

סמסטר חורף התשע"ו

פרופ' בני קימלפלד

מרצה :

מר רוני ליכר
גב' הדר פרנקל
מר נמרוד רייפר

מתרגלים :

מערכות מסדי נתונים**236363**

מועד ב'

(כ"ו באדר א' התשע"ו, 6 במרץ 2016)

פירוט החלקים והניקוד:

מס'	נושא	מס' שאלות בחלק	מס' שאלות שיש לענות עליהן	ניקוד
1	שאליות במודל היחסים	4	3	40
2	תכן מסדי נתונים	2	2	24
3	מודלים לא יחסיים	4	3	36
סה"כ		10	8	100

הנחיות לנבחנים

1. כתבו את התשובות אך ורק במחברת התשובות. טופס הבחינה לא ייבדק.
2. מותר לכתוב את התשובות בעפרון, באחריותכם לוודא שתשובתכם קריאה.
3. כל חומר עזר הכתוב על נייר בלבד מותר בשימוש.
4. אין לקבל או להעביר חומר עזר כלשהו בזמן הבחינה.
5. בבחינה שלושה חלקים עם אפשרויות בחירה בחלקים 1 ו-3. יש לוודא שסימנתם באופן ברור את השאלות שבחרתם לענות עליהם. במקרה של סימון לא ברור, השאלות הראשונות תיבדקנה.
6. בכל מקום שלא נאמר אחרת, יש לנמק את התשובות בקצרה. **תשובות לא מנומקות לא תתקבלנה, למעט במקומות שבהם אתם מתבקשים לכתוב שאלית.**
7. יש להשתמש רק בסימנים או פונקציות שנלמדו בתרגול או בהרצאה, או שמופיעות בשקפים של הקורס. כל שימוש בסימון שאינו כזה מחייב הסבר מלא של משמעות הסימון.
8. משך הבחינה הינו שלוש שעות. תכננו את הזמן בהתאם. **לא תינתנה הארכות זמן במהלך המבחן.**
9. הבחינה כוללת 10 שאלות ב-3 חלקים. נא לוודא שיש בידכם את כל הטופס.
10. כאשר ניקוד תתי הסעיפים אינו מצוין, ניקוד הסעיף מתחלק שווה ביניהם.
11. הניקוד אינו נועד לשקף את קושי השאלה, ולכן מומלץ לקרוא קודם את כל השאלות.

בהצלחה

חלק 1 – שאלות מידע רלציוניות – 40 נק'

בחלק זה עליכם להשתמש ביחסים הבאים (לא הוגדרו מפתחות):

Address(id, street, number, city, type)

אדם בעל המזהה id מתגורר ברחוב street מספר בית number בעיר city.
במידה ו-type="rent" – הוא שוכר אותה ובמידה ו-type="owns" – הוא רכש את הדירה. דוגמא לרשומה:
(123, "Hertzel", 10, "Haifa", "rent")

Owns(id, street, number, city)

אדם בעל המזהה id בעל הדירה ברחוב street מספר בית number בעיר city.

MayorOf(id, city)

אדם בעל המזהה id הוא ראש העיר city.

Board(id, neighborhood, city)

אדם בעל המזהה id משתתף בוועד של שכונה neighborhood בעיר city.

1. SQL, 16 נק' – שאלת חובה.

א. 9 נק' – בסעיף זה התעלמו מהיחסים אשר הוגדרו בתחילת החלק.
הניחו כי **עיר** מיוצגת ע"י שם בלבד ו**שכונה** מיוצגת ע"י שם השכונה ושם העיר בה היא נמצאת. בנוסף, מסד הנתונים ריק, אינו מכיל אף טבלה. כל טבלה שתיצרו חייבת לקיים את הגבלות הייצוג.

עליכם לכתוב מספר פקודות SQL המבצעות את הפעולות הבאות. כתבו גם פקודות נוספות הנדרשות לאפשר הפעולות, אם כאלו קיימות.

