

# ***בסיסי נתונים***

מודל היחסים

Relational Model

\*מבוסס על מדריך הלמידה של האוניברסיטה הפתוחה

# **תוכן עניינים**

מושגים והגדרות

אלגברת היחסים

דוגמאות

# מודל היחסים *Relational Model*

נקרא גם **המודל היחסי או הטבלאי**.

מציג את בסיס הנתונים כאוסף של יחסים (רלציות) המיוצגים בטבלאות. השימוש במושג המתמטי "יחס" מאפשר שימוש בכלים מתמטיים. טבלה מציגת יחס relation המוגדר כאוסף הקשרים. כל שורה היא קשר בין קבוצת ערכים.

בסיס נתונים יחסי – אוסף של יחסים (טבלאות) בעלי שמות.

# מודל היחסים - הגדרות

**יחס relation** - טבלה הכוללת שורות ועמודות.

**תכונה attribute** - עמודה בטבלה.

**n-יה (אניה) tuple** – שורה בטבלה.

## יחס מתמטי

**יחס relation** – הוא קבוצה חלקית של מכפלה קרטזית.

$$A = \{1, 2, 7\}$$

$$B = \{3, 4\}$$

מכפלה קרטזית

A	B
1	3
1	4
2	3
2	4

$$A \times B = \{(1, 3), (1, 4), (2, 3), (2, 4), (7, 3), (7, 4)\}$$

היחס  $A < B$  או  $(A, B) <$  הוא **קבוצה חלקית**.

$$A < B = \{(1, 3), (1, 4), (2, 3), (2, 4)\}$$

בטבלה היחס הוא שורות tuple סדורות.

# דרגה ותחום

**דרגת היחס degree / arity** – מספר האיברים בכל שורה  
היחס מוגדר על קבוצות – **תחומי התכונות**.

יהיו  $D1, D2, \dots, Dn$  תחומי התכונות.

היחס הוא **קבוצה חלקית** של המכפלה הקרטזית

$$D1 \times D2 \times \dots \times Dn$$

A	B
1	3
1	4
2	3
2	4

## טיפוס ומופע

מבחינים בין רמת הטיפוס שנקרא **תבנית יחס relation scheme** – שהיא כותרת הטבלה - שמות העמודות / שמות התכונות.

ובין מופעי היחסים – השורות.

אפשר לציין בשתי שיטות:

שם לתבנית:  $\text{Deposit\_scheme} = (\text{branch-name}, \text{account-number}, \text{customer-name}, \text{balance})$

ואז מציינים את תבנית היחס באמצעות שמו:  $\text{deposit}(\text{Deposit\_scheme})$

בדרך השניה מציינים את תבנית היחס ישירות, ללא שם לתבנית:

$\text{Deposit}(\text{branch}, \text{account}, \text{customer}, \text{balance})$

היחס הוא קבוצה של שורות. היחס הוא n-יה: זוג, שלשה, רביעיה, או כל n-יה אחרת.

## תבנית יחס

Deposit-scheme=(branch\_name, account\_num, customer\_name, balance)  
customer-scheme=(customer\_name, street, customer\_city)

הגדרה מלאה כוללת גם את תחומי התכונות.  
התכונה המשותפת לשתי התבניות מקשרת בין יחסים שונים.  
בדומה למודל ישויות הקשרים – חלות כאן ההגדרות של מפתח קביל,  
מפתח על.



