרת class

בואו ניתן לכלבלב שלנו כמה כדורים לשחק בהם!

נפתח קובץ חדש, נקרא לו לדוגמה shapes.py. מאוחר יותר נעשה לו import לתוכנית הראשית שלנו.

נגדיר בתוכו class בשם Ball. חשוב מאוד ש-Ball יירש מ-Sprite, כך שנוכל לרשת את כל המתודות המועילות של Sprite, מתודות אשר ישמשו אותנו בהמשך. כמובן, לא נשכח לעשות import PyGame בתחילת הקובץ. כעת נכתוב את ה-constructor שלנו.

לשימושכם, כדור בייסבול עם רקע ורוד ☺



```
import pygame
```

```
PINK = (255, 20, 147)
MOVING_IMAGE = 'baseball.png'
HORIZONTAL_VELOCITY = 3
VERTICAL_VELOCITY = 5
```

```
class Ball(pygame.sprite.Sprite):
```

```
    def __init__(self, x, y):
        super(Ball, self).__init__()
        self.image = pygame.image.load(MOVING_IMAGE).convert()
        self.image.set_colorkey(PINK)
        self.rect = self.image.get_rect()
        self.rect.x = x
        self.rect.y = y
        self.__vx = HORIZONTAL_VELOCITY
        self.__vy = VERTICAL_VELOCITY
```

הדבר הראשון שאנחנו צריכים לבצע הוא להריץ את פונקציית האתחול של המחלקה ממנה Ball יורש.

השורות הבאות מוכרות לנו כבר, טעינת הציור.

לאחר מכן מוגדר משתנה בשם `rect` ששייך לאובייקט שלנו. משתנה זה שומר את המיקום של הכדור שלנו על המסך, והוא מאוד חשוב בשביל לדעת מה הכדור שלנו עושה. לדוגמה, באילו אובייקטים אחרים הוא מתנגש. שימו לב שלמרות שאנחנו מציירים על המסך עיגול, הרי ש-`rect` הוא מרובע. זיכרו שבעיני התוכנית התמונה שלנו איננה עיגול, אלא מרובע שביקשנו להציג צבע אחד ממנו בתור "שקוף". לתוכנית אין דרך לדעת שאחרי שהצגנו את הצבע הורוד בתור שקוף, נותרה צורה של עיגול. הקואורדינטות של `rect` הן הפינה השמאלית העליונה של הריבוע שלנו (כלומר הריבוע השלם, כולל החלקים השקופים), והגודל של `rect` הוא הגודל של הריבוע.

בשורות האחרונות נגדיר שה-`Sprite` שלנו מקבל מיקום התחלתי בזמן היצירה שלו. נשתמש בו מאוחר יותר לטובת הציור על המסך.

נותר לנו רק לקבוע את מהירות הכדור. שימו לב לכך שהמשתנים של המהירות הם מוסתרים – מתחילים ב-`__`. היינו יכולים לקבוע מהירות רנדומלית או לקבל את המהירות כפרמטר, נשאר זאת להחלטתכם.

## הוספת מתודות `accessors`-`mutators` שימושיות

בואו נזיז את הכדור שלנו על המסך.

```
def update_v(self, vx, vy):
    self.__vx = vx
    self.__vy = vy

def update_loc(self):
    self.rect.x += self.__vx
    self.rect.y += self.__vy

def get_pos(self):
    return self.rect.x, self.rect.y

def get_v(self):
    return self.__vx, self.__vy
```

יצרנו מספר מתודות שתפקידן למצוא את מיקום הכדור בכל פעם שנרצה. מיקום הכדור החדש יחושב בתור המיקום הקודם של הכדור, בתוספת מהירות הכדור בכל אחד מהצירים.

זהו, התבנית של הכדור שלנו מוכנה וכעת נוכל למסור לכלבלב שלנו כמה כדורים שנרצה.

## הגדרת אובייקטים בתוכנית הראשית

בתוכנית הראשית נצטרך לעשות import ל-shapes שיצרנו. כדי שלא נצטרך לציין שהצורה נלקחה מהמודול shapes בכל פעם, נעשה import באופן הבא:

```
from shapes import Ball
```

נגדיר שני כדורים ונצייר אותם על המסך:

```
ball1 = Ball(100, 100)
ball2 = Ball(200, 200)
screen.blit((ball1.image, ball1.get_pos()))
screen.blit((ball2.image, ball2.get_pos()))
```

בשתי השורות הראשונות אנחנו יוצרים שני כדורים, לכל אחד מהם יש מיקום התחלתי שאנחנו מעבירים ל-constructor. מיקום התחלתי זה יועתק שם ל-member rect של המחלקה Ball.

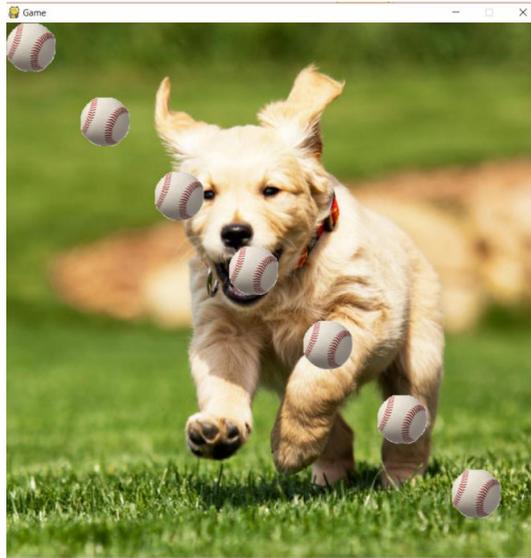
בשתי השורות האחרונות אנחנו מעבירים למסך את הכדורים. המתודה blit מקבלת כזכור את התמונה שאנחנו רוצים להעלות ואת המיקום. התמונה היא ball.image (עבור כל כדור), ואל המיקום אנחנו ניגשים בעזרת המתודה get\_pos שיצרנו לשם כך.

