

## מטלה - חלוקת חפצים בדידים

יש לענות על שאלה אחת לבחירתכם.

### שאלה 2: אלגוריתם מעגלי הקנאה - סדר החפצים

כזכור, אלגוריתם מעגלי-הקנאה מתחיל בכך שהוא מסדר את החפצים בסדר שרירותי כלשהו. כלומר, בכל סדר שבו נסדר את החפצים, אנחנו עשויים לקבל תוצאה שונה.

א. הראו דוגמה עם 3 אנשים ו-3 חפצים, שבה כל סידור של החפצים נותן תוצאה אחרת (סה"כ 6 תוצאות).

ב. הראו דוגמה עם 3 אנשים ו-3 חפצים, שבה כל סידור של החפצים נותן אותה תוצאה.

ג. הראו דוגמה עם 3 אנשים ו-3 חפצים, שבה מספר התוצאות האפשריות גדול מ-1 וקטן מ-6.

### שאלה 4: מיקסום מכפלת הערכים - חפצים בדידים

כזכור, למדנו שאלגוריתם מיקסום-מכפלת-הערכים נותן חלוקה שהיא ללא-קנאה-מלבד-1 כאשר החפצים הם בדידים (לא ניתנים לחיתוך). תנו דוגמאות לחלוקה של 4 חפצים בדידים בין 2 אנשים, שבהן:

א. אלגוריתם מיקסום-מכפלת-הערכים מחזיר חלוקה שהיא ממש ללא קנאה.

ב. אלגוריתם מיקסום-מכפלת-הערכים נותן חפץ 1 לאדם אחד ו-3 חפצים לשני.

ג. אלגוריתם מיקסום-מכפלת-הערכים נותן נותן 2 חפצים לכל אחד.

### שאלה 2: הגינות, יעילות, ומיקסום המכפלה

בשיעור הראינו, שכל חלוקה הממקסמת את מכפלת הערכים, היא יעילה-פארטו וללא-קנאה (עד כדי חפץ אחד).

הראו שהכיוון ההפוך לא בהכרח נכון: הראו דוגמה לחלוקה ללא-קנאה ויעילה-פארטו, שאינה ממקסמת את מכפלת הערכים.

## שאלה 6: תיכנות מתקדם - מיקסום המכפלה עם מספרים שלמים

**תיכנות:** בבעיית החלוקה שלמדנו בשיעור האחרון, יש  $n$  אנשים ו- $m$  חפצים בדידים, וכל אדם מייחס ערך לכל חפץ. ניתן לייצג כל בעיה כזאת כמטריצה עם  $n$  שורות ו- $m$  עמודות, שבה הערך בשורה  $i$  ועמודה  $j$  הוא הערך שמייחס אדם  $i$  למשאב  $j$ .

כיתבו פונקציה בפייתון, בעזרת `cvxpy`, המקבלת כקלט מטריצה כזאת, וכותבת למסך תיאור של חלוקה הממקסמת את מכפלת הערכים. הניחו שכל הערכים הם מספרים שלמים בין 1 ל-10.

לדוגמה, אם הקלט הוא:

```
[[1, 4, 9],  
 [9, 5, 1]]
```

אז הפלט הוא:

```
Agent #1 gets item #3,
```

```
Agent #2 gets items #1, #2.
```