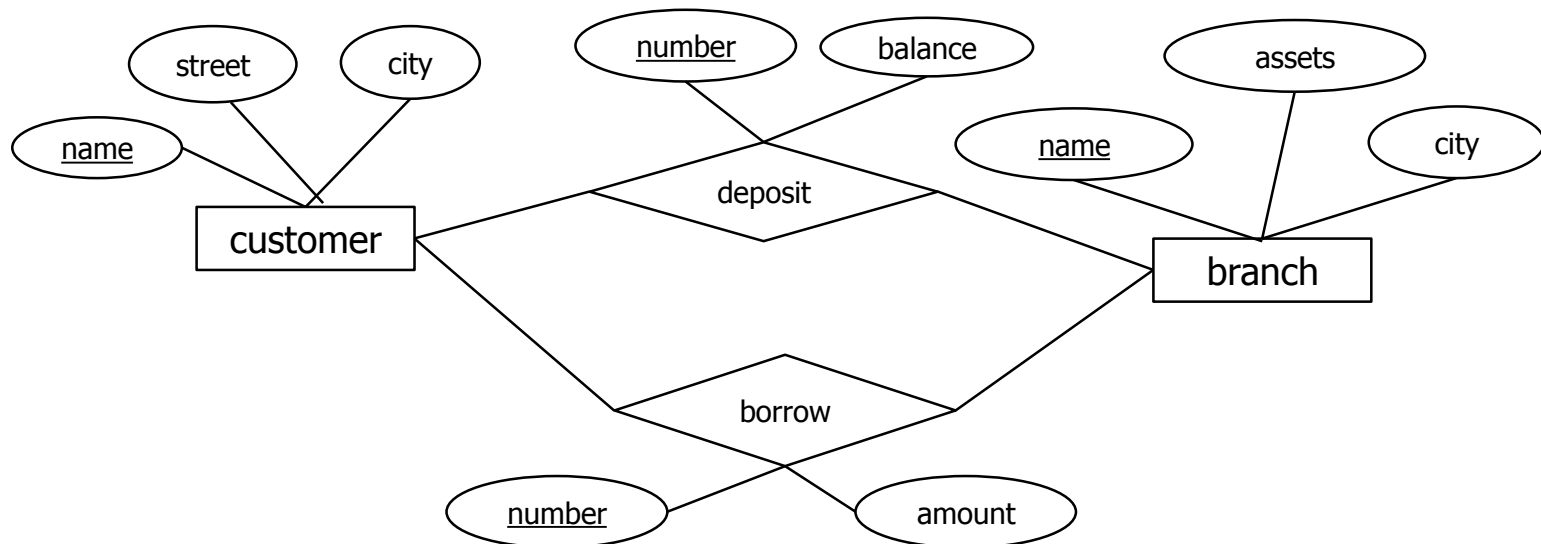
# הקשר לדיאגרמת ER

Branch-scheme=(branch-name, assets, branch-city)

Customer-scheme=(customer-name, street, customer-city)

Deposit-scheme=(branch-name, account-number, customer-name, balance)

Borrow-scheme=(branch-name, loan-number, customer-name, amount)



# שפות שאילות

שפות פורמאליות המאפשרות קבלת נתונים מבסיס הנתונים.  
שתי גישות עיקריות:

שפות פרוצדורליות – מתארות את האופן שבו יחושב המידע, איך לבצע את החישוב.

שפות דקלרטיביות – מתארות את המידע הנדרש.

**אלגברת היחסים Relational Algebra** – מבוססת על תורת הקבוצות.  
פרוצדורלית יותר - סדר הפעולות.

**תחשיב היחסים Relational Calculus** – מבוססת על לוגיקה מתמטית.  
דקלרטיבית יותר – מה נדרש.

## נתונים לדוגמא

customer

Customer-name	Street	Customer-city
Mor	Pinkas	Rishon
Tami	Alenby	Haifa
Avivi	Pinkas	Rishon
Owen	Alenby	Haifa

deposit

Branch-name	Account number	Customer-name	amount
Hamerkaz	101	Owen	500
Pinkas	215	Tami	700
Aviv	102	Avivi	400

borrow

Branch-name	Loan-number	Customer-name	amount
Hamerkaz	9000000	Mor	1000
Pinkas	2100000	Tami	2000
Aviv	1700000	Avivi	1500
Tsafon	400000	Owen	500

branch

Branch-name	Assets	Branch-city
Hamerkaz	9000000	Tiberias
Pinkas	2100000	Eilat
Aviv	1700000	Jaffa
Tsafon	400000	Jaffa



# אלגברת היחסים *Relational Algebra*

עברית	סימון	אנגלית
בחירה	$\sigma$	Select
הטלה	$\pi$	Project
מכפלה קרטזית	$\times$	Cartezian product
כינוי	$\rho$	Rename
איחוד	$\cup$	Union
הפרש	$-$	Difference
חיתוך	$\cap$	Intersection
צירוף טבעי	$\bowtie$ או $\otimes$	Natural join
חילוק	$\div$	division

## בחירה - *select* מסומן ע"י סיגמא $\sigma$

$\sigma_{\text{condition}}(r)$

אם מוסיפים לתנאי

כמו **WHERE** ו **FROM** ב **SQL**

דוגמא: בחרו את חשבונות ההלוואה בסניף "aviv"

