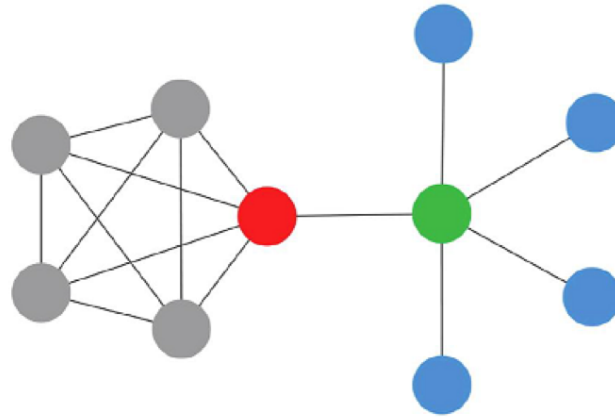


- d. Compute (manually) each of the centrality measures for red, green, blue and grey nodes. Rank the nodes by each of the measures and explain the difference between gray and green nodes in terms of different centrality measures.



סדרון:

הנקודה הזו היא הנקודה המרכזית ביותר:

פירוק:

Degree Centrality \*

$$DC = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} d_i}{n-1}$$

המספר S של הקצוות

Closeness Centrality \*

המרחק בין כלל הנקודות הוא 1 ויש 4 נקודות

המרחק בין כלל הנקודות הוא 1

המרחק בין כלל הנקודות הוא 2 ויש 4 נקודות

$$CC = \frac{1}{4 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 4 \cdot 2} = \frac{9}{13}$$

הנקודה המרכזית ביותר

Betweenness Centrality \*

כלל הנקודות שיש בהם מסלול קצר ביותר בין שתי נקודות שונות:

הנקודות הן הנקודות המרכזיות ביותר:

הנקודה המרכזית ביותר: SP מסלול קצר ביותר (כלל הנקודות שיש בהם מסלול קצר ביותר)

הנקודה המרכזית ביותר: SP מסלול קצר ביותר (כלל הנקודות שיש בהם מסלול קצר ביותר)

הנקודה המרכזית ביותר: SP מסלול קצר ביותר (כלל הנקודות שיש בהם מסלול קצר ביותר)

סוג אסור:  $4^2 = 16$  וסוג ב:  $2^2 = 4$  וסוג ג:  $1^2 = 1$  וסוג ד:  $0^2 = 0$

$$BC = \frac{2}{8 \cdot 9} \cdot (4 + 16) = \frac{40}{8 \cdot 9} = \frac{5}{9}$$

יחידה  
Degree Centrality \*

5 ענפים ולכן  $\frac{5}{9}$

Closeness Centrality \*

מרחק 1 אל אסור הא ו 2 ו 4  
מרחק 1 אל אסור ב  
מרחק 1 אל אסור ג ו 1 ו 4

$$\Rightarrow 4 \cdot \frac{1}{2} + 1 \cdot \frac{1}{1} + 4 \cdot \frac{1}{1} = \frac{9}{13}$$

Betweenness Centrality \*

סוג אסור-אסור: 6  $\frac{4 \cdot 3}{2}$  וסוג אסור-אסור: 4 וסוג אסור-אסור: 16

סוג אסור-אסור/אסור-אסור: 16

$$BC = \frac{2}{8 \cdot 9} \cdot (6 + 4 + 16) = \frac{52}{8 \cdot 9} = \frac{13}{18}$$

מחלק נקודות בסיווג -

אסור

$$DC = \frac{4}{9}$$

$$CC = 9 \cdot \frac{1}{3 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 2 + 3 \cdot 4} = \frac{9}{18} = \frac{1}{2}$$

$$BC = \frac{2}{8 \cdot 9} \cdot 0 = 0$$

נחול

$$DC = \frac{1}{9}$$

$$CC = 9 \left( \frac{1}{4 \cdot 3 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 1 + 3 \cdot 2} \right) = \frac{9}{21} = \frac{3}{7}$$

$$BC = \frac{2}{8 \cdot 9} \cdot 0 = 0$$

השוואה בין המרכז לירוק

ישם לב כי בעצם זה - Closer & Degree Centralities

אנחנו מקבלים דבר Betweenness

זה השווה כי במרכז למרכז הירוק זהו ציר הכרטי במרכז הכוחות,

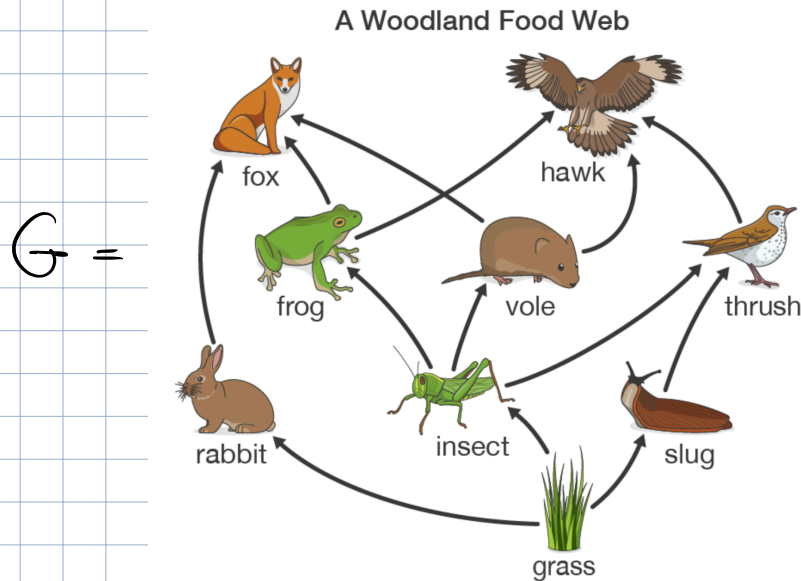
בעצם שהצירים המסוימים הם קליקה ובכך "מחזים" את המרכז.



- d. Think about a real-world example of a signed social network (up to 10 nodes). Present the network, explain the nodes and the edges. Check (manually) if the network follows the "Theory of Structural Balance" and explain the results.
- e. Find a number  $N > 3$  (one example is enough) for which a complete graph with  $N$  nodes is balanced and has the same number of "+" edges and "-" edges.

כתיבה:

(ד) נקרא לה דוגמה אחת של רשת חברתית חתומה:

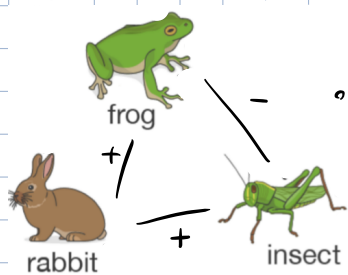


$G =$

הנה רשת  $G$  של 10 נקודות. כל קצה של קו הוא חיובי או שלילי. כל קו חיובי מסמל "אכילה" וכל קו שלילי מסמל "היכרעות".  
 lead בין vole ו-slug חיובי, כל קו חיובי מסמל "אכילה".  
 ובין grass ו-slug שלילי, כל קו שלילי מסמל "היכרעות".

המאפיין של  $G$  הוא, שכל קו חיובי או שלילי הוא חיובי או שלילי.  
 זהו רשת חתומה. כל קו חיובי או שלילי הוא חיובי או שלילי.

רשת  $G$  היא חתומה. כל קו חיובי או שלילי הוא חיובי או שלילי.  
 (ה) רשת חתומה: rabbit - insect - frog

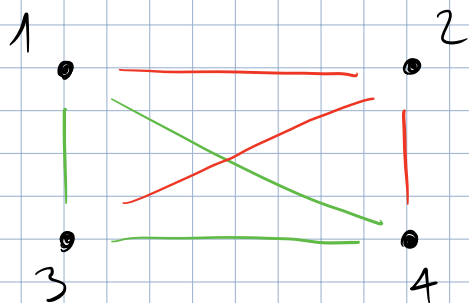


המאפיין של רשת חתומה הוא, שכל קו חיובי או שלילי הוא חיובי או שלילי.  
 והוא חתומה. כל קו חיובי או שלילי הוא חיובי או שלילי.  
 חתומה.

(e) נקט

$$N=4$$

אלו הזוגות:



נספר הקשתות החדות (פזר) וזהו מספר הקשתות החיוניות

"+" (יחיד)

אלו הבעיות:

בד 4      בד 2      בד 1      בד 3  
(1,2,3), (1,3,4), (2,3,4), (2,1,4)

ואכן בכל שאלה 0 או 2 קשתות חיוניות.



#### Question #4:

A group of  $n$  people are connected to each other, and using 2 ways of communications – phone and mail. Prove that they can decide to use only one of these two ways and still all of them will be reachable to each other (not necessarily directly connected)

פתרון:

יהי  $G$  גרף המיוצג על ידי קווקרים כשרי  $G$  קשר עם גרף "phone" או עם גרף "mail". נוכח כי ניתן למקד את  $G$  הקשרת בלבד סוג גרף יוצרין לקבץ גרף קשר.

נניח שהקשרת את הקשרת עם גרף "mail" (נכנס  $G_{\text{phone}}$ ) אם גרף קשר קשר, סימני.

אם לא, אזי יש  $n-1$  יחיד קשרת כשרי  $G$  קשר עם גרף "phone". נכנס את  $G_{\text{phone}}$  למקד את גרף "phone" מהגורם הקשרת (ולא את "mail" כשרי סימני) אזי נקב גרף קשר: נניח להבט כי  $G_{\text{mail}}$  קשר:

יהיו  $v, u$  קווקרים בגרף. אם  $G_{\text{phone}}$   $u-v$  כשרי ויחיד קשרת סימני, אזי בגרף לא כשרי בנכנס קשר עם גרף "mail", לכן  $u$  קשר  $phone$  וסימני.

אם  $v, u$  כשרי בגרף ויחיד קשרת, אזי בגרף  $u-v$  קשרת חיובי קשרת את (בכשרי  $u$  כשרי). את הקשרת  $(u, v)$ ,  $(u, v)$   $u$  קשר עם גרף "mail" ולכן בכשרי עם גרף "phone".

לכן קשרת הגרף בין  $u-v$  קשרת  $u$ .

האופן כי  $G_{\text{phone}}$  ו-  $G_{\text{mail}}$  קשרת.