- יצירת טבלת ערים.
- יצירת טבלת שכונות.
- הוספת שכונה.
- מחיקת העיר בה נמצאת השכונה שהוספתם.

```
CREATE TABLE City (Name text PRIMARY KEY);
```

```
CREATE TABLE Neighborhood
```

```
(Name text,
```

```
CName Text,
```

```
PRIMARY KEY (Name, CName),
```

```
FOREIGN KEY (CName) REFERENCES City(Name) ON DELETE CASCADE);
```

```
INSERT INTO city VALUES ("Haifa")
```

```
INSERT INTO Neighborhood VALUES ("Ramat Aviv", "Haifa")
```

```
DELETE FROM city WHERE name = "Haifa";
```

- מי שלא הגדיר ON DELETE CASCADE, היה צריך למחוק קודם את השכונה ורק אח"כ את העיר.
- הגדרת הטבלאות ללא קישור בין הטבלאות הינה הגדרה לקויה.

ב. 7 נק' - בהינתן היחסים שניתנו למעלה, כתבו שאילתת SQL אשר מחזירה זוגות של אדם ועיר אשר מקיימים לפחות אחד מהתנאים הבאים:

1. האדם הוא ראש אותה עיר.

2. האדם גר עם עוד חמישה אנשים לפחות באותו הבית הממוקם בעיר.

```
Select *
FROM MayorOf
UNION
Select id, city
FROM LivesAt
WHERE city, street, number in
      (SELECT city, street, number
       FROM LivesAt
       GROUP BY city, street, number
       HAVING count(*) >= 6)
```

2. RA, 12 נק' - שאלת חובה.

יש לענות על סעיפים א' וב' בהינתן היחסים שניתנו בתחילת החלק.

א. 4 נק' - כתבו שאילתת RA כך שעבור כל אדם שיש בבעלותו לפחות שני בתים וכן הוא מתגורר באחד הבתים שבבעלותו, מחזירה את מספר הזיהוי שלו.

$$\pi_{id_1}(Owns \times_{id_1=id_2 \wedge (street_1 \neq street_2 \vee number_1 \neq number_2 \vee city_1 \neq city_2)} Owns) \cap \rho_{id \rightarrow id_1}(\pi_{id}(\sigma_{type=owns} address))$$

ב. 4 נק' - כתבו שאילתת RA המחזירה את השכונות שקיים בוועד שלהן אדם שלא שוכר אף דירה.

$$\pi_{neighborhood}((\pi_{id} Board \setminus \pi_{id}(\sigma_{type=rent} address)) \bowtie Board)$$

ג. 4 נק' - תהיינה R_1, R_2, R_3 סכמות ויהיו r_1, r_2, r_3 יחסים מעל הסכמות הנ"ל בהתאמה. הוכיחו או הפריכו:

$$\pi_{R_2}(r_1 \bowtie r_2 \bowtie r_3) \subseteq r_2$$

הוכחה :

$$t \in \pi_{R_2}(r_1 \bowtie r_2 \bowtie r_3)$$

לפי הגדרת \bowtie , עבור $t \in r_1 \bowtie r_2 \bowtie r_3$ מתקיים כי קיימות 3 שורות, $t_1 \in r_1, t_2 \in r_2, t_3 \in r_3$ כך ש:

$$\pi_{R_1 \cap R_2} t_1 = \pi_{R_1 \cap R_2} t_2$$

$$\pi_{R_3 \cap R_2} t_3 = \pi_{R_3 \cap R_2} t_2$$

$$\pi_{R_3 \cap R_1} t_1 = \pi_{R_3 \cap R_1} t_3$$

וכן:

$$\pi_{R_1} t = t_1, \pi_{R_2} t = t_2, \pi_{R_3} t = t_3$$

שימו לב, יש לענות בדיוק על שאלה אחת מבין 3 (RC) ו-4 (Datalog).

3. RC, 12 נק' – שאלת בחירה מבין 3 ו-4.

בשאלה זו הניחו כי קיימים היחסים הבאים: $R(A, B)$, $S(B, C)$

א. 6 נק' - כתוב שאילתת RC אשר מחזירה True אם ורק אם מתקיים $\pi_B(R) \subseteq \pi_B(S)$.

$$\{(\cdot) \mid \forall a, b \exists c (R(a, b) \rightarrow S(b, c))\}$$

ב. 6 נק' - עבור השאילתות הבאות, הסבר האם הן תלויות בתחום.

$$\{(x) \mid \forall y (S('Anna', y) \rightarrow R(y, x))\} \quad (a)$$

שאילתה זו תלויה בתחום. אם קיים y כל שלא מתקיים $S(y, 'Anna')$ אזי הערך בצד שמאל של הגרירה הוא False, מכאן שכל x בעולם מתאים כדי לספק את השאילתה.

$$\{(x, z) \mid \exists y R(x, y) \wedge S(y, z)\} \quad (b)$$

שאילתה זו אינה תלויה בתחום.