$\sigma_{\text{Branch-name}='aviv'}(\text{borrow})$

Branch-name	Loan-number	Customer-name	amount
Aviv	1700000	Avivi	1500



## בחירה - *select* - מסומן ע"י סיגמא $\sigma$

$$\sigma_{\text{condition}}(r)$$

הנוסחא יכולה לכלול פעולות בוליאניות מהסוג  $< > = \neq \leq \geq \neg \vee \wedge$

דוגמא: בחרו את חשבונות ההלוואה בסניף "pinchas" בסכום גבוה מ  
1000

$$\sigma_{\text{Branch-name}='pinchas' \wedge \text{amount} > 1000}(\text{borrow})$$

Branch-name	Loan-number	Customer-name	amount
Pinkas	2100000	Tami	2000



## הטלה *Projection* - $\pi$ (נקרא *pi*)

פעולה / פועלת על יחס, ומטילה אותו על תכונות מסויימות, כלומר  
עמודות מסויימות.

$$\pi_{a1,a2,\dots,a_n}(r)$$

**כמו SELECT מה רואים ביחס התוצאה.**

דוגמא: מצאו שמות לקוחות ושמות סניפים בהם ישנן חשבונות הלוואה

Branch-name	Customer-name
Hamerkaz	Mor
Pinkas	Tami
Aviv	Avivi
Tsafon	Owen

$$\pi_{branch\_name, customer\_name}(\text{borrow})$$



## מכפלה קרטזית $X$ Cartesian product

המכפלה הקרטזית  $r \times s$  של שני יחסים עם תבנית  $r1, r2, \dots$  וכן  $s1, s2, \dots$  היא איחוד התבניות הכוללת את כל השירשורים האפשריים של  $n$ -יות מ  $S$ , ו- $n$ -יות מ  $R$ .

### מקביל ליכולת לפעול על מספר יחסים ב SQL.

מאפשרת לשלב מידע מכמה יחסים.  $r \times s$

R1	R2
ra	rb
rc	rd
re	rf

S1	S2	S3
sa	sb	Sc
sd	se	Sf





# מכפלה קרטזית *Cartesian product*

המכפלה הקרטזית  $R \times S$  של שני יחסים עם תבנית  $r_1, r_2, \dots$  וכן  $s_1, s_2, \dots$  היא איחוד התבניות הכוללת את כל השירשורים האפשריים של  $n$ -יות מ  $R$  ו- $n$ -יות מ  $S$ .

מאפשרת לשלב מידע מכמה יחסים.  $R \times S$

R1	R2	S1	S2	S3
ra	rb	sa	sb	Sc
rc	rd	sa	sb	Sc
re	rf	sa	sb	Sc
ra	rb	sd	se	Sf
rc	rd	sd	se	Sf
re	rf	sd	se	Sf



# מכפלה קרטזית *Cartesian product*

דוגמא: מצאו את הרחובות בהם גרים לקוחות עם הפקדות של 500 ומעלה

customer

Customer-name	Street	Customer-city
Mor	Pinkas	Rishon
Tami	Alenby	Haifa
Avivi	Pinkas	Rishon
Owen	Alenby	Haifa

deposit

Branch-name	Account number	Customer-name	amount
Hamerkaz	101	Owen	500
Pinkas	215	Tami	700
Aviv	102	Avivi	400



# מכפלה קרטזית *Cartesian product*

דוגמא: מצאו את הרחובות בהם גרים לקוחות עם הפקדות של 500

ומעלה

customer x Deposit תוצאת ביניים

Customer-name	Street	Customer-city	Branch-name	Account number	Customer-name	amount
Mor	Pinkas	Rishon	Hamerkaz	101	Owen	500
Tami	Alenby	Haifa	Hamerkaz	101	Owen	500
Avivi	Pinkas	Rishon	Hamerkaz	101	Owen	500
Owen	Alenby	Haifa	Hamerkaz	101	Owen	500
Mor	Pinkas	Rishon	Pinkas	215	Tami	700
Tami	Alenby	Haifa	Pinkas	215	Tami	700
Avivi	Pinkas	Rishon	Pinkas	215	Tami	700
Owen	Alenby	Haifa	Pinkas	215	Tami	700
Mor	Pinkas	Rishon	Aviv	102	Avivi	400

## מכפלה קרטזית *Cartesian product*

דוגמא: מצאו את הרחובות בהם גרים לקוחות עם הפקדות של 500 ומעלה

$\pi_{\text{street}}$

$(\sigma_{\text{customer.cust\_name} = \text{deposit.cust\_name} \wedge \text{amount} \geq 500}(\text{customerX deposit}))$

Customer-name	Street	Customer-city	Branch-name	Account number	Customer-name	amount
Owen	Alenby	Haifa	Hamerkaz	101	Owen	500
Tami	Alenby	Haifa	Pinkas	215	Tami	700



Street

Alenby

Alenby

## ***Rename כינוי***

$\rho_S(r)$  – כינוי של יחס  $r$  מגדיר יחס חדש  $S$ .