נריץ ונקבל כדורים במקומות המתאימים על המסך:



**sprite.Group()**

עד כה הצלחנו להציג כדורים על המסך כרצוננו, מצויין. עם זאת, הדרך בה עשינו זאת מעט מסורבלת. דמיינו שאנחנו רוצים לצייר שבעה כדורים ולא שניים, כמו בדוגמה הבאה:



האם הגיוני שבשביל להגדיר כמות גדולה של כדורים נצטרך לכתוב שוב ושוב שורות כמו 23 ו-24? לא. האם אין דרך יותר פשוטה להציג את כל הכדורים שלנו, ולא לכתוב שורת קוד נפרדת לכל כדור? ... בוודאי שיש.

```
balls_list = pygame.sprite.Group()
for i in range(NUMBER_OF_BALLS):
    ball = Ball(i*DISTANCE, i*DISTANCE)
    balls_list.add(ball)
balls_list.draw(screen)
```

כדי לעבור על כל הכדורים בבת אחת אנחנו צריכים לולאת for, ולולאת ה-for צריכה לעבור על משהו שהוא iterable. sprite.Group() הוא iterable. אבל למה אנחנו מגדירים sprite.Group(), ולא סתם רשימה ריקה, []? בגלל שלרשימה מסוג sprite.Group() יש כל מיני מתודות שימושיות, שחוסכות לנו עבודה. בקרוב נכיר שתיים מהן:

- מתודה שמדפיסה למסך בבת אחת את כל האובייקטים שברשימה

- מתודה שבודקת אם יש התנגשויות בין אובייקטים (נמצאים באותו מקום)

בכל איטרציה של הלולאה אנחנו מגדירים כדור חדש ולאחר מכן מוסיפים אותו לרשימה שלנו באמצעות מתודת `add`. נפלא, יש לנו כעת רשימה הכוללת מספר כדורים. שימו לב לכך שהעובדה שאנחנו משתמשים בכל איטרציה באותו משתנה בשם `ball` אינה גורמת למחיקת הכדורים הקודמים: כל משתנה בשם `ball` הוא מצביע על אובייקט מסוג `Ball`. בכל פעם שהתוכנית מגיעה לתחילת הלולאה, נוצר אובייקט חדש מסוג `Ball` והמשתנה `ball` מצביע עליו. כלומר, רק המצביע משתנה – ולא האובייקט עצמו. נוסף על כך, בשורה הבאה המצביע על האובייקט שנוצר נשמר ברשימה, ולכן אנחנו מסוגלים לגשת אליו גם אחרי ש-`ball` כבר מצביע על האובייקט הבא.

בפקודה התחתונה אנחנו קוראים למתודה שחוסכת לנו המון עבודה: `draw`. המתודה הזו פועלת על `sprite.Group()` ומאפשרת להעביר למסך בבת אחת את כל האובייקטים שיש ברשימה. פעולה זו שקולה ללרוץ בלולאת `for` ולהדפיס כל אובייקט למסך באופן נפרד.

## יצירת אובייקטים חדשים

כעת נרצה שכמות האובייקטים שלנו תהיה ניתנת לקביעה על ידי המשתמש. לדוגמה – שכל הקלקה על לחצן שמאלי בעכבר תיצור כדור חדש על המסך.



נתבסס על הקוד שבדוק אם היתה הקלקה על הלחצן השמאלי של העכבר ומה היה מיקום העכבר:

```
while not finish:
    for event in pygame.event.get():
        if event.type == pygame.QUIT:
            finish = True
        # add a ball each time user clicks mouse
        elif event.type == pygame.MOUSEBUTTONDOWN \
            and event.button == LEFT:
            x, y = pygame.mouse.get_pos()
            ball = Ball(x, y)
            balls_list.add(ball)
        # update screen with balls
        screen.blit(img, (0, 0))
        balls_list.draw(screen)

    pygame.display.flip()
    clock.tick(REFRESH_RATE)
```

לאחר שמצאנו את מיקום העכבר אנחנו מגדירים ball חדש במיקום זה ומוסיפים אותו לרשימה. את יתר הפקודות כבר הכרנו לפני: הדפסת הרקע, הדפסת כל הכדורים, עדכון המסך וקציבת זמן עדכון התוכנית.

## הזזת האובייקטים

אובייקטים זזים יותר מעניינים מאובייקטים שקבועים במקום. בואו ניתן לכל אובייקט מהירות התחלתית אקראית (חשוב לעשות `import random`):

```
while not finish:
    for event in pygame.event.get():
        if event.type == pygame.QUIT:
            finish = True
        # add a ball each time user clicks mouse
        elif event.type == pygame.MOUSEBUTTONDOWN \
            and event.button == LEFT:
            x, y = pygame.mouse.get_pos()
            ball = Ball(x, y)
            vx = random.randint(-MAX_VELOCITY, MAX_VELOCITY)
            vy = random.randint(-MAX_VELOCITY, MAX_VELOCITY)
            ball.update_v(vx, vy)
```

```
balls_list.add(ball)
```

בשורות המודגשות אנחנו מגרילים מהירות התחלתית ומעדכנים את מהירות הכדור בהתאם. בכל פעם שנריץ את המתודה `ball.update_loc()` יעודכנו ערכי ה-`rect.x` וה-`rect.y` של הכדור, כפי שקבענו בהתחלה:

```
for ball in balls_list:
    ball.update_loc()
```

זהו, הכדורים שלנו נעים על המסך ☺

### תרגיל bounce



הבעיה במצב הנוכחי היא, שגם כאשר הכדורים מגיעים לקצה המסך הם ממשיכים לנוע ויוצאים ממנו. לכן הוסיפו קוד, שבודק אם הכדור שלנו נוגע בשולי המסך ואם כן – מעדכן את המהירות שלו כך שהכדור "קופץ" חזרה. טיפ: קפיצת הכדור חזרה מתבצעת על ידי היפוך המהירות האופקית שלו (אם פגע בקצה הימני או השמאלי של המסך) או היפוך המהירות האנכית שלו (אם פגע בקצה העליון או התחתון של המסך).

## בדיקת התנגשויות

ברוב משחקי המחשב נרצה לדעת אם שני אובייקטים עולים זה על זה. לדוגמה, אם יריה נוגעת בדמות, או אם הפקמן שלנו נתפס על ידי שדון.

נרצה לשדרג את התוכנית שלנו כך שכל שני כדורים שמתנגשים זה בזה – יימחקו. כעת נראה איך אפשר לזהות בקלות התנגשויות בין אובייקטים.

