

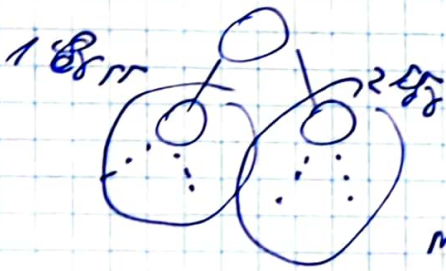
א) נתונה פונקציה  $\max\text{-min}$ . נראה את הסימוכין עבור המקרים הבאים:

### מציאת ערך המקסימום:

הנתונה והחלטה אינה ריקה (מתקנה זה אין ערך לזמין).  
האיבר הראשון הוא המקסימום והמ"צ אף חזרה יהיה (הערך ביותר  
שכן כפי שניתן - ע"כ צומת במזמן כושי, ערכו גדול או שווה  
לערכו של כל אחד מהצאצאים).

מכיוון אשר חזרה הוא האיבר הראשון הנמצא במזמן כושי (ס).  
כל שאר הצמתים חזרה יוצין, ומכך הוא בהכרח  
גדול שווה לכל, והוכחה כי מציאתו טריוויאלית (וגדלה ואל).

### מציאת ערך המינימום:



(סתם) הסימול הפה:

(מקרי דבה בעל) (יתן) צמור כי צמור  $\max\text{-min}$   
מתקין התקין, כמות פסול הקודם, כי ע"כ צומת במזמן אי צמי  
ערב קטן או שווה (ע"כ) אחד מהצאצאים.

זמן במקרה בו פשוט קיימים 2 יצדים פחות, לכן הקטן  
מבינים יהיה הקטן קר החזרה, שכן ~~פסול~~ <sup>נכונה</sup> פסול כי  
כל אחד מהנ"ל השום ~~ההפך~~ <sup>ההפך</sup> בשום צמור זמין עצם  
שהם שר המצאצא הע"כ, ולכן ע"כ נמצא קטן  
יותר מ-2 צמתים לר הצאצאים עצם. ומכך מתקנה כה פסיכוסט  
קטנות, נסוה כנס ולהטן יהיה הינתי מסדירה.

\* במקרה בו קיים איבר יחיד והוא חסר כל הוא הערך הקטן ביותר  
ומציאתו לר קטנה  
\* אם קיים בן יחיד ט"כ מחובן שהם התקין ומציאתו ט"כ חזרה.



# מחנן 13 הענף

ב) הענף מתקור את המיון של אלמנטים המיון השלם.  
(ממש את המיון המיון מיון כי זה הכי יפה ומהיר)  
מתקנים בעצם במעט שלם והספר תומך בזה.

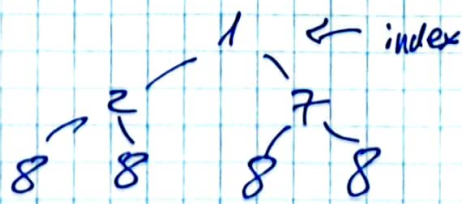
# אוספים הפסוקים left, right, parent, get-level, possible-grandchildren

כעת אלו המיון והיון מהספר (זה סל-70)  
ואלו שיון פשוט מהמיון הישן מהמיון או קריאה של פיוקציות  
מתקנים כעת זהו, ואין סיבה שנמצא אותו להיות מהספר  
(יון מציאות).

heapify: גרסה מספר, שבה כל מקבל אינדקס ומיון  
היונה כי תמי המיון המיון המיון, היו מספר  
מחזק את המיון.

מחקרה שלם מצב חוקי יוצר כך:  
בהתאם לרמת שנמצא המיון קדם קדם  
מיון הספר (זה סל) או מהמיון והקדם (מיון ספריות)  
המיון ואלו יסברו אותו ויון המיון המיון  
באותו ברמה שלם קדם אם max מכיוון ומיון צומח  
כה. (20) או שווה זהו צומח

במיון, בינה אי שלם / קדם אם מיון מכיוון ומיון צומח  
כה. (20) או שווה זהו צומח.  
קדם זהו מיון המיון המיון המיון המיון.