משמש לכינון.

דוגמא: מצאו את שמות כל הלקוחות הגרים בעיר שבא גר avivi

$\pi_{\text{customer.customer\_name}}$   
 $(\sigma_{\text{customer.customer\_city} = \text{cust2.customer\_city}} (\text{customer X}$   
 $\rho_{\text{cust2}}(\pi_{\text{customer\_city}}$   
 $(\sigma_{\text{customer\_name} = \text{"avivi"}}(\text{customer}))))))$



## *איחוד Union U*

איחוד  $A \cup B$  מגדיר יחס חדש עם תבנית זהה לתבנית של שני היחסים וכולל את איחוד ה-n-יות של היחסים.

**מניחים שהיחסים A ו B בעלי תבנית יחסים עם אותו מספר תכונות. התחום של התכונה ה i בשתי התבניות זהה.**

דוגמא: מצאו את שמות כל הלקוחות של סניף hamerkaz בעלי חשבונות חסכון או חשבונות הלוואה.

$$\pi_{\text{customer\_name}}(\sigma_{\text{branch\_name}=\text{"hamerkaz"}}(\text{deposit})) \cup \pi_{\text{customer\_name}}(\sigma_{\text{branch\_name}=\text{"hamerkaz"}}(\text{borrow}))$$



אם נבצע איחוד על שני יחסים בעלי תבניות שונות, התוצאה תהיה איחוד, אך לא יחס. כיוון שביחס לכל האיברים מבנה אחיד.

כשאין יחס, לא ניתן לבצע הרכבת פעולות, לכן נימנע ממצבים כאלה. נעבוד עם **יחסים תואמים** – יחסים שיש להם אותה דרגה, (רוחב השורות הסדורות שווה בשניהם) ושתחומי התכונות זהים בהתאמה. בדוגמא שלנו אין יחסים תואמים, אבל ניתן ליצר מהיחסים יחסים תואמים. **באלגברה של יחסים: הארגומנטים לפעולות בינאריות, חייבים להיות יחסים תואמים.**

יחס ההטלה מאפשר להכין יחסים לפעולות בינאריות.

## הפרש Difference -

הפרש A-B מגדיר יחס חדש עם תבנית זהה לתבנית של שני היחסים וכולל את ה n-יות שב A אבל לא ב B.

**מניחים שהיחסים A ו B בעלי תבנית יחסים עם אותו מספר תכונות. התחום של התכונה ה i בשתי התבניות זהה.**

דוגמא: מצאו את שמות כל הלקוחות של סניף hamerkaz בעלי חשבונות חסכון אך לא חשבונות הלוואה.

$$\pi_{\text{customer\_name}}(\sigma_{\text{branch\_name}=\text{"hamerkaz"}}(\text{deposit})) - \pi_{\text{customer\_name}}(\sigma_{\text{branch\_name}=\text{"hamerkaz"}}(\text{borrow}))$$





# שימוש בהפרש לשאילתה

דוגמא: מצאו את סכום החסכון המירבי.

שאילתת ביניים: מציאת כל סכומי החסכון הקטנים מסכון חסכון כלשהו

$$\pi_{\text{deposit\_balance}}(\sigma_{\text{deposit\_balance} < d.\text{balance}}(\text{deposit} \times \rho_d(\text{deposit})))$$

$\pi_{\text{balance}}(\text{deposit})$ -

$$\pi_{\text{deposit\_balance}}(\sigma_{\text{deposit\_balance} < d.\text{balance}}(\text{deposit} \times \rho_d(\text{deposit})))$$



## חיתוך $\cap$ Intersection

חיתוך  $A \cap B$  מגדיר יחס חדש עם תבנית זהה לתבנית של שני היחסים וכולל את חיתוך ה-n-יות של היחסים, במובן תורת הקבוצות.