המתודה `spritecollide` משמשת למטרה זו. המתודה מקבלת אובייקט ורשימה של אובייקטים ומחזירה את כל האובייקטים מהרשימה שמתנגשים באובייקט הנבדק. בשורת הקוד הבאה אנו בודקים אם אובייקט מסויים בשם `ball` מתנגש בכדורים ששמורים ב-`balls_list`:

```
balls_hit_list = pygame.sprite.spritecollide \
    (ball, balls_list, False)
```

כיצד המתודה בודקת את ההתנגשויות? באמצעות ה-`rect` של כל אובייקט. כלומר, שני אובייקטים מתנגשים אם ה-`rect` שלהם חופפים זה עם זה.

בנוסף, המתודה מקבלת פרמטר בוליאני בשם `doKill` ("האם להרוג"). אם ערך הפרמטר הוא `True`, אז כל אובייקט ברשימת האובייקטים שמתנגש באובייקט הנבדק – יימחק.

במקרה שלנו אנחנו לא רוצים למחוק את האובייקט המתנגש. מדוע? מיד נראה.

```
new_balls_list.empty()
for ball in balls_list:
    balls_hit_list = pygame.sprite.spritecollide \
        (ball, balls_list, False)
    if len(balls_hit_list) == 1:           # ball collides
                                           # only with itself
        new_balls_list.add(ball)
```

```
balls_list.empty()
for ball in new_balls_list:
    balls_list.add(ball)
```

אנחנו מגדירים לולאה שעוברת על כל הכדורים שבתוך רשימת הכדורים שלנו. כלומר אנחנו בודקים בכמה כדורים בתוך הרשימה מתנגש כל כדור ברשימה. ברור שהתשובה תהיה תמיד לפחות 1, מכיוון שהכדור שבחרנו מהרשימה מתנגש עם עצמו (שכן ה-rect שלו חופף את זה של עצמו). זו גם הסיבה לכך שאנחנו לא מוחקים את הכדור המתנגש מהרשימה, כי אחרת נישאר עם רשימת כדורים ריקה.

לכן אנחנו בודקים האם הכדור שלנו התנגש רק בכדור אחד ברשימה (כלומר, בעצמו בלבד). אם כן, זה אומר שהכדור צריך להשאר על המסך. לכן נשמור אותו ברשימת הכדורים ה"שורדים" `new_balls_list`. שימו לב לכך שזוהי רשימה מסוג `sprite.Group()` ושבפקודה הראשונה, לפני הלולאה, אנחנו מרוקנים אותה מכדורים, באמצעות המתודה `.empty`.

כל שנתר לנו לעשות הוא להחזיר את הכדורים השורדים לרשימת `balls_list` לפני שנמשיך ונציג אותם על המסך. לשם כך אנחנו מרוקנים את `balls_list` ולאחר מכן אנחנו מעתיקים כל כדור מתוך רשימת השורדים אל תוך `.balls_list`.

שימו לב לכך שאי אפשר לכתוב פשוט `balls_list = new_balls_list`. מה יקרה לדעתכם במקרה זה? תוכלו להעזר בדוגמה הבאה של שתי רשימות שמצביעות על אותו המקום בזיכרון.

```
In[12]: list1 = [1, 2, 3]
In[13]: list2 = list1
In[14]: list1.pop(0)
Out[14]: 1
In[15]: list1.pop(0)
Out[15]: 2
In[16]: list1.pop(0)
Out[16]: 3
In[17]: list2
Out[17]: []
```

לסיכום, הנה הקוד המלא של התוכנית שבודקת התנגשויות של כדורים:

```

""" Pygame exmaple program
    Move sprites randomly and detect collisions
    Author: Barak Gonen
"""

import pygame
import random
from shapes import Ball

WINDOW_WIDTH = 720
WINDOW_HEIGHT = 720
LEFT = 1
BACKGROUND_IMAGE = 'example.jpg'
REFRESH_RATE = 32
BALL_SIZE = 68
MAX_VELOCITY = 3

img = pygame.image.load(BACKGROUND_IMAGE)
pygame.init()
size = (WINDOW_WIDTH, WINDOW_HEIGHT)
screen = pygame.display.set_mode(size)
pygame.display.set_caption("Game")
screen.blit(img, (0, 0))
clock = pygame.time.Clock()

balls_list = pygame.sprite.Group()
new_balls_list = pygame.sprite.Group()
finish = False

while not finish:
    for event in pygame.event.get():
        if event.type == pygame.QUIT:
            finish = True
        # add a ball each time user clicks mouse
        elif event.type == pygame.MOUSEBUTTONDOWN \
            and event.button == LEFT:
            x, y = pygame.mouse.get_pos()
            ball = Ball(x, y)
            vx = random.randint(-MAX_VELOCITY, MAX_VELOCITY)
            vy = random.randint(-MAX_VELOCITY, MAX_VELOCITY)

```

```

        ball.update_v(vx, vy)
        balls_list.add(ball)

# update balls locations, bounce from edges
for ball in balls_list:
    ball.update_loc()
    x, y = ball.get_pos()
    vx, vy = ball.get_v()
    if x + BALL_SIZE > WINDOW_WIDTH or x < 0:
        vx *= -1
    if y + BALL_SIZE > WINDOW_HEIGHT or y < 0:
        vy *= -1
    ball.update_v(vx, vy)

# find which balls collide and should be removed
new_balls_list.empty()
for ball in balls_list:
    balls_hit_list = pygame.sprite.spritecollide \
        (ball, balls_list, False)
    if len(balls_hit_list) == 1:           # ball collides
                                           # only with itself
        new_balls_list.add(ball)

balls_list.empty()
for ball in new_balls_list:
    balls_list.add(ball)

# update screen with surviving balls
screen.blit(img, (0, 0))
balls_list.draw(screen)

pygame.display.flip()
clock.tick(REFRESH_RATE)

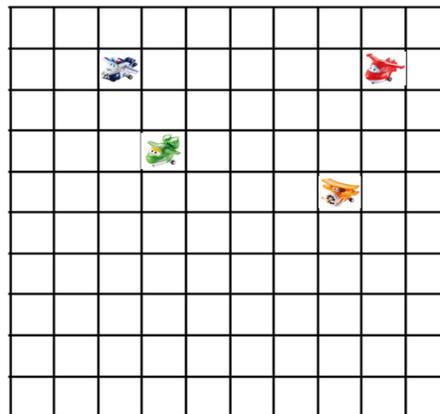
pygame.quit()

```

## תרגיל מסכם – פיקוח אווירי



אתם יושבים במגדל הפיקוח האווירי ואחראים למנוע התנגשות בין מטוסים במרחב האווירי שלכם. המרחב האווירי הוא מטריצה בגודל 10 משבצות על 10 משבצות (כל משבצת היא בגודל של כמה פיקסלים שתחליטו, לדוגמה 50 על 50 פיקסלים).