תשובה קצרה שקבילה את מלוא הנקודות: אינה תלויה בתחום שכן כל הערכים המוחזרים מוגבלים לתוכן היחסים.

באופן מפורש:

יהיו D, E תחומים אשר מכילים את אותו תחום אקטיבי. יהי I כלשהו בתחום האקטיבי. אם I לא מקיים את R או לא מקיים את S, אזי מתקיים בהכרח $Q^D(I) = Q^E(I) = \emptyset$.

אחרת מתקיים כי I מקיים את R ואת S.

בשלילה נניח כי $Q^D(I) \neq Q^E(I)$, אבל מאחר ומתקיים כי I מקיים את R ו-S, בפרט קיימים b_1, \dots, b_m אשר עבורם זה מתקיים מהגדרת R ו-S עבור I. לכן סתירה להנחה.

$$Q^D(I) = Q^E(I)$$

4. Datalog, 12 נק' – שאלת בחירה מבין 3 ו-4.

א. 6 נק' - להלן תכנית Datalog (הנח כי פרדיקט U קיים במסד הנתונים):

$$\begin{aligned} V(x, y) &\leftarrow U(x, y) \\ S(x, y) &\leftarrow V(y, x) \\ S(x, y) &\leftarrow V(x, z), V(y, z) \end{aligned}$$

האם התכנית רקורסיבית? נמק את תשובתך.

גרף התלויות של התכנית מכיל מעגל. ע"פ משפט שנלמד בהרצאה, תכנית היא רקורסיבית אם גרף התלויות שלה מכיל מעגלים.

ב. 6 נק' - בהרצאות נלמד על גרף תלויות של תכנית Datalog.

תזכורת: גרף תלויות הינו גרף מכון (V, E) כך ש:

V - צמתים המייצגים פרדיקטים מסוג IDB .

E - קשתות כאשר קשת $R \rightarrow S$ נמצאת בקבוצה במידה וקיים כלל עם S בראש החוק (צד

שמאל) R בגוף החוק (צד ימין).

נסתכל על תכניות עם שלילה ($Datalog^-$) ונוסיף להגדרה של גרף התלויות את התוספת הבאה:

קשת $R \rightarrow S$ בגרף התלויות תסומן כקשת שלילית אם מתקיים כי R נמצא בגוף החוק עם סימן שלילה.

הוכח את הטענה: תכנית $Datalog^-$ אשר הגרף שלה מכיל מעגל עם קשת שלילית לא ניתנת לריבוד.

טענת עזר: לכל קשת $(pred_i, pred_j)$ שלילית בגרף מתקיים כי ערך הריבוד הניתן ל $pred_j$ קטן ממש מערך הריבוד של $pred_i$. נסמן את ערך הריבוד ב- s .

הוכחת טענת העזר: מבניית הגרף נובע כי $pred_i$ תלוי ב- $pred_j$ באמצעות שלילה, לכן לפי כללי הריבוד שלמדנו מתקיים כי $s(pred_j) < s(pred_i)$.

הוכחת הטענה שבשאלה:

נניח בשלילה כי הטענה לא נכונה. אזי קיים מעגל עם קשת שלילית לתכנית $Datalog^-$ והתכנית ניתנת לריבוד. נסמן את הפרדיקטים של המעגל ב- c_1, \dots, c_m ובלי הגבלת הכלליות נניח כי המעגל הוא מהצורה $c_1 \rightarrow c_2 \rightarrow \dots \rightarrow c_m \rightarrow c_{m+1} = c_1$.