**מניחים שהיחסים A ו B בעלי תבנית יחסים עם אותו מספר תכונות (דרגה או arity). התחום של התכונה ה i בשתי התבניות**

$$r \cap s = r - (r - s) \quad \text{זהה.}$$

דוגמא: מצאו את שמות כל הלקוחות של סניף hamerkaz בעלי חשבונות חסכון וגם חשבונות הלוואה.

$$\pi_{\text{customer\_name}}(\sigma_{\text{branch\_name}=\text{"hamerkaz"}}(\text{deposit})) \cap \pi_{\text{customer\_name}}(\sigma_{\text{branch\_name}=\text{"hamerkaz"}}(\text{borrow}))$$



## צירוף טבעי או $\otimes$ Natural Join

הצירוף הטבעי  $A \otimes B$  של שני יחסים מגדיר יחס חדש שתבניתו היא איחוד היחסים וכולל את כל השרשורים האפשריים של שורות מ  $A$  עם שורות מ  $B$  שערכיהן זהים בכל התכונות המשותפות.  
דוגמא: מצאו את שמות הלקוחות בעלי חשבון הלוואה וערי מגוריהם.

$\Pi_{\text{customer-name, customer-city}}(\text{borrow} \otimes \text{customer})$

Customer_name	Customer_city
Morag	Rishon
Tamir	Haifa
Avivi	Rishon
Even	Haifa



## צירוף טבעי Natural Join

דוגמא: מצאו שמות סניפים שיש להם לקוחות בעלי חשבונות חסכון הגרים בחיפה ואת ערכי נכסיהם.

$\Pi_{\text{branch-name, assets}} \left( \sigma_{\text{customer-city}='Haifa'}(\text{customer}) \right) \otimes \text{deposit} \otimes \text{branch}$

Branch	Assets
Pinkas	2100000
Tsafon	400000

$$r \otimes s = \Pi_{R \cup S} \left( \sigma_{r.a_1 = s.a_1 \dots r.a_n = s.a_n} (r \times s) \right)$$



# ***Natural Join טבעי צירוף***

מה יהיה הצירוף הטבעי בין יחסים עם תבניות זהות?  
- זהה לחיתוך ביניהם.

מה יהיה הצירוף הטבעי בין שני יחסים שאין להם אף תכונה משותפת?  
- זהה למכפלה הקרטזית.

מתי נקבל תוצאה ריקה?  
- תכונות משותפות, אך אין שורות עם ערכים זהים.

הצירוף הטבעי מבטל הופעה חוזרת של עמודות.



# תרגיל בכיתה

מחנכים \\ Class\_Teacher(class, teacher)

Teaches(teacher, class, subject)

Schedule(class, subject, day, hour)

שאלות:

1. מצאי את שם המחנך של כיתה ג
2. מצאי את שמות המורים לאזרחות
3. מצאי את שמות המחנכים שהם גם מורים לאזרחות
4. מצאי שמות מורים שאינם מחנכי כיתות
5. מצאי את כל הכיתות הלומדות אזרחות ביום ה, לכל כיתה צייני באיזו שעה מתקיים השיעור באזרחות

## תרגיל בכיתה

Class\_Teacher(class, teacher) \\ מחנכים

Teaches(teacher, class, subject)

Schedule(class, subject, day, hour)

שאלות:

1. מצאי את שם המחנך של כיתה ג

$\Pi_{\text{teacher}} (\sigma_{\text{class}="3"} (\text{class\_teacher}))$

## תרגיל בכיתה

מחנכים \\ Class\_Teacher(class, teacher)

Teaches(teacher, class, subject)

Schedule(class, subject, day, hour)

שאלות:

2. מצאי את שמות המורים לאזרחות

$\Pi_{\text{teacher}} (\sigma_{\text{subject}=\text{"ezrahut"}} (\text{Teaches}))$



## תרגיל בכיתה

Class\_Teacher(class, teacher) \\ מחנכים

Teaches(teacher, class, subject)

Schedule(class, subject, day, hour)

שאלות:

3. מצאי את שמות המחנכים שהם גם מורים לאזרחות

$\Pi_{\text{teacher}} (\text{class\_teacher}) \cap$

$\Pi_{\text{teacher}} (\sigma_{\text{subject}=\text{"ezrahut"}} (\text{Teaches}))$

## תרגיל בכיתה

מחנכים \\ Class\_Teacher(class, teacher)

Teaches(teacher, class, subject)

Schedule(class, subject, day, hour)

שאלות:

4. מצאי שמות מורים שאינם מחנכי כיתות

$\Pi \text{ teacher (Teaches)} - \Pi \text{ teacher (class\_teacher)}$

## תרגיל בכיתה

Class\_Teacher(class, teacher) \\ מחנכים

Teaches(teacher, class, subject)

Schedule(class, subject, day, hour)

שאלות:

5. מצאי את כל הכיתות הלומדות אזרחות ביום ה, לכל כיתה צייני באיזו שעה מתקיים השיעור באזרחות

$\prod \text{class, hour} ( \sigma_{\text{day}=\text{"Thu."} \wedge \text{subject}=\text{"ezrachut"} } (\text{schedule}))$

# סדר פעולות

פעולות אונריות קודמות לפעולות בינאריות  
סדר החישוב בהעדר סוגריים הוא משמאל לימין.

שונות מ SQL, לא ניתן לבצע ספירה של ערכים כגון שימוש בלולאות  
While, כמו שניתן בעזרת count.

אבל יש דברים שניתן לעשות.  
דוגמא: מצאי את סכום ההלוואה המקסימלית.

## מציאת מקסימום

**דוגמה:** "מצא את השעה המאוחרת ביותר שבה מתחיל שיעור כלשהו בבית הספר."

$$\text{early\_than} \leftarrow \bigvee_{s1.\text{hour} < s2.\text{hour}} (\rho_{s1}(\text{schedule}) \times \rho_{s2}(\text{schedule}))$$

$$\text{not\_max} \leftarrow \neg \pi_{s1.\text{hour}}(\text{early\_than})$$

$$\pi_{\text{hour}}(\text{schedule}) - \text{not\_max}$$

# חילוק

חילוק הוא פעולה בינארית. בחילוק  $A \div B$ , כש  $A$  נקרא מחולק, ו  $B$  נקרא מחלק. תבנית היחס המחלק צריכה להיות חלקית ממש לתבנית היחס המחולק.  $B \subset A$  כלומר, ביחס המחולק יש את כל תכונות היחס המחלק וכן תכונות נוספות. תבנית התוצאה תכיל את התכונות הנוספות, כל תכונות היחס המחולק, למעט התכונות שיש גם ליחס המחלק.

יחס התוצאה של פעולת חילוק יכיל שורות המקיימות את: אם נבצע מכפלה קרטזית של שורות אלה עם היחס המחלק, כל השורות שנקבל יהיו כאלה שמופיעות ביחס המחולק. כלומר – יחס התוצאה זה צירופי ערכים מהיחס המחולק, כך שכל שורה מופיע ביחס המחולק יחד עם כל אחת ואחת משורות היחס המחלק.

הפעולה מתאימה לשאלות המחפשות התאמה של ערך או צירוף ערכים, עם קבוצה שלמה של ערכים. **כל פריט שמופיע עם כל הפריטים במחלק.**

# חילוק

A

÷

B

A÷B

A1	A2	A3
a	b	c
c	d	e
g	h	d
s	g	a
a	b	d
g	h	c
g	h	a

A1	A2
a	b
g	h

A3
c
d

# חילוק

A		÷	B	A÷B
A1	A3		A1	A3
a	c		a	c
c	e		g	d
g	d			
s	a			
a	d			
g	c			
g	a			



# חילוק

A

÷

B

$A \div B$

A1	A2	A3
a	b	c
c	d	e
g	h	d
s	g	a
a	b	d
g	h	c
g	h	a

A1
a
g

A2	A3

דוגמא: שמות הלקוחות שיש להם חשבונות חסכון **בכל** הסניפים בעיר Jaffa.

$\Pi_{\text{customer-name, branch-name}}(\text{deposit}) \div$   
 $\Pi_{\text{branch-name}}(\sigma_{\text{branch-city} = \text{'Jaffa'}}(\text{branch}))$

Branch-name	Customer-name	÷	Branch-name	=	Branch-name
Hamerkaz	Owen		Aviv		Aviv
Pinkas	Tami		Tsafon		
Aviv	Avivi				
Tsafon	Avivi				



## תרגיל בכיתה

Class\_Teacher(class, teacher) \\ מחנכים

Teaches(teacher, class, subject)

Schedule(class, subject, day, hour)

שאלות:

מצאי מורים המלמדים את כל המקצועות

$$\Pi_{\text{teacher, subject}}(\text{Teaches}) \div \Pi_{\text{subject}}(\text{Teaches})$$