למרחב האווירי שלכם נכנסו 4 מטוסים מסוג Plane שנעים בו אקראית. בכל תור, כל אחד מהמטוסים יכול לזוז לכל משבצת שצמודה למשבצת בה הוא נמצא (כולל באלכסון).

עליכם לכתוב אלגוריתם שמנהל את תנועת המטוסים: בכל תור על האלגוריתם לבחור אם לתת למטוס להמשיך לנוע אקראית או להורות לו לאיזו משבצת צמודה הוא צריך לפנות.

ניקוד: המטרה היא שהאלגוריתם שלכם ישלח כמה שפחות הוראות למטוסים. לכן, כל מטוס שנע למשבצת אקראית מעניק לכם נקודה. כל מטוס שנע למשבצת עקב פקודה שקיבל מכם, מוריד לכם נקודה. המשחק נגמר כאשר שני מטוסים מתנגשים או לאחר 1000 תורות.

חישוב ניקוד לדוגמה:

ארבעת המטוסים שרדו 1000 תורות, כלומר נעו ביחד 4000 משבצות. בסך הכל המטוסים קיבלו 200 פקודות שינוי מיקום, כלומר הם נעו 3800 צעדים אקראיים (3800 נקודות). סך הכל הרווחתם  $3800 - 200 = 3600$  נקודות.

הצלחתם לגרום למטוסים שלכם לשרוד? יפה מאוד! עכשיו שחקו את המשחק עם 10 מטוסים 😊 האם האלגוריתם שלכם עדיין עובד היטב? האם תוכלו לשפר אותו?

## סיכום

בפרק זה למדנו לתכנת משחקי מחשב באמצעות PyGame. ראינו איך יוצרים מסך משתמש, מגדירים תמונת רקע, מעלים על המסך תמונה קטנה שזזה, מקבלים קלט מהעכבר ומהמקלדת ומשמיעים צלילים.

לאחר מכן ראינו כיצד השימוש ב-OOP מאפשר לנו להגדיר בקלות כל תמונה שנרצה בתור אובייקט ולהשתמש במתודות מתאימות כדי להזיז תמונות ולבדוק אם הן מתנגשות.

בצד ההנאה מתכנות משחק מחשב, המטרה היא להתנסות בכתיבת קוד OOP פייטוני ולראות את היתרונות שלו על פני קוד שאינו OOP.

## פרק 12 – מילונים

בפרק זה נכיר טיפוס חדש של פייתון – מילון (dictionary). מהו מילון? זהו אוסף של זוגות, כאשר כל זוג מכיל מפתח וערך. מפתח נקרא key וערך נקרא value. לדוגמה, אפשר להגדיר מילון שמכיל ציונים, כאשר המפתח הוא תעודת זהות. מגדירים מילון באמצעות סוגריים מסולסלים, כך:

```
students_grade = {}
```

כעת ניתן להזין לתוכו זוגות של מפתחות וערכים. לדוגמה:

```
students_grade['00001234'] = 85
students_grade['00003579'] = 95
students_grade['00002468'] = 65
```

בצד שמאל, בירוק, אלו המפתחות. במקרה זה בחרנו שהמפתחות יהיו מחרוזות, אך אפשר לבחור בטיפוסי משתנים נוספים, לדוגמה tuple. בצד ימין, בכחול, אלו הערכים. במקרה זה בחרנו שהערכים יהיו מטיפוס int, אך אפשר להזין ערכים מכל טיפוס שנרצה.

אם נרצה לשלוף את אחד הערכים, נקרא למילון עם המפתח המתאים. לדוגמה:

```
print(students_grade['00003579'])
```

ידפיס את הערך 95.

אם נרצה להגדיר מילון שמראש יש לו ערכים התחלתיים, נוכל לעשות זאת באמצעות הסימן נקודותיים:

```
students_grade = {'00001234': 85, '00003579': 95}
```

כיוון שמילון הוא אוסף של איברים, ניתן לעבור על האיברים שבו באמצעות לולאת for. לדוגמה:

```
for key in students_grade:
    print('Student ID: {}, grade: {}'.\
          format(key, students_grade[key]))
```

הסבר: כאשר אנחנו מבצעים לולאת for על מילון אנחנו רצים על אוסף כל המפתחות שקיימים במילון. עבור כל מפתח, אנחנו מדפיסים את המפתח ואת הערך הצמוד אליו.

## Get, in, pop, keys, values

מה יקרה אם נחפש במילון מפתח שאינו קיים? לדוגמה, נבקש את הציון ששייך לתעודת זהות שאינה קיימת במילון:

```
print(students_grade['00009999'])
```

נקבל exception:

```
Traceback (most recent call last):
  print students_grade['00009999']
KeyError: '00009999'
```

פקודת get מאפשרת לנו לבצע חיפוש "בטוח". כלומר, אם המפתח קיים יוחזר הערך הנכון, אך אם המפתח אינו קיים יוחזר הערך None. נזכיר, כי הערך None משמעותו "כלום". זו מילה שמורה. להלן דוגמאות לשימוש ב-get עם מפתח קיים ומפתח שאינו קיים. הריצו אותן וצפו בתוצאות שמתקבלות:

```
print(students_grade.get('00001234'))
print(students_grade.get('00009999'))
```

שימו לב, ש-get דורשת סוגריים עגולים, כיוון שהיא מתודה (של אובייקט מטיפוס מילון).

אם אנחנו רק רוצים לדעת אם מפתח נמצא במילון, נוכל להשתמש באופרטור in. לדוגמה:

```
print('00001234' in students_grade)
```

נקבל True או False.