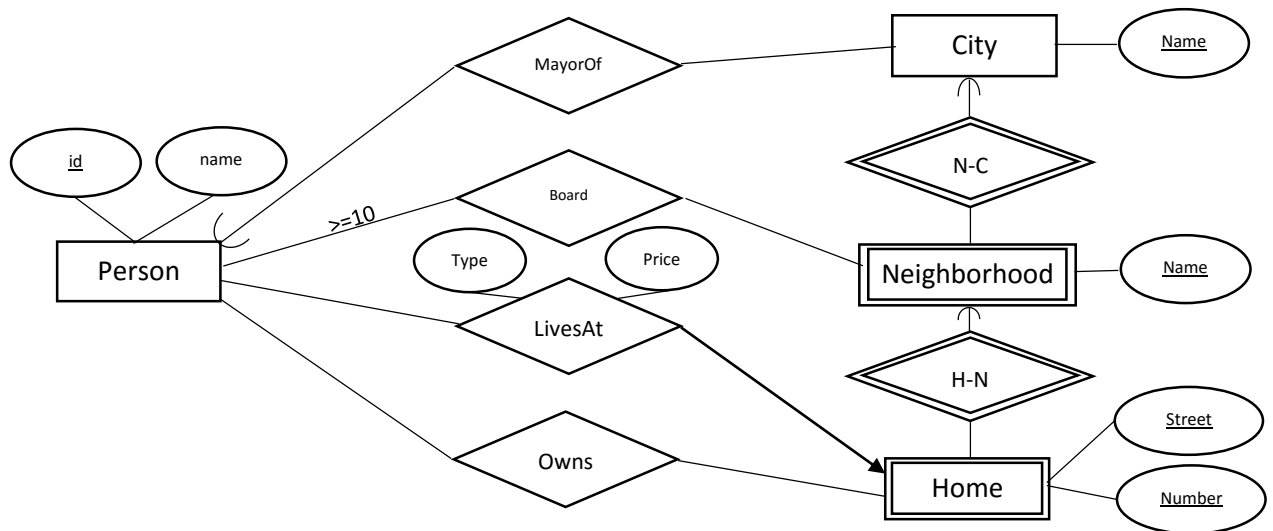
בלי הגבלת הכלליות נניח כי $c_1 \rightarrow c_2$ הינה קשת שלילית.

אזי מהגדרת טענת העזר מתקיים כי $s(c_1) > s(c_2) \geq \dots \geq s(c_m) \geq s(c_{m+1}) = s(c_1)$. כלומר $s(c_1) > s(c_1)$ סתירה.

חלק 2 – תכן מסדי נתונים - 24 נק'

5. ERD, 12 נק' – שאלת חובה.

להלן מערכת המתארת בתים, שכונות וערים. לערים יש ראשי ערים. לשכונות יש ועדים. בתים הם בבעלות אנשים ואנשים גרים בבתיים. אדם המתגורר בבית יכול לעשות זאת ע"י שכירה או רכישה (נקבע ע"י השדה type) ובהתאם מצוין הסכום ששולם (עבור שכירות – מחיר שכירות חודשי, ועבור רכישה – סכום הרכישה).



א. 3 נק' - תרגמו את היחס LivesAt לטבלה באופן אשר משמר את התלויות בצורה הטובה ביותר, סמנו מפתחות בקווים תחתונים.

LivesAt(id, type, price, street, number, Neighborhood.name, City.name)

ב. 3 נק' - לאילו מטיפוסי הישויות הבאים ניתן למצוא במערכת שתי ישויות בעלות אותו השם (name)?
הסבר בקצרה.

a. Neighborhood.

- ניתן בערים שונות.

b. City.

- לא ניתן, השם הוא מפתח.

c. Person.

- ניתן, אין הגבלה על השם.

ג. 2 נק' - מהו מספר הוועדים אשר אדם כלשהו יכול להשתתף בהם?
אין הגבלה על מספר הוועדים שאתם יכול להיות חבר בהם.

ד. 4 נק' – נרצה לשמור עבור השכרת בית, בין אחד לחמישה אנשים שהיו ערבים לשכירות הבית ע"י השוכר (לשוכרים שונים יתכנו ערבים שונים, גם אם הם שוכרים את אותו הבית). הסבירו כיצד ניתן לשנות ה-ERD כדי לייצג זאת באופן בו תלויות הדיאגרמה נשמרות בצורה הטובה ביותר.

שכפול LivesAt ל-2 כך שאחד מסמל השכרה (LivesAtRent) ואחד רכישה.
הקבצה (aggregation) על LivesAtRent וחיבור ההקבצה ל-person בעזרת קשר. החיבור ל-person יעשה עם קו שמעליו "1=> , 5=>"

6. תלויות פונקציונאליות, פירוקים וצורות נורמליות, 12 נק' – שאלת חובה.