# תרגיל בכיתה

Class\_Teacher(class, teacher) \\ מחנכים

Teaches(teacher, class, subject)

Schedule(class, subject, day, hour)

שאלות:

מצאי מורים המלמדים את כל המקצועות

$$\Pi_{\text{teacher, subject}}(\text{Teaches}) \div \Pi_{\text{subject}}(\text{Teaches})$$

teacher	subject
Yosi	English
Shlomo	Hebrew
Moti	English
Shlomo	English

$$\div \begin{array}{|c|} \hline \text{subject} \\ \hline \text{English} \\ \hline \text{Hebrew} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{teacher} \\ \hline \text{Shlomo} \\ \hline \end{array}$$

## תרגיל בכיתה

Class\_Teacher(class, teacher) \\ מחנכים

Teaches(teacher, class, subject)

Schedule(class, subject, day, hour)

שאלות:

מה תוצאת היחס הבא?

**Teaches**  $\div$   $\prod_{\text{subject}}(\text{Teaches})$

התבנית תהיה class, teacher, כלומר זוגות מורה וכיתה המופיעים יחד עם כל המקצועות. כלומר: מורים המלמדים את כל המקצועות באותה כיתה.

# תרגיל בכיתה

מחנכים \\ Class\_Teacher(class, teacher)

Teaches(teacher, class, subject)

Schedule(class, subject, day, hour)

שאלות:

**Teaches**  $\div$   $\Pi_{\text{subject}}(\text{Teaches})$

מה תוצאת היחס הבא?

teacher	class	subject
Yosi	Alef	English
Shlomo	Bet	Hebrew
Moti	Alef	English
Shlomo	Alef	English

$\div$

subject
English
Hebrew

=

teacher	class
---------	-------

היחס הריק

# תרגיל בכיתה

מחנכים \\ Class\_Teacher(class, teacher)

Teaches(teacher, class, subject)

Schedule(class, subject, day, hour)

שאלות:

**Teaches**  $\div$   $\Pi_{\text{subject}}(\text{Teaches})$

מה תוצאת היחס הבא?

teacher	class	subject
Yosi	Alef	English
Shlomo	Bet	Hebrew
Moti	Alef	English
Shlomo	Bet	English

$\div$

subject
English
Hebrew

=

Teacher	class
Shlomo	Bet

## תרגיל בכיתה

Class\_Teacher(class, teacher) \\ מחנכים

Teaches(teacher, class, subject)

Schedule(class, subject, day, hour)

שאלות:

לכל כיתה מצא את המקצוע שהמחנך מלמד את הכיתה

$\prod_{\text{class, subject}} (\text{Class\_Teacher} \bowtie \text{Teaches})$



## תרגיל בכיתה

Class\_Teacher(class, teacher) \\ מחנכים

Teaches(teacher, class, subject)

Schedule(class, subject, day, hour)

שאלות:

מצא מורים לאזרחות שהם גם מחנכי כיתות

$\Pi_{\text{teacher}}(\sigma_{\text{subject}=\text{"ezrahut"}}(\Pi_{\text{teacher, subject}}(\text{Teaches}))) \bowtie$   
Class\_Teacher)

\*לא לטעות ולמצוא בצירוף טבעי מורים לאזרחות המלמדים באותה כיתה בה הם מחנכים. עושים הטלה שמוציאה את class לפני הצירוף. (אפשר גם עם חיתוך – יותר פשוט)

## תרגיל בכיתה

Class\_Teacher(class, teacher) \\ מחנכים

Teaches(teacher, class, subject)

Schedule(class, subject, day, hour)

שאלות:

מצא באילו ימים לומדת כיתה ו' עם המחנך שלה (מקצוע כלשהו)

$\Pi_{\text{day}}(\sigma_{\text{class}=\text{"10th"}} (\text{Class\_teacher} \bowtie \text{Teaches} \bowtie \text{Schedule}))$

## תרגיל בכיתה

Class\_Teacher(class, teacher) \\ מחנכים

Teaches(teacher, class, subject)

Schedule(class, subject, day, hour)

שאלות:

מצא כיתות שאינן לומדות ביולוגיה

$\Pi_{\text{class}}(\text{Class\_teacher}) - \Pi_{\text{class}}(\sigma_{\text{class}=\text{"Biology"}}(\text{Teaches}))$

בהנחה שכל כיתה לומדת מקצוע אחד לפחות.