אם נרצה לקבל את רשימת כל המפתחות שקיימים במילון, או של כל הערכים, נוכל להשתמש במתודות keys ו-values. לדוגמה:

```
print(students_grade.keys())
print(students_grade.values())
```

ונקבל:

```
['00003579', '00002468', '00001234']
[95, 65, 85]
```

### תרגיל – קניות



- א. צרו מילון בשם prices. המפתח הוא שם המוצר והערך הוא מחיר המוצר. הוסיפו כ-5 מוצרים למילון. לדוגמה – בננות, 10 ש. תפוחים, 8 ש. לחם, 7 ש. גבינה, 20 ש. מיץ, 15 ש.
- ב. צרו מילון בשם shopping\_cart. המפתח הוא שם המוצר והערך הוא כמות המוצרים מסוג זה בעגלת הקניות. הוסיפו מספר מוצרים למילון. לדוגמה – בננות, 2 יחידות. לחם, 3 יחידות. גבינה, 1 יחידה.
- ג. הכניסו למשתנה בשם total את סכום הקניות בעגלה. בידקו שהסכום שמתקבל הוא נכון.
- ד. כעת, הזינו לתוך shopping\_cart מוצר שאינו קיים ברשימת המחירים. עליכם לוודא שהתוכנית אינה עפה על שגיאה אלא מדפיסה הודעה מתאימה.

### תרגיל מסכם מילונים – wordcount (קרדיט: google classes)



הורידו את קובץ התרגיל מהלינק הבא:

<http://data.cyber.org.il/python/wordcount.zip>

בתרגיל אתם נדרשים לקרוא את הקובץ alice.txt ולהדפיס למסך את כמות המופעים השונים של כל מילה.

טיפ: השתמשו ב-split על מנת להפריד בין מילים.

**למתקדמים:** טפלו במקרים של מילים זהות, שנבדלות רק בסימני פיסוק שצמודים אליהן. לדוגמה –

'her' ו-'her.' (עם נקודה בסוף). בדוגמה זו עליכם לזהות שמדובר באותה מילה ולספור יחד את כל

המופעים.



## מילונים, מתחת למכסה המנוע (הרחבה)



בחלק זה נבין יותר לעומק איך עובד מילון. זה אינו חלק מעשי, אבל תלמידים סקרנים ימצאו בו עניין.

דמיינו שאתם עובדים בבית מלון בשם 'Hash Gardens'. זהו מלון מאד מיוחד מכיוון שבעל המלון הוא מתמטיקאי מטורף שלא מוכן לשמור שום מידע על האורחים שלו, לא על מחשב ולא על פיסת נייר. לכן במלון אין רשימה של מספרי החדרים של כל האורחים. כלומר, אין לכם דרך לדעת באיזה מספר חדר מתגורר כל אורח. בוקר אחד הטלפון בדלפק מצלצל. מישהו מבקש לשוחח עם מר john smith. איך אתם מעבירים את השיחה לחדר שלו?

ככל הנראה, תצטרכו לחפש את מר סמית' בכל החדרים. לא קל, במיוחד אם המלון שלכם גדול מאוד. תבזבזו הרבה זמן באיתור מספר החדר של כל אורח שמתקשרים אליו.

אתם פונים לבעל המלון ומתחננים שייתן לכם לשמור במקום כלשהו את מספרי החדרים של האורחים, אבל הוא פשוט מחייך ונותן לכם עצה מתימטית. מעכשיו, כל אורח שמגיע למלון מקבל מכם מספר חדר שיש קשר מתימטי בינו לבין שם האורח. כך, למרות שלא רשום לכם בשום מקום איזה חדר קיבל כל אורח, כאשר מתקשרים ומבקשים לשוחח עם אורח כלשהו, אתם יכולים לחשב במהירות את מספר החדר המבוקש.

להלן דוגמה לפונקציה שמחשבת מספר חדר על פי שם האורח: נניח שבמלון יש 113 חדרים, אשר ממוספרים מ-0 ועד 112 (כפי שניתן לצפות ממתמטיקאי, כמות החדרים במלון היא מספר ראשוני). כל אורח שמגיע למלון מקבל חדר שמספרו מחושב לפי הנוסחה הבאה: נכפול את ערכי ה-ascii של כל התווים בשם האורח ולתוצאה נבצע מודולו 113. באופן זה נהפוך כל מחרוזת למספר בין 0 ל-112. התוצאה תהיה מספר החדר.

להלן קוד של פונקציה שמבצעת את החישוב הנ"ל:

```
ROOMS = 113
```

```
def find_room_number(guest_name):
    tmp = ord(guest_name[0])
    for letter in guest_name[1:]:
        tmp *= ord(letter)
    return tmp % ROOMS

room = find_room_number("John Smith")
print(room)
```

כאשר מגיע אלינו האורח John Smith, הפונקציה תחשב את מספר החדר שלו –84. אם מישהו יתקשר למר סמית', נוכל לחשב מחדש את מספר החדר שלו.

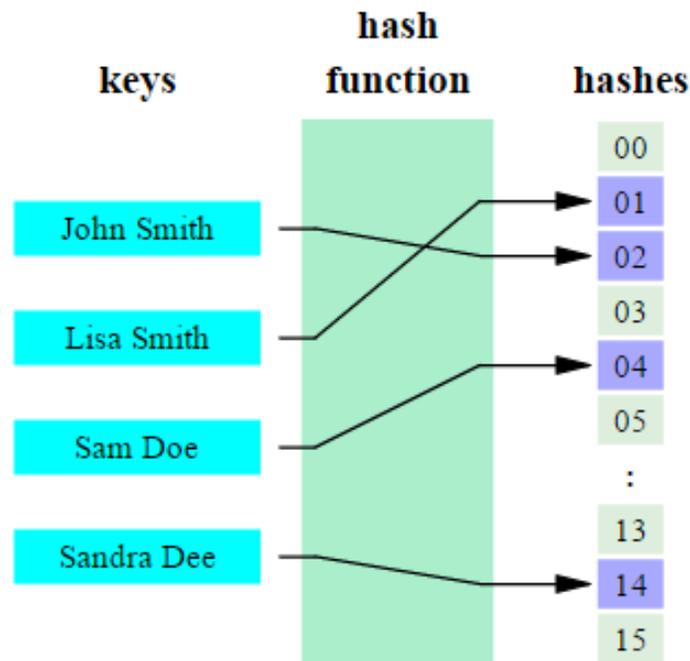
כפי שאולי ניחשתם, הפונקציה `find_room_number` היא בעצם פונקציית `hash`. מה מיוחד בה?

א. היא מתאימה לכל מחרוזת מספר בתחום קבוע מראש

ב. למחרוזות זהות מתקבל `hash` זהה. לא יכול להיות שאורחים עם שמות זהים יקבלו חדרים שונים

ג. אי אפשר (או לפחות, קשה מאוד) לשחזר את שם האורח מתוך ה-`hash` של השם שלו. אם אנחנו יודעים שאורח נמצא בחדר 84, אי אפשר לגלות ששמו הוא `john smith`. במילים אחרות, זוהי פונקציה חד-כיוונית.