א. 4 נק' - הוכיחו או הפריכו: כל פירוק $3NF$ משמר תלויות.

דוגמא נגדית: $R=ABCD$, $R_1 = ABC$, $R_2 = CD$, $F = \{A \rightarrow D\}$. התלות אינה נשמרת כי אינה מוכלת באף תת סכמה ואינה נובעת מאף תלות שכן נשמרת. הפירוק הוא ל $3NF$ שכן כל אחת מתת הסכמות מקיימת את תנאי ה $3NF$ באופן ריק, שכן ההיטל של F על תת הסכמות ריק.

ב. 4 נק' – תהי סכמה $U = ABCD$ ותהיינה W_1, W_2 תת סכמות של U , שונות זו מזו, כך שכל אחת מכילה שלוש תכונות. תהי F קבוצת תלויות פונקציונליות המכילה לפחות תלות אחת שאיננה טריוויאלית.

הוכיחו או הפריכו: הפירוק ל W_1, W_2 משמר מידע.

דוגמא נגדית: $R_1 = ABC$, $R_2 = BCD$, $F = \{A \rightarrow B\}$. החיתוך של R_1, R_2 הוא BC , והוא אינו מפתח של אף אחת מבין R_1, R_2 .

ג. 4 נק' – נתונה סכמה וקבוצת תלויות:

$$U = ABCDE, F = \{A \rightarrow BC, AD \rightarrow E, EB \rightarrow C, C \rightarrow DE\}$$

ופירוק של הסכמה:

$$W_1 = ABE, W_2 = ACD, W_3 = DE$$

הראו ריצה של האלגוריתם לבדיקת שימור תלויות שנלמד בכיתה ע"מ לבדוק האם הפירוק הנ"ל משמר תלויות. קבעו ע"פ התוצאה אם הוא משמר תלויות או לא.

התלות $C \rightarrow DE$ אינה נשמרת. מספיק להריץ את האלגוריתם שנלמד בכיתה עבורה ולקבוע שהאלגוריתם אינו משמר תלויות.

חלק 3 – מודלים לא רלציוניים – 36 נק'

שימו לב, יש לענות בדיוק על שלוש שאלות מבין 7 (XML), 8 (Neo4j), 9 (MongoDB) ו-10 (RDF).

7. XML – 12 נק' - שאלת בחירה מבין 7, 8, 9, ו-10.

להלן מסמך DTD לייצוג מידע על פעילות בפורום הכוללת שליחת הודעות בקטגוריות שונות וניהול קטגוריות ע"י מנהלים (moderator).

```
<!ELEMENT forum (category+)>
<!ELEMENT category ((moderator,message*)|category+)>
<!ATTLIST category serial ID #REQUIRED
                  name CDATA #REQUIRED
                  active (yes|no) "yes">
<!ELEMENT message (#PCDATA)>
<!ATTLIST message title CDATA #IMPLIED
                  author CDATA #IMPLIED>
<!ELEMENT moderator EMPTY>
<!ATTLIST moderator email CDATA #REQUIRED
                  name CDATA #IMPLIED>
```

forum.dtd

```
<!DOCTYPE forum SYSTEM "forum.dtd">
<forum>
  <category serial="c23" name="CS Courses">
    <moderator email="mira@technion.ac.il" name="Mira"/>
    <message title="Welcome" author="Mira">
      Welcome students!
    </message>
  </category>
</forum>
```

forum.xml

א. 4 נק' - לכל אחת מהטענות הבאות הסבר האם היא מתקיימת **בכל מסמך XML חוקי** (ע"פ ה-DTD) ונמק:

א. קיימת לפחות הודעה אחת בפורום.

ב. השאילתה הבאה מחזירה תשובה לא ריקה: `//@email`.

- (a) לא. דוגמא: המסמך למעלה ללא ההודעה הינו מסמך חוקי.
(b) כן. חייבת להיות לפחות קטגוריה אחת ללא תתי קטגוריות אחת במסמך חוקי סופי. לכזו קטגוריה חייב להיות מנהל, ולמנהל חייב להיות דוא"ל.