## המשק ה' heapify

נסתכל על ~~האלמנט~~ בדומה ונבין שאליו לא רק זהות אלא  
הצומת הנוכחי לא בנוי אלא גם לא נכדיו אחרים (שגור אר  
חוקי האמה, אם נחליף אותם זמן אחד מנכדיו לא  
(וכן) לפתור את בעייתנו, ולכן אנצטרך שיהיה משתנה  
מהלך התהליך כזה:

1/ אם הצומת עומד, חזור ישירות חזרה

2/ אם העומק שלו ~~הוא~~ והוא אינו עומד, ואם אבא max-heapify  
עליו ואז נניח

3/ אחר כך נחזיק יו' לג' ואינו עומד אלא max-heapify  
עליו ואז נניח.

max/min-heapify מתחילת תמיד יעבד צומת כך שיהיה עקוב יותר  
ה"משפחה" נומר בניו ונכדיו שחוקים (שזה is-valid)  
ההנחה והוא נוצרים חוקים קח את הצד / הקטן מהשניים  
והחלף אם הניכח, אם הנוכחי הוא הקטן השני היתר  
זרימה זו חוקית ונניח לחזור.

is-valid = שזה לא קבוצה נכונת שיוצקים מסוים מזה  
זה נמשך במרחב / במרחב המצב אחר

build-heap: ממשקו את שזה לא בהתבסס על סבר האימוץ אלא  
צומת נבנה את העומד להוסף וצמודה קרינה וניח שתי העצמות  
שיצרו חוקיות.

max-heap-extract: כמו שהיון א כן מסדף ג ובייבר המקסימלי  
הצומת חוקית הוא הראשון ונצטרך לסדר הוא 16 פנימיים.



## המשך ה'

heap-extract: כמו בסוף ג', יותב מהטובים ביותר הנ"ה

הוא חתך ביתר. לכן נבדוק השיטה שלססה של אמ  
נכסר מה' א', כי העצמה עם איברים, ואז הציחה  
מורכבת רק משורש הוא המינ' ואם קיים יתר  
אז איברים הצומה / אלה בין האני והשליש ויקח  
את האני אתר, אחריו השני הוא האני ביתר.  
הין כה וכה ניקח את המינ' ונוריד ממנו הצמתים העצמה  
ונסדית חדש ב' האחד שינא מותו וצפים ונחזור.

heap-insert: נכנסת להתחבב במה מקרי קצה מתוך המימוש  
ש' העינה:

\* הוספת ערך חדשה יקבע גוף לזה הציחה המקולה ולא  
אורך היערכ א', כאשר אם אצל העינה שנה משל  
מקולה נכנסים באמצעות המקולה  
אז כאשר נכנס ערך חדש עצמה / צנים מיתן אחרון ועבור  
אחריו / נכנס heapify כדי שהעצמה יישור תוקח

heap-delete: (ברק) מהיבר חיקי, אם כן מהיפס בהמתון  
בצורה, נוריד את האצל המקולה א העינה ונכנס heapify ע"ו.



1. heapify: המרה למערך זיז המייצג קבוצה הזזתית וזוהי  
 זיז היותר השווה כמערך קבוצה של איברי (זיז) היותר  
 6 וכן סיבוכיות השזירה הוול אברה הזזת  $\leq \log(n)$

build-heap: המרה מספר איברי/זיז מבעד heapify ו  
 מסתים זיז נקטת זיז:

הסבר  
 מספר  $\rightarrow \Theta\left(n \sum_{h=0}^{\log n} \frac{1}{2^h}\right) = \Theta\left(n \sum_{h=0}^{\infty} \frac{1}{2^h}\right) = \underline{\underline{\Theta(n)}}$

(זיז 1/2)

heap-extract-max: הוכחון כבר שזיזת המייצג קבוצה זיז (זיז)  
 הזיזת כמערך heapify שהיז כמערך  $\log(n)$  זיז  
 2 השזירה הזיזת המערך המערך delete שבה (מזכיר heapify)

heap-extract-min: זיזתה  $\leq \log n$ , אומן הזיזת מתקיימת זיז  
 הסיבוכיות שלה  $\log(n)$ .

heap-insert: שזירה זו מבעד הזיזת heapify שזיז כבר

סיבוכיותה  $\log(n)$  זיז זיז מבעד הזיז  
 אברה הזזת - ש הזיז המייצג המערך זיז נקטת:

$$T(n) = \sum_{i=1}^n \log i$$

(סמן  $m = \log n$  ונקט)  
 $T(n) = \sum_{i=1}^m \log i = O(m) = \underline{\underline{O(\log n)}}$

heap-delete: כמערך הזיזת זיז זיז heapify

זיז סיבוכיותה  $\log(n)$