אך יש בעיה אחת עם פונקציית ה-`hash` שלנו: יכול להיות מצב שבו שני אורחים בעלי שמות שונים יקבלו את אותו חדר, מה שייצור התנגשות (`collision`). לכן, פונקציית `hash` טובה היא כזו שהסיכוי להתנגשות בה הוא מאוד קטן.



המחשה של פונקציית `hash`. מקור: ויקיפדיה

נחזור כעת מעולם המלונאות והתיירות אל עולם הפייתון. בפני מי שבנה את שפת פייתון עמדה אותה בעיה של העובד במלון: איך מוצאים מהר את הערך שצמוד למפתח מסויים? כפי שראינו, חיפוש על פני כל המפתחות הוא יקר בזמן, במיוחד אם יש במילון שלנו הרבה מפתחות. הפתרון שמילונים עושים בו שימוש הוא כמובן פונקציית `hash`.

מילון בפייטון מתחיל בתור טבלה ריקה. כאשר אנחנו מכניסים למילון מפתח וערך, פייטון מחשב את ה-hash של המפתח ומקבל מספר. המספר הזה יהיה האינדקס בטבלה שבו פייטון ישמור את המפתח ואת הערך הצמוד אליו. לדוגמה, אם ה-hash יהיה 5, האינדקס בטבלה יהיה 5.

מה קורה כאשר אנחנו רוצים לשלוף ערך מהמילון? אנחנו מעבירים לפייטון את המפתח. על בסיס המפתח פייטון מחשב את ה-hash וניגש אל המקום בטבלה שזה המספר שלו. באופן זה, חיפוש של ערך בתוך מילון לוקח זמן קצר מאד וכמעט אינו תלוי בכמות המפתחות שיש במילון.

עלול לקרות מצב שבו לשני מפתחות יש את אותו hash. ראוי לציין שפייטון משתמש בפונקציית hash "טובה", כזו שדואגת שהסיכוי ששני מפתחות יהיו בעלי אותו hash הוא קטן. למצב שלשני מפתחות יש אותו hash קוראים collision ויש דרך לטפל בו. הערך הראשון מוכנס לטבלה כרגיל. כאשר פייטון רוצה להכניס את הערך השני לאותו מקום בטבלה, הוא בודק ומגלה שבטבלה כבר יש מפתח במקום המבוקש. אם המפתח החדש שונה מהמפתח שקיים בטבלה, סימן שקרה collision. המפתח החדש יישמר במקום הפנוי הבא. לדוגמה, אם המקום באינדקס 5 בטבלה כבר תפוס, פייטון יכול לנסות לשמור באינדקס 6. אם נרצה לשלוף מהמילון את הערך של המפתח השני, פייטון ייגש קודם כל לאינדקס 5. שם הוא יגלה שהמפתח אינו מתאים ולכן הוא ימשיך לאינדקס הבא עד שיימצא את המפתח המבוקש.

## סוגי מפתחות

ראינו שכל צמד שמוכנס למילון מורכב ממפתח וערך. בתור מפתח השתמשנו במשתנים מטיפוס מחרוזת. האם כל טיפוס משתנה יכול להיות מפתח?

כדי להשיב על זה, ניזכר בדיון שלנו בנושא mutable ו-immutable. אובייקט מסוג mutable הוא אובייקט שניתן לשנות, כדוגמת רשימה. כשלמדנו על רשימות ראינו שאנחנו יכולים להגדיר רשימה, לשנות את אחד האיברים בה ולאחר השינוי ה-id של הרשימה יישאר ללא שינוי. הערך של אחד האיברים השתנה אך זו עדיין אותה רשימה. לעומת זאת, אובייקטים מסוג immutable לא ניתנים לשינוי. כלומר, הדרך היחידה לשנות אותם היא להגדיר אותם מחדש ואז כמובן משתנה ה-id שלהם.

הבה נניח שהיינו יכולים להשתמש במשתנה מסוג mutable בתור מפתח. לצורך הדיון, ניקח שתי רשימות, שנזכיר שהינן mutable:

```
a = ['apple']
```

```
b = ['banana']
```

שימו לב שאלו רשימות, אשר מכילות כל אחת איבר אחד מטיפוס מחרוזת.

כעת, נגדיר מילון:

```
fruits = {a:1, b:2}
```

פייתון חישב את ה-hash של a ושל b והכניס כל אחד מהם למיקום המתאים לו בטבלה.

כעת אנחנו משנים את ערכו של b:

```
b[0] = 'apple'
```

אנחנו יכולים לעשות זאת כיוון שמדובר ברשימה, שהיא mutable.

מה יקרה אם כעת ננסה לשלוף את b מהמילון?

פייתון יחשב את ה-hash של b ויקבל ערך מסויים, אך הערך לא יתאים למיקום ש-b שמור בו. אם לא די בכך, ה-hash שיתקבל דווקא כן יתאים למיקום אחר בטבלה – המיקום אשר שומר את a ושיש לו מפתח זהה – ולכן החיפוש יחזיר את הערך השגוי "1".

## סיכום

בפרק זה למדנו אודות מבנה נתונים מיוחד. מילון מאפשר לנו לשמור נתונים ולמצוא אותם במהירות רבה, תוך שימוש במפתחות ובפונקציה מתימטית – hash. למדנו ליצור מילון, להזין לתוכו ערכים ומפתחות ולחפש ערכים במילון באמצעות מפתח. בהמשך סקרנו מספר תכונות של פונקציית hash וראינו כיצד תכונות אלו עוזרות לה להיות שימושית עבור מילונים.

## Magic Functions, List Comprehensions – פרק 13

בפרק זה נלמד לנצל יכולות של פייתון על מנת לכתוב קוד בצורה יותר קצרה ו"פייתונית".

### List Comprehensions

נניח שאנחנו רוצים ליצור רשימה של איברים שיש להם חוקיות מסויימת. לדוגמה, חזקות של מספרים. רשימה כזו אי אפשר לייצר בעזרת range, מכיוון שהקפיצה בין מספרים אינה קבועה. מצד שני, אנחנו לא רוצים לכתוב באופן ידני את המספרים ואנחנו כן רוצים לנצל את העובדה שישנה חוקיות למספרים.

דרך אחת ליצור את הרשימה שלנו היא באמצעות לולאת for, לדוגמה, כך:

```
squares = []
for i in range(100):
    squares.append(i**2)
```

כך יצרנו רשימה שמכילה את האיברים [0, 2, 4, ... 99\*\*2]

כעת נלמד syntax אלטרנטיבי, שיוצר את אותה הרשימה לעיל בשורה אחת בלבד. צורת כתיבה זו נהוגה מאוד בשפת פייתון, שכן לאחר שמתרגלים אליה היא נוחה מאוד לקריאה ולכתיבה. ל-syntax זה קוראים list comprehensions.

באמצעות list comprehensions אפשר ליצור את הרשימה לעיל בצורה הבאה:

```
squares = [i**2 for i in range(100)]
```

שימו לב לשינוי בסדר הפקודות. בעוד את לולאת ה-for קוראים "עבור כל אחד מהאיברים ב-range(100) תבצע העלאה בריבוע", את הביטוי שבסוגריים צריך לקרוא "תבצע את i\*\*2 עבור כל אחד מהאיברים ב-range(100)".

אנחנו יכולים להוסיף תנאים. נגיד, שמור רק את הריבועים של איברים זוגיים. שוב, נציג קודם את צורת הכתיבה עם לולאת for:

```
squares = []
for i in range(100):
    if i % 2 == 0:
        squares.append(i**2)
```

והכתיב המקוצר, באמצעות list comprehensions:

```
squares = [i**2 for i in range(100) if i % 2 == 0]
```

לא תמיד קל לקרוא קוד שכתוב בשורה אחת ארוכה. למען קלות הקריאה, אפשר לחלק את השורה הנ"ל למספר שורות:

```
squares = [i**2
            for i in range(100)
            if i % 2 == 0]
```

בינתיים כתבנו לולאות פשוטות, שניתן היה לכתוב ב-3-4 שורות ללא list comprehensions. לעתים, נרצה לבצע דברים מורכבים יותר באמצעות list comprehensions.

לצורך התרגיל, נרצה ליצור רשימה של כל המספרים הראשוניים. כדי לעשות זאת, ניצור קודם כל רשימה של המספרים הלא ראשוניים. לאחר מכן, כל מספר שלא נמצא ברשימת הלא ראשוניים – ייחשב מספר ראשוני. להלן קוד שמבצע זאת באמצעות לולאות for:

```
import math
LIMIT = 100

root = int(math.sqrt(LIMIT))
non_primes = []
for i in range(2, root):
    for j in range(2*i, LIMIT, i):
        non_primes.append(j)
non_primes.sort()

primes = []
for i in range(LIMIT):
    if not i in non_primes:
        primes.append(i)
```

הסבר: הקבוע LIMIT מגדיר מה הגבול העליון של המספרים הראשוניים שאנחנו מחפשים. בדוגמה זו, נרצה לקבל את הראשוניים עד 100. כדי למצוא את כל המספרים הלא ראשוניים עד 100 אין צורך לבדוק את המכפלות של כל המספרים, אלא רק עד שורש 100. לכן, מוגדר המשתנה root אשר ישמש את הלולאה החיצונית.

בלולאה הפנימית, מוצאים את כל המכפלות של  $i$  הקטנות מ-LIMIT. לדוגמה, בניח  $i$  הוא 5, אינדקס ההתחלה הוא  $2*5$  ומתקדמים בקפיצות של 5. כל מכפלה כזו מתווספת לרשימה בשורה הבאה. מיון הרשימה מחוץ ללולאה מתבצע רק לשם היופי.

בלולאה הבאה אנחנו יוצרים רשימה חדשה, לתוכה מוכנסים כל המספרים עד LIMIT אשר אינם מופיעים ברשימה של הלא ראשוניים.

וכעת, אותו קוד כפי שהוא כתוב עם list comprehensions:

```
import math
LIMIT = 100

root = int(math.sqrt(LIMIT))
non_primes = [j
               for i in range(2, root)
               for j in range(2*i, LIMIT, i)]

primes = [i
           for i in range(LIMIT)
           if not i in non_primes]
```



### תרגיל – קיצוצים (קרדיט: עומר רוזנבוים, שי סדובסקי)

כיתבו את הפונקציה avg\_diff, אשר מקבלת שתי רשימות של מספרים ומחזירה את ההפרש הממוצע ביניהן. לדוגמה, עבור הרשימות [1,1,1,1],[1,2,3,4] יוחזר 1.5. נשמע פשוט? אז זהו, שעקב קיצוצים בתקציב אנחנו נאלצים להתייעל ולכתוב את הפונקציה בשורה אחת בלבד. זה אומר ש-:

- אסור לרדת שורה

- אסור להשתמש בתו ":"

אפשר להניח ששתי הרשימות מכילות מספרים, שהן בעלות אותו אורך ושהן אינן ריקות.

### תרגיל – אנטיבי



כיתבו את הפונקציה anti\_bi אשר מקבלת מחרוזת ומחזירה אותה ללא מופעים של התו 'b'. זיכרו –

הקיצוצים עדיין נמשכים! ☺

לסיכום, list comprehensions מהוות דרך חזקה לכתוב בצורה קצרה מאוד קוד מורכב. הן יכולות להכיל גם תנאים מורכבים, וכאשר מתרגלים אליהן – list comprehensions עוזרות לנו לכתוב קוד בצורה קריאה, יפה ומהירה.

## Lambda

פונקציות lambda הן פונקציות לשימוש חד פעמי – אנחנו רוצים לעשות פעולה לא מאוד מורכבת ונראה לנו מיותר להגדיר פונקציה במיוחד בשביל

זה.

שימו לב לאופן הכתיבה הבא:

```
f = lambda x: 2*x+1
```

איך קוראים את זה? "הפונקציה f מקבלת כפרמטר x ומחזירה את  $2*x+1$ ". כלומר הקוד זהה להגדרת הפונקציה הבאה:

```
def f(x):
    return 2*x+1
```

אם נרצה לקרוא ל-f נעשה זאת בדיוק כמו שקוראים לפונקציה רגילה. לדוגמה f(5) יחזיר 11.

אפשר גם להגדיר פונקציית lambda שמקבלת כמה פרמטרים. לדוגמה:

```
f = lambda x, y: x*y + x + y
```

לדוגמה, f(2, 3) יחזיר 11.