ב. 2 נק' - האם מחיקת השורה הראשונה ("`<!DOCTYPE...>`") במסמך ה-XML הנ"ל יכולה לשנות את התשובה לשאילתת XPath כלשהי? אם כן, הראה שאילתה כזו, ואם לא הסבר מדוע לא קיימת שאילתה כזו.

כן. `//category[@active]`

ג. 6 נק' - כתוב שאילתות XPath 2.0 עבור המשימות הבאות:
 א. 3 נק' - מצאו את כל הקטגוריות הפעילות (active="yes") המכילות לפחות קטגוריה אחת, ומתקיים שכל קטגוריה המקוננת תחתן (תת-קטגוריה, תת-קטגוריה של תת-קטגוריה, וכו') אינה פעילה (active = "no").

```
//category[@active = 'yes' and category and (every $subC in //category satisfies $subC/@active = 'no')]
```

ב. 3 נק' - מצאו את כל ההודעות בעלות כותרת ייחודית בפורום.

```
//message[ every $otherM in //message satisfies ($otherM is . or ($otherM/@title != @title))]
```

8. Neo4j – 12 נק' - שאלת בחירה מבין 7, 8, 9, ו-10.

נתון מסד נתונים גרפי המכיל צומת מסוג אחד:

Person
Id

צומת זה יכול להיות מקושר ע"י סוג הקשר (relationship) הבא:

BoughtFrom: קשר המקשר בין אדם (person) ואדם (person) ומכיל את התכונות price ו-product. ומציין שהאדם רכש מוצר כלשהו במחיר כלשהו.

א. 5 נק' - כתבו שאילתת Cypher המוצאת מעגלי קניה. מעגל קניה יתקיים עבור מוצר כלשהו שנמכר ע"י אדם X לאדם אחר ולאחר שרשרת מכירות של אותו המוצר, נמכר בחזרה ל-X. עליכם להחזיר זוגות של אדם ומוצר שהיו חלק ממעגל קניה.
 * שימו לב, לאורך כל המעגל, מדובר על אותו המוצר.

```
MATCH (a) - [r0] - >(b) - [rr*] -> (a)
WHERE a <> b and ALL (r IN rr WHERE r.product = r0.product)
RETURN DISTINCT a, r0.product
```

ב. 7 נק' – כתבו שאילתת Cypher המוצאת אנשים הנמצאים במרחק של 5 מכירות לכל היותר מאנשים שמכרו נעליים ורק נעליים (הבהרה: מכרו מספר חיובי כלשהו, גדול שווה ל-1, של זוגות נעליים, ולא מכרו מוצרים אחרים).

```
MATCH () - [r] - (a) - [*.5] - (x)
WITH a, x, collect(r) as rr
WHERE ALL (r IN rr WHERE r.product = "shoes")
RETURN DISTINCT x
```

9. MongoDB – 12 נק' - שאלת בחירה מבין 7, 8, 9, ו-10.

לרשותך אוסף Tourism המכיל פרטים אודות ערים ברחבי העולם, וכמות המלונות באותן ערים.

כל אלמנט באוסף Tourism מכיל מסמכים מהצורה הבאה:

```
{
  "_id": "10720",
  "city": "HAIFA",
  "country": "ISRAEL",
  "hotels": 50,
}
```

מסמך באוסף Tourism מתאר עיר (city) אשר נמצאת במדינה (country) ולעיר כמות מלונות המתואר באמצעות השדה hotels. _id מתאר את מיקוד העיר. הניחו כי לא קיימות שתי ערים באוסף בעלי אותו המיקוד.

א. 4 נק' - תרגמו את שאילתת ה-SQL הבאה לשאילתת MongoDB.

```
SELECT country, SUM(hotels) AS CountryHotels
FROM Tourism
GROUP BY country
HAVING CountryHotels >= (800)
```

```
db.Tourism.aggregate( [
  { $group: { _id: "$country", CountryHotels: { $sum: "$hotels" } } },
  { $match: { CountryHotels: { $gte: 8000 } } }
])
```