מתי נשתמש בפונקציית lambda? לדוגמה, כאשר אנחנו רוצים להעביר key לפונקציית sort, אפשר להגדיר את ה-key בתור פונקציית lambda. דוגמה נוספת אשר נלמד בעתיד – כאשר נלמד רשתות ונכתוב קוד לסינון מידע שעובר ברשת, נשתמש בפונקציות lambda.

## תרגילים



- כיתבו פונקציית `lambda` שמקבלת מספר ומחזירה את המספר פלוס 2.

- כיתבו פונקציית `lambda` שמחזירה את הערך המוחלט של מספר, והשתמשו בפונקציה זו על מנת למיין באמצעות `sort` רשימה של מספרים, לדוגמה: `[2, -8, 5, -6, -1, 3]`.

הפונקציות הבאות שנלמד, `map`, `reduce`, `filter` והחלפו למעשה על ידי `list comprehensions` אך חשוב להכיר אותן כיוון שהן נמצאות לעיתים בקוד פייתון.

## Map

פונקציית `map` מקבלת פונקציה ורשימה. נוצרת רשימה חדשה, שהיא התוצאה של הרצת הפונקציה על כל אחד מאיברי הרשימה המקורית.

במילים אחרות, לכתוב `new_list = map(func, old_list)` כמו לכתוב:

```
new_list = []
for element in old_list:
    new_list.append(func(element))
```

כפי שבטח ניחשתם, את `func` אין צורך להגדיר ממש, אלא ניתן להכניס `lambda` כרצוננו.

לדוגמה, ניקח רשימת מספרים ונרצה לכפול כל מספר פי 2 ולהוסיף 1:

```
old_list = [3, 6, 1, 7, 5]
print(set(map(lambda x: 2*x+1, old_list)))
```

ונקבל `{3, 7, 11, 13, 15}`. שימו לב שלצורך ההדפסה הפכנו את תוצאת המיפוי לאובייקט מטיפוס `set`, שניתן להדפסה.

אנחנו לא חייבים להסתפק ברשימה אחת. אפשר לכתוב פונקציית `lambda` שמקבלת יותר מפרמטר אחד ולהעביר ל-`map` כמות מתאימה של רשימות. לדוגמה, ישנן שתי רשימות ואנחנו מעוניינים לכפול אותן זו בזו (מה שנקרא "מכפלה וקטורית" במתמטיקה):

```
list1 = [1, 2, -5, 6]
list2 = [2, -1, 3, 4]

print(set(map(lambda x, y: x*y, list1, list2)))
```

ונקבל {2, 15, 24, -2}

תרגיל – אנחנו על המפה (קרדיט: עומר רוזנבוים, שי סדובסקי)



כיתבו פונקציה שמקבלת מחרוזת ומחזירה מחרוזת חדשה, אשר כל האותיות בה מוכפלות. לדוגמה, עבור המחרוזת 'Cyber' יתקבל 'CCyybbeerr'. האתגר הוא כמובן לכתוב את הפונקציה בשורה אחת ☺ נסו את הפונקציה עם מגוון קלטים ובידקו שהתוצאה נכונה.

## Filter

פונקציה זו נועדה לסנן (to filter) רק איברים רלבנטיים מתוך רשימה קיימת. לשם כך, הפונקציה filter מקבלת פונקציה ורשימה, בודקת על כל אחד מאיברי הרשימה האם הפונקציה מחזירה עליו True ומחזירה רשימה רק של האיברים שהחזירו True. כך, לכתוב –

```
new_list = filter(func, old_list)
```

מבצע פעולה זהה לקוד הבא:

```
new_list = []
for element in old_list:
    if func(element) is True:
        new_list.append(func(element))
```

לדוגמה, נרצה לקחת רשימה וליצור ממנה רשימה חדשה רק של המספרים הזוגיים:

```
old_list = [2, 3, 4, 7, 8, 10]
print(set(filter(lambda x: x % 2 == 0, old_list)))
```

הסבר: קודם כל אנחנו יוצרים פונקציית lambda, שמחזירה את הערך הבוליאני של הביטוי  $x \% 2 == 0$ . לאחר מכן אנחנו מכניסים לתוך filter את הפונקציה הנ"ל יחד עם רשימה.

תרגיל – את מסננת אותי (קרדיט: עומר רוזנבוים, שי סדובסקי)



צרו פונקציה שמקבלת מספר ומחזירה רשימה של כל המספרים הקטנים ממנו אשר מתחלקים ב-3. לדוגמה, עבור המספר 10 תוחזר הרשימה [3, 6, 9]. כמקודם, אורך הפונקציה חייב להיות שורה אחת בלבד ☺

## Reduce

הערה: הפונקציה הזו היתה קיימת בפייתון 2, אך אינה קיימת יותר בפייתון 3. מומלץ להשתמש בלולאת for במקומה.

הפונקציה reduce מקבלת פונקציה ורשימה ומחזירה ערך יחיד. הערך הזה הוא התוצאה של ביצוע הפונקציה על איברי הרשימה שוב ושוב עד שנותר ערך יחיד. אפשר לחשוב על reduce בתור map שממשיך להתבצע כל עוד אורך הרשימה החדשה שנוצרת גדול מ-1.

לדוגמה, יש לנו רשימה ואנחנו רוצים לחשב את הסכום של האיברים שלה:

```
old_list = [2, 3, 4, 7, 8, 10]
print(reduce(lambda x, y: x+y, old_list))
```

אפשר לדמיין שבכל שלב נוצרת רשימה חדשה, שבה האיבר הראשון הוא סכום שני האיברים ברשימה המקורית:

- [5, 4, 7, 8, 10]
- [9, 7, 8, 10]
- [16, 8, 10]
- [24, 10]
- [34]

כאשר הגענו לרשימה באורך 1 החישוב ייעצר ויוחזר הערך שנותר בה.

## סיכום

בפרק זה למדנו כיצד לקחת קוד, שבדרך כלל היינו כותבים אותו באמצעות לולאת for, ולכתוב אותו בצורה קצרה ופשוטה באמצעות list comprehensions או באמצעות פונקציות הקסם של פייתון: lambda, map, filter ו-reduce. חלק מפונקציות אלו יהיו שימושיות בלימודי רשתות. המשך לימוד מוצלח!