ב. 5 נק' - לכל מדינה החזירו את ממוצע מספר המלונות (hotels) לעיר, שם העיר בעלת מספר המלונות הגבוה ביותר ואת מספר המלונות עבור אותה עיר. בנוסף, לכל מדינה החזירו שדה נוסף level המתאר את רמת התיירות באותה מדינה. ה-level של מדינה יהיה 1 אם ממוצע מספר המלונות לעיר של המדינה הוא לפחות 1,000, ו-0 אחרת.

```
db.Tourism.aggregate( [
  { $sort: { hotels: -1 } },
  { $group:
    {
      _id: "$country",
      highestCity: { $first: "$city" },
      highestHotels: { $first: "$hotels" },
      avgHotels: { $avg: "$hotels" }
    }
  },
  { $project:
    {
      _id: 1,
      highestCity: 1,
      highestHotels: 1,
      level:
        { $cond: { if: { $gte: ["$ avgHotels", 1000] },
                    then: 1,
                    else: 0 }
        }
    }
  }
])
```

ג. 3 נק' - ג'קי, מהנדס בכיר האחראי על אוסף Tourism, קיבל הנחיה מהמנהל שלו לשנות האוסף כך שיהיה ניתן להסיר מדינה וכל עריה מן המאגר ע"י מחיקה של מסמך יחיד. הצע שינוי מבני לאוסף Tourism אשר יאפשר לג'קי להיענות להנחית המנהל.

```
{  
  "_id": "10720",  
  "country": "ISRAEL",  
  "cities": [{_id:"10720",name:"HAIFA", "hotels":50}]  
}
```

10. RDF – 12 נק' - שאלת בחירה מבין 7, 8, 9, ו-10.

נתון גרף ה-RDF הבא אשר נסמנו ב-G.

@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>.

@prefix ex: <http://example.maman.cs.technion/>.

@prefix dbo: <http://dbpedia.org/ontology/>.

ex:BestFish	ex:servesDessert	ex:Cheesecake
ex:BestSalads	ex:servesDessert	ex:Knafeh
ex:BestSalads	dbo:city	ex:Haifa
ex:serves	rdfs:domain	dbo:restaurant
ex:serves	rdfs:range	dbo:food
ex:servesDessert	rdfs:subPropertyOf	ex:serves

א. 3 נק' – בהינתן שתי קבוצות ההשמות הבאות:

$A = \{ (?r \rightarrow \text{ex:BestFish}, ?d \rightarrow \text{ex:Cheesecake}) , (?r \rightarrow \text{ex:BestSalads}) \}$

$B = \{ (?s \rightarrow \text{ex:BestFish}, ?d \rightarrow \text{ex:Cheesecake}) , (?r \rightarrow \text{ex:BestFish}, ?d \rightarrow \text{ex:Knafeh}) \}$

שימו לב, המשתנים הם $?r, ?s$ ו- $?d$.

כתבו את תוצאת הצירוף הטבעי של A ו- B , כלומר, תוצאת $A \bowtie B$.

$\{ (?r \rightarrow \text{ex:BestFish}, ?d \rightarrow \text{ex:Cheesecake}, ?s \rightarrow \text{ex:BestFish}) ,$
 $(?r \rightarrow \text{ex:BestSalads}, ?s \rightarrow \text{ex:BestFish}, ?d \rightarrow \text{ex:Cheesecake}) \}$

ב. 6 נק' - בהינתן הגרף G שתואר, כתבו את הפלטים עבור הרצת שאילתת ה-SPARQL הבאה ע"י מנוע שאינו תומך ב-RDFS וע"י מנוע שתומך ב-RDFS.

```
SELECT ?r ?d {
  ?r ex:servesDessert ?d.
  MINUS {
    ?s dbo:city ex:Haifa.
    OPTIONAL {
      ?s ex:servesDessert ?d.
      ?s rdf:type dbo:restaurant.
    }
  }
}
```

(3pt) Without RDFS: empty

(3pt) With RDFS: $\{ (?r \rightarrow \text{ex:BestFish}, ?d \rightarrow \text{ex:Cheesecake}) \}$

ג. 3 נק' – הסבר במילים את משמעות השאילתה הבאה:

```
SELECT ?r ?stars {  
  ?r rdf:type dbo:restaurant.  
  ?g ex:mentions ?r.  
  GRAPH ?g {  
    ?r ex:awarded ?stars.  
  }  
}
```

All the restaurants that are said to be mentioned in an external graph ?g, along with the stars that they are awarded in the graph